

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТІТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

КУРС ЛЕКЦІЙ
і контрольні завдання
з дисципліни
«Проблеми безпечної розробки викиднебезпечних пластів»

Красноармійськ
2009

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

КУРС ЛЕКЦІЙ
і контрольні завдання
з дисципліни
«Проблеми безпечної розробки викидонебезпечних пластів»

(для студентів спеціальності 7.090300
«Розробка родовищ корисних копалин»)

Затверджено на засіданні кафедри
геотехнологій і охорони праці,
протокол № 3 від 15.10.2008 р.

Затверджено на учбово-
видавничій раді ДонНТУ,
протокол № 6 від 15.12.2008 р.

Красноармійськ
2009

Курс лекцій і контрольні завдання з дисципліни «Проблеми безпечної розробки викиднебезпечних пластів» для студентів спеціальності 7.090300 «Розробка родовищ корисних копалин» / Укл.: В. І. Ніколін, В. М. Куцерубов, , В. М. Нестеренко, Я. О. Ляшок, Л. Л. Бачурін — Красноармійськ: КП ДонНТУ, 2009. — 108 с.

Розглянуто проблеми безпечної розробки викиднебезпечних пластів і наведено контрольні питання для перевірки засвоєного матеріалу. Конспект лекцій дозволяє в доступній формі освоїти основні положення нормативної документації СОУ 10.1.00174088.011—2005. «Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищах», познайомитися з останніми статистичними даними й науковими розробками за прогнозом й ефективністю заходів щодо запобігання ГДЯ. Наведені контрольні завдання, список рекомендованої літератури, необхідної для виконання контрольних робіт.

Укладачі:

проф. В. І. Ніколін
доц. В. М. Куцерубов
доц. В. М. Нестеренко
доц. Я. О. Ляшок
ст. викл. Л. Л. Бачурін

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЛЕКЦІЯ № 1. Загальні відомості про газодинамічні явища й організація робіт на пластах, схильних до ГДЯ	6
ЛЕКЦІЯ № 2. Методи прогнозу ГДЯ й контролю ефективності противикидних заходів.	25
2.1. Методика експертної оцінки викидонебезпечних зон на вугільних пластах Донбасу	25
2.2. Прогноз викидонебезпеки порід	37
2.3 Прогноз ступеню ударонебезпеки ділянок вугільних пластів	42
2.4. Прогноз раптових проривів метану із підшви гірничих виробок за гірничо-геологічними даними.....	44
2.5. Контроль ефективності способів запобігання раптових викидів вугілля й газу й гірських ударів	45
ЛЕКЦІЯ № 3. Засоби й програмний комплекс для оцінки газодинамічного й пружно-деформованого стану привибійної частини пласту.	48
3.1. Технічні засоби для забезпечення акустичних способів контролю стану гірського масиву й прогнозу викидонебезпеки вугільних пластів.	48
3.2. Програмне забезпечення для реалізації акустичних способів контролю стану гірського масиву.	57
ЛЕКЦІЯ № 4. Методи запобігання ГДЯ.	63
4.1. Випереджальне відпрацьовування захисних пластів.	63
4.3. Зволоження вугільних пластів.....	66
4.4. Передове торпедування порід покрівлі пласта.	68
4.5. Гідродинамічне діяння на вугільний пласт.	69
4.6. Гідророзпушування вугільного пласту.....	70
4.7. Гідровіджимання привибійної частини пласта.	72
4.8 Утворення розвантажувальних пазів.	74
4.9. Утворення розвантажувальної щілини в породах, що вміщують.	75
4.10. Буріння випереджальних свердловин.....	76
4.11. Торпедування вугільного масиву.....	76
4.12. Утворення розвантажувальної щілини по довжині очисного	

вибою.	78
4.13. Вібраційний вплив на привибійну частину пласту.	79
4.14. Зведення випереджального кріплення	79
Параметри вібродії на вугільний пласт.	80
4.15. Буріння дегазаційних свердловин.	81
ЛЕКЦІЯ № 5. Розкриття вугільних пластів і ведення гірничих робіт по викидонебезпечним пісковикам.	82
5.1 Розкриття вугільних пластів	82
5.2 Запобігання й локалізація раптових викидів породи й газу.	94
ЛЕКЦІЯ № 6. Заходи щодо забезпечення безпеки працюючих	100
6.1 Виробництво підривних робіт	100
6.2. Регламентації послідовності виконання технологічних процесів і способів запобігання газодинамічних явищ.	100
6.3. Застосування машин і механізмів.	100
6.4. Забезпечення працюючими ізолюючими саморятувальниками	101
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	102
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕМИ:	104
ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ	107

ВСТУП

Світовий досвід підземного видобутку вугілля має великі відомості про газодинамічні явища (ГДЯ) у шахтах, під якими розуміється процес швидкого динамічного руйнування вугільного або породного масиву на кордонах гірничої виробки, що супроводжується викидом або зсувом вугілля (породи) і підвищеним газовиділенням.

Донецький басейн відомий як унікальне по складності гірничо-геологічних умов родовище, представлене більшою кількістю, головним чином, тонких і досить тонких вугільних пластів, складених кам'яними вугіллями практично всього ряду їхнього метаморфізму від довгополумєневих до антрацитів, у якому розробляються пласти, схильних до всіх зазначених видів газодинамічних явищ.

Однак ступінь вивченості й досвід боротьби з ними різні. Так, наприклад, якщо раптові викиди вугілля й газу відомі вже протягом близько 100 років і тому накопичено значний обсяг знань і досвіду боротьби із цими явищами, то раптові прориви метану із підшви виробки стали вивчатися й міри боротьби з ними розроблятися, лише на початку 90-х років, а раптові видавлювання (віджими) вугілля на початку 2000 р.

Гірничі роботи на викидонебезпечних й загрожуваних по викидах пластів, в останні роки, ведуться на усе більше глибоких обрїях, де, як показує практика викидонебезпеки як вугільних пластів, так і гірських порід (пісковиків) підвищується. Тому науково-дослідні роботи із проблеми розробки пластів, небезпечних по раптових викидах вугілля, породи й газу, у цей час тривають із урахуванням досягнень науки й техніки як нашої вітчизняної, так і закордонної.

ЛЕКЦІЯ № 1. Загальні відомості про газодинамічні явища й організація робіт на пластах, схильних до ГДЯ

Світовий досвід підземного видобутку вугілля має великі відомості про газодинамічні явища (ГДЯ) у шахтах, під якими розуміється процес швидко-текучого динамічного руйнування вугільного або породного масиву на межах гірничої виробки, що супроводжується викидом або зсувом вугілля (породи) і підвищенням газовиділенням. Відповідно до загальноприйнятої класифікації до газодинамічних явищ відносять: *раптові викиди вугілля й газу, раптові викиди породи й газу, раптові видавлювання (віджимки) вугілля, раптові обвалювання (висипання) вугілля, гірські удари й раптові прориви метану із підшви виробок.*

Прогноз небезпеки вугільних пластів (порід) по газодинамічним явищам роблять:

- при веденні геологорозвідувальних робіт;
- при розкритті пластів виробками;
- при проведенні підготовчих виробок і веденні очисних робіт.

Для прогнозу ГДЯ й контролю ефективності способів боротьби з ними повинні застосовувати прилади, що випускають серійно, і технічні засоби, що відповідають вимогам діючих ДСТУ, ДСТ, галузевих стандартів і ТУ.

При цьому число комплектів приладів і технічних засобів на шахті повинне дорівнювати кількості виробок, у яких вони застосовуються, плюс 20 % резерву.

Періодичну перевірку, а також регулювання й ремонт застосовуваних на шахтах приладів і технічних засобів для прогнозу викидонебезпеки, за винятком апаратури прогнозу по акустичній емісії гірського масиву (далі — прогноз по АЕ) повинні робити в МакНДІ, а апаратури прогнозу по АЕ — у ДонНДІ.

Прогноз викидонебезпеки вугільних пластів (порід) при веденні геологорозвідувальних робіт у Донецьком басейні роблять геологорозвідувальні організації відповідно до «Тимчасового посібника із прогнозу викидонебезпеки вугільних шарів Донецького басейну при геологорозвідувальних роботах» й «Тимчасовим посібником із прогнозу викидонебезпеки вугільних шарів і порід, що вміщують, за даними геофізичних досліджень геологорозвідувальних свердловин у Донецьком басейні».

Глибину, з якої необхідно здійснювати прогноз викидонебезпеки шахтопластів Донецького басейну, визначають відповідно до таблиці 1.1.

Комплексний показник M визначають відповідно до «Рекомендацій із практичного застосування п. 2.1.3 і табл. 2.1, викладеними в Додатку Е (1) и розраховують:

при $V^{\text{daf}} = 9 \dots 29 \%$ по формулі $M = V^{\text{daf}} - 0,16y$;

при V^{daf} більше 29 % по формулі $M = (4V^{\text{daf}} - 91)/(y + 2,9) + 24$,

де y — товщина пластичного пласта вугілля, мм (для вугілля, не схильного до спікання, $y = 0$).

Таблиця 1.1

Прогноз викидонебезпеки шахтопластів Донецького басейну

Вихід летучих речовин, $V^{daf}, \%$	Комплексний показник ступеня метаморфізму вугілля, M , у. о.	Природна газовість пласту, m^3 на 1 т сухої беззолної маси	Глибина, с якої здійснюють прогноз, м
Більше 29	26,3 — 27,7 24,5-26,2	8 і більше 9 і більше	400 380
9...29	23,7-27,6 17,6-23,6 13,5-17,5 9,0-13,4	9 і більше 11 і більше 12 і більше 13 і більше	380 320 270 230
Менше 9 (але $lg p > 3,3$)	-	15 і більше	150

Шахтопласт відносять до викидобезпечних незалежно від глибини розробки й природної газонасності, якщо комплексний показник ступеня метаморфізму вугілля $M > 27,7$ або логарифм питомого електроопору антрацитів $lg p < 3,3$, а також якщо для вугілля конкретного ступеня метаморфізму природна газонасність або глибина розробки менше значень, зазначених у табл. 2.1.

Шахти, що ведуть гірничі роботи по викидонебезпечним вугільним пластам або породам, відносять до категорії шахт, небезпечних по раптовим викидам.

Вугільні пласти в межах шахтного поля (шахтопласти), при розробці яких відбулися або можуть відбутися ГДЯ, відносять до схильних до газодинамічних явищ.

По ступеню викидонебезпеки вугільні шахтопласти підрозділяють на *викидобезпечні*, *загрожувані* й *викидонебезпечні*. В окремих випадках виділяють *особливо викидонебезпечні* шахтопласти або ділянки.

По ступеню викидонебезпеки породи підрозділяють на *викидобезпечні* й *викидонебезпечні*. До *викидонебезпечних* відносять пласти пісковиків у межах шахтного поля, на яких відбулися викиди, або викидонебезпечність яких встановлена прогнозом.

До небезпечних по обваленнях вугілля відносять пласти в межах шахтного поля або крила, на яких відбулися раптові обвалення вугілля або ділянки шахтопластів, на яких прогнозом встановлена небезпека по обваленнях.

По раптових видавлюваннях (віджимах) вугілля шахтопласти підрозділяють на *безпечні*, *загрожувані* й *небезпечні*.

До *небезпечного по видавлюваннях вугілля* відносять пласти в межах шахтного поля (крила), на яких відбувалися раптові видавлювання (віджими) вугілля або ділянки шахтопластів, на яких прогнозом установлена небезпека по видавлюваннях.

До *небезпечного по проривах газу* відносять виробки, у яких відбували-

ся ці явища або прогнозом установлена небезпека їхнього виникнення.

До ударонебезпечних у межах шахтного поля відносять шахтопласти, на яких відбулися гірські удари або прогнозом виявлена ударонебезпечність.

Раптовий викид вугілля(породи) й газу являє собою швидке руйнування привибійної частини пласта виникаюче при перерозподілі у ній напруг, що поширюється від вибою в глибину масиву, що супроводжується відкидом, іноді на сотні метрів, зруйнованого до тонких фракцій вугілля (породи), як правило, що містять «скажене борошно», підвищенням, у порівнянні зі звичайним, газовиділенням й утворенням у вугільному (породному) масиві порожнин вигадливої форми [3].

У такий спосіб це лавиноподібне руйнування, що самопідтримується, привибійній частини пласту, що представляє послідовний, за рахунок деформації генетичного повернення, відрив тонких газоносних пластин вугілля (породи) і винос його в раніше пройдені виробки в псевдорідинному газовому потоці [15].

У Донецьком басейні перший раптовий викид вугілля й газу відбувся в 1906 р. на колишній шахті «Нова Смолянка» при розкритті квершлагом пласту h_7 «Смоляниновський» на глибині 711м. До початку ВВВ 1941-1945 р. у Донбасі відбулося більше 1000 раптових викидів, але інформація, що була, про їх раніше не публікувалася, а в період окупації була втрачена й лише деяку удалось зібрати й відтворити по збережених первинних матеріалах.

У післявоєнний період у міру відновлення шахт і нарощування обсягів вуглевидобутку кількість викидів вугілля й газу стало зростати й до 1951 р. досягло максимуму.

З 1951 р. у МакНДІ була заведена картотека викидів вугілля й газу, що відбуваються в шахтах Донбасу, і почата систематична їхня реєстрація. Відповідно до прийнятого здавна диференціації викидів на три групи за умовами їхнього виникнення виділяють: властиво раптові викиди, що відбулися у вибоях, де застосовувалися способи прогнозу або запобігання цих явищ і тому виникнення їх було несподіваним і становило реальну небезпеку поразки працюючих; викиди при струсювальному підриванні, пізніше й при дистанційному керуванні машинами й механізмами, коли способи прогнозу й запобігання викидів не застосовувалися, але для забезпечення безпеки працюючих передбачалося знаходження їх за межами можливої дальності дії вражаючих факторів. Оскільки викиди при струсювальному підриванні й дистанційному керуванні видобувними або прохідницькими машинами й механізмами хоча й відбуваються в безпечних для людей умовах, але ліквідація наслідків їх сполучена з витратами, що перевищують витрати на виконання противикидних заходів, якби вони застосовувалися, то здійснення цих заходів у зазначених умовах представляється економічно доцільним.

За період 1951-2005 р. г. у шахтах Донбасу, розташованих на території Донецької й Луганської областей, зареєстровано 7230 викидів вугілля й газу, з них раптових 1590 (22 %), при струсювальному підриванні 4927 (68 %) і 713 (10 %) при дистанційному керуванні машинами й механізмами. Динаміка зміни за цей період щорічної кількості всієї сукупності викидів і по кожній із

трьох названих груп показана на рис.1.1. Так, до 1972 р. кількість раптових викидів і при струсуювальному підриванні було приблизно однаковим, а загальна чисельність їх визначалася сумою тих й інших, причому викиди при дистанційному керуванні лише в окремі роки виділялися в самостійну групу внаслідок їхньої нечисленності. До цього часу були проведені великі дослідження з розробки основ теорії раптових викидів вугілля й газу, методів прогнозу викидонебезпеки, способів запобігання цих явищ і контролю їхньої ефективності, підвищення надійності яких і широке впровадження відповідно до розроблених нормативних документів по застосуванню їх сприяло різкому зниженню кількості раптових викидів у наступні роки до одиничних випадків, що мали місце внаслідок недотримань вимог і рекомендацій, або неефективності їх у гірничо-геологічних умовах, що непередбачено змінилися. Поряд із цим стало зростати кількість викидів вугілля й газу при струсуювальному підриванні, що превалюють у загальній сукупності їх і що визначають, як видно з малюнка 1.1, динаміку зміни в наступні роки. До 1988 р. кількість таких викидів сягнула максимуму, а потім стало убувати внаслідок структурних перетворень, що почалися, у галузі: закриття нерентабельних шахт, виводу з експлуатації викидонебезпечних шахтопластів, головним чином, зі складними умовами їхньої розробки, скорочення кількості діючих вибоїв, у тому числі із застосуванням струсуювального підривання.

Раптові видавлювання (віджими) вугілля, що вважалися раніше різновидом раптових викидів вугілля й газу, що відбуваються в очисних і підготовчих вибоях при всіх способах технологічного впливу на пласт (обушком, відбійним молотком, комбайном, буровим інструментом й ін.) на відміну від останніх відбуваються, як правило, в очисних виробках при струговій виїмці пологих пластів й у щитових лавах на крутих пластах. Нерідко ці явища супроводжуються лише зсувом вугілля у виробку з незначним газовиділенням і збереженням навіть структури пласта й характеризуються великою довжиною порожнин, що утворюються, при малій їхній глибині.

Раптові обвалення (висипання) вугілля відбуваються тільки на крутих й крутопохилих пластах з нависаючого масиву в стелеуступних лавах, у підготовчих виробках і з очисних вибоїв комбайнових лав.

Гірські удари – явища в умовах Донбасу досить рідкі й не типові. Протягом 1988-2001 р. г. їх відбулося всього 4 лише у вигляді мікроударів, поштовхів і стрілянь, а за останні 5 років не зареєстровано жодного випадку, хоча додаткові зусилля по боротьбі з ними не вживали. Виходячи із цього можна зробити висновок, що проблеми гірських ударів у Донбасі по суті не існують. Проте, у загальній сукупності шахтопластів, віднесених до категорії загрожуваних або небезпечних по різних видах ГДЯ, 65 з них продовжують уважатися схильними до гірських ударів.

Раптові прориви метану із підосви виробок до 1991 року не відносились до газодинамічних явищ. Ці явища мають місце при надробці вугільних пластів або пропластків з марками вугілля від Г до А, розташованих на відстані до 25м від проведеної виробки, і відбуваються за вибоєм її у вигляді підняття і розламу порід з утворенням зяючих тріщин й інтенсивним метано-

виділенням. Відповідно до досліджень МакНДІ післявоєнний період (з 1952 р.) у Донбасі відбулося 88 проривів метану при розробці 36 шахтопластів на глибинах від 930 м на шахті ім. Косіора ВО Лугансквугілля до 1056 м на шахті ім. А. А. Сковинського ВО Донецьквугілля. У середньому за цей період відбувалося біля 4-х проривів метану в рік. Ці явища супроводжуються, як правило, тривалим загазуванням виробок, ушкодженням кріплення й устаткування, а ліквідація їхніх наслідків сполучена зі значними матеріальними й трудовими витратами. У світовій практиці не існує мір боротьби з раптовими проривами метану в гірничі виробки, як не існує й чітких подань про природу й механізм цих своєрідних явищ. Тому початі МакНДІ дослідження в цій області тривають.

Із всіх перерахованих газодинамічних явищ найнебезпечнішими по своїй руйнівній силі й важких наслідках є раптові викиди вугілля й газу.

Раптовому викиду вугілля й газу можуть передувати як провісники, так і попереджувальні ознаки явища. Провісники раптового викиду — це завчасно, до підходу вугільного вибою до вогнища викиду зміни, що спостерігаються, стану й властивостей вугільного масиву, що стосується основних факторів, що визначають викидонебезпечність: гірського тиску, газонасності й фізико-механічних властивостей вугілля.

Попереджувальні ознаки спостерігаються, як правило, безпосередньо перед виникненням раптового викиду вугілля й газу.

До провісників при підході виробок до потенційних вогнищ раптових викидів вугілля й газу відносяться:

1). Геологічні порушення тектонічного характеру (прогнозовані порушення завчасно наносяться на плани гірничих робіт).

2). Зміна потужності пласта на 10 % і більше (що фактично також є геологічним порушенням).

3). Підвищення газовиділення (при всіх видах технологічних операцій, пов'язаних з роботою по вугіллю в очисних і підготовчих виробках).

4). Порушення вугілля по всій потужності пласту й утворення опуклостей по вибою на величину потужності пласту.

5). Мікровикиди при виїмці вугілля й бурінні.

6). Захоплювання й затягування бурових штанг при бурінні шпурів.

7). Видування газу й штибу зі шпурів.

8). Удари й тріски в масиві при виїмці вугілля й бурінні шпурів (свердловин).

9). Перемяте вугілля по тектонічних тріщинах, заповнених пилом.

10). Наявність дзеркал ковзання по тріщинах.

11). Зміна температури вугілля (з наближенням вибою до вогнища викиду температура вугілля підвищується).

12). Зміна блиску вугілля.

13). Збільшення КВШ (коефіцієнта використання шпуру) при підривних роботах до 1 і більше.

14). Віджим і мікровикиди вугілля з підвищенням газовиділення при виїмці вугілля або після струсувального підривання.

- 15). Збільшений вихід штибу при бурінні.
- 16). Різкі зміни міцності вугілля при бурінні.

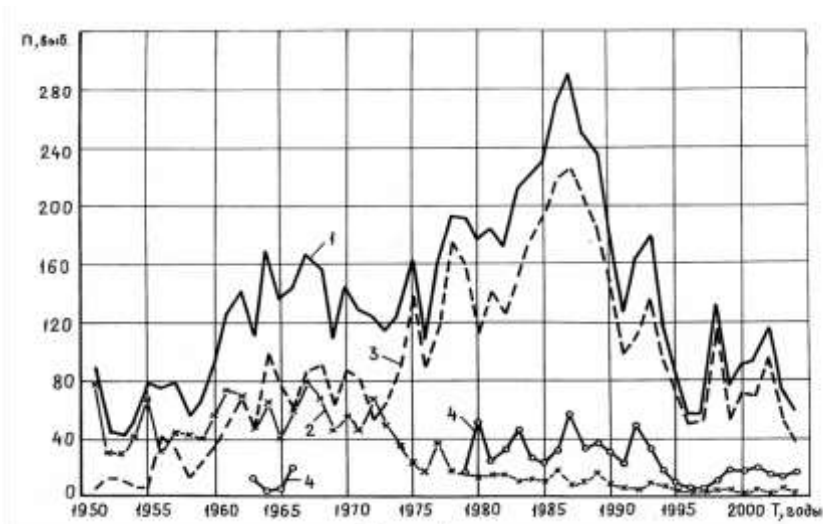


Рис. 1.1 – Динаміка зміни кількості викидів вугілля й газу за період 1951—2005 рр.: 1–загальна кількість викидів; 2 — раптових; 3 — при СП; 4 — при дистанційному керуванні

До попереджувальних ознак раптового викиду вугілля й газу відносять-ся:

- 1). Відскакування шматочків вугілля й лузання вибою.
- 2). Явно видимий рух вугілля у вибої.
- 3). Сильні удари й серії ударів у масиві з утворенням курної хмари.
- 4). Удари в масиві з тиском на кріплення.
- 5). Наростаючий гул у масиві, сильні удари в бічних породах.
- 6). Викиди, що не припиняються, штибу й газу при бурінні.

Відмітними ознаками раптового викиду вугілля й газу є:

а) викид вугілля від вибою на відстань, що перевищує довжину можливого розміщення викинутої маси під кутом природного укосу;

б) утворення у вугільному масиві порожнини;

в) підвищене, у порівнянні зі звичайним, виділення газу в гірничих виробках, при якому відносно газовиділення більше різниці між природної газоносністю пласта й залишкової газоносності пласта й залишкової газоносності викинутого вугілля. Типові приклади викидів й обвалень (висипань) вугілля показані на рисунках 1.2 — 1.5.

Додатковими ознаками раптових викидів вугілля й газу можуть бути: ушкодження й викид від вибою встаткування, деформування кріплення, наявність тонкого-дисперсного вугільного пилу на укосі викинутого вугілля, на

кріпленні й стінках виробки.

Відмітними ознаками викиду породи й газу є:

а) утворення в масиві порожнини, оконтуреної породою, розщепленої на тонкі лускові пластинки;

б) викид породи від вибою й дроблення значної її частини до розмірів грубозернистого піску;

в) підвищене виділення газу у виробку.

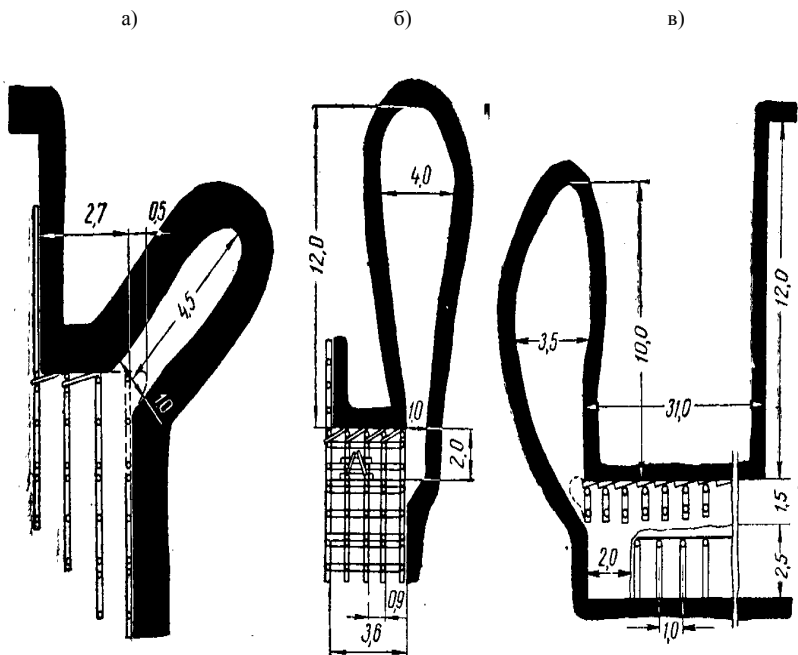


Рис. 1.2 – Типові порожнини раптових викидів вугілля й газу, що відбулися на крутих пластах Центрального району Донбасу: а, б — у стелеуступних лавах, в — у підготовчому вибою

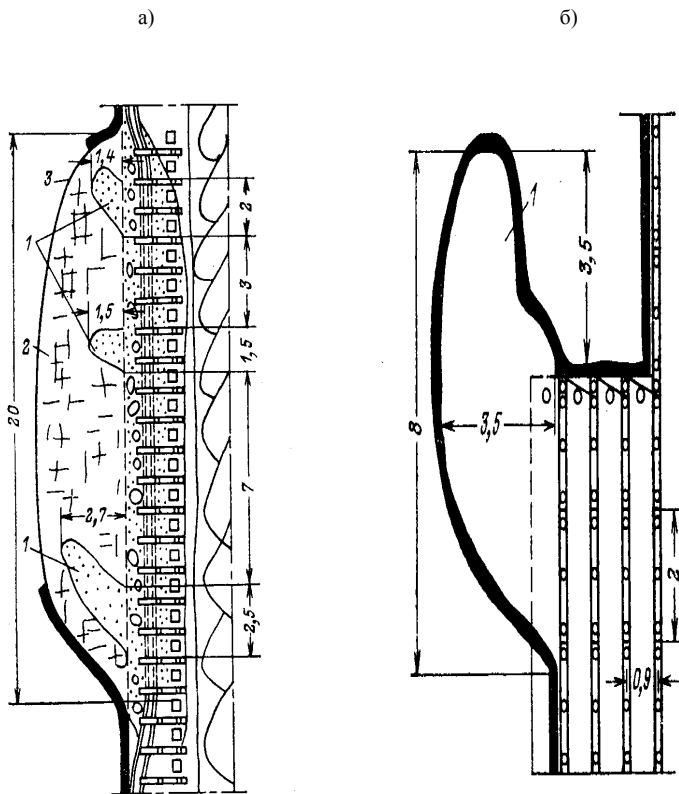


Рис. 1.3 – Порожнини раптових викидів вугілля й газу, що відбулися в очисному вибої пологого пласта (а) і в стелеуступній лаві (б) крутого пласта: 1 — положення вибою перед висипанням вугілля; 2 — положення вибою після висипання.

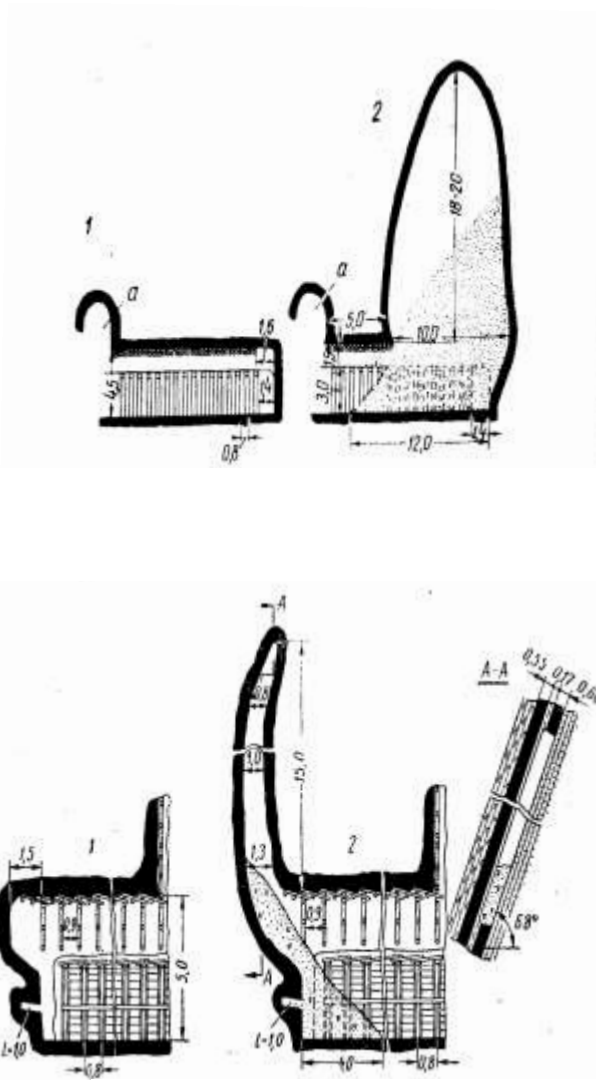


Рис. 1.4 – Раптові висипання вугілля у вибоях підготовчих виробок крутих пластів: 1 — положення вибою перед висипанням вугілля; 2 — положення вибою після висипання; а — порожнина висипання, що відбулося на 13 днів раніше.

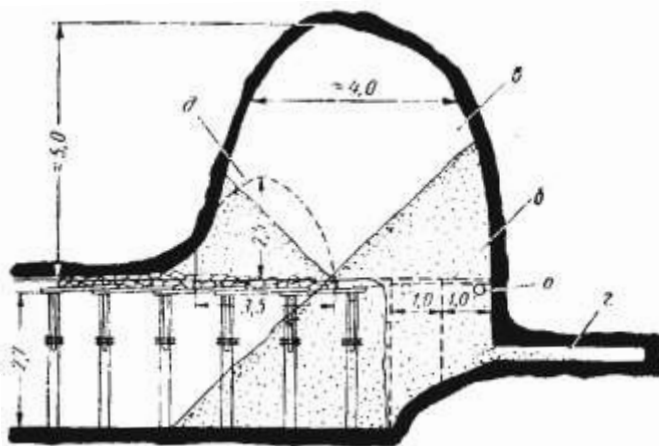


Рис. 1.5 – Звичайне обвалення висячого масиву вугілля у вибої підготовчої виробки крутого пласта: а – стійка; б – полок; в – порожнина; г – залишок попереджувальної свердловини; д – обрій незакріпленої порожнини обвалення, що утворилась при вибухових роботах по породі.

Характеристики всіх видів газодинамічних явищ й їхніх відмітних ознак наведені в таблиці 1.2

Загальна кількість раптових викидів вугілля й газу й інших газодинамічних явищ, що відбулися на шахтах Донбасу — взагалі, і тих, що супроводжувались травматизмом (у т. ч. смертельним) — зокрема, наведені на рис. 1.1 і табл. 1.3.

Таким чином, різноманіття видів ГДЯ, катастрофічність їхнього наслідків і досить широка поширеність у шахтах не тільки створює підвищену небезпеку травматизму працюючих, ушкодження встаткування й гірничих виробок, але й значною мірою ускладнює технологічний процес ведення гірничих робіт, викликає необхідність додаткових матеріальних і трудових витрат на здійснення мір боротьби із цими явищами, обмежує навантаження на видобувні ділянки й шахти в цілому, що в остаточному підсумку приводить до зниження техніко-економічних показників і підвищенню собівартості видобутку вугілля. У цьому зв'язку проблема боротьби з газодинамічними явищами в шахтах здобуває все зростаюче соціальне й народногосподарське значення. Успішне рішення її представляється можливим лише на основі організаційно-методологічного підходу, що зложився в практиці боротьби з раптовими викидами вугілля, породи й газу й порядок, що передбачає, розробки й впровадження комплексу мер, що включає прогнозування потенційної небезпеки шахтопластів або їхніх ділянок (зон) по тім або іншому виді ГДЯ, застосування способів запобігання цих явищ, використання технологічних заходів, що знижують імовірність виникнення ГДЯ, і здійснення мер забезпечення безпеки працюючих на випадок, якщо можливість цих явищ не виключається.

Таблиця 1.2.

Характеристика видів газодинамічних явищ

Вид газодинамічного явища	Характеристика явища і його відмітні ознаки	Фактори, що визначають розвиток явища	Умови виникнення явища	Попереджувальні ознаки
Раптовий викид вугілля й газу	Швидкоплинне руйнування привибійної частини вугільного пласта, що розвивається від вибою в глибину масиву; відкид вугілля у виробку на відстань, що перевищує його розміщення під кутом природного укосу; підвищене газовиділення у виробку, що перевищує різницю між природною й залишковою газовістю викинутого вугілля; утворення порожнин; наявність тонкодисперсного вугільного пилу; ушкодження кріплення й устаткування; повітряний поштовх і звукові ефекти в масиві. Вражаючими факторами є газ і механічний вплив зруйнованої гірської маси	Глибина ведення гірничих робіт; газоносність пласта; знижена міцність і структурна порушеність вугілля	Пласти з газоносністю більше 8 м ³ /т с. б. м.; зони геологічних порушень; зони ПГТ від ціликів на сусідніх пластах; затримка й поновлення деформацій з перерозподілом напруг	Віджим або висипання вугілля; удари й тріски в масиві; відскакування шматочків вугілля й шелушення вибою; винос штибу, газу й затиснення бурового інструмента при бурінні шпурів (свердловин); зменшення міцності вугілля
Неочікуваний викид породи й газу	Швидкоплинне руйнування привибійної частини породного масиву; відкид у виробку породи, частина якої роздрібнена до розмірів грубозернистого піску; розміщення зруйнованої породи під кутом укосу, менше природного; утворення порожнини, оконтуреної лусковими пластинами; підвищене газовиділення у виробку	Газоносність порід; глибина ведення гірничих робіт; фізико-механічні, структурні й колекторські властивості породи	Проведення виробок буропідричним способом по газоносним сильнопористим пісковикам	Розподіл керн на диски опукло-вгнутої форми; збільшення коефіцієнта використання шпурів і ступеня дроблення породи в попередніх циклах виробництва підричних робіт
Неочікуване обвалення (висипання) вугілля *)	Швидкоплинне руйнування нависаючого вугільного масиву; порожнина орієнтована по повстанню пласта; зруйноване вугілля розташовується під кутом, близьким до кута при-	Гірничий тиск; гравітаційні сили; фізико-механічні властивості вугілля	Круті й крутопохилі пласти або окремі їхні пачки III — V типів тектонічної поруше-	Як правило, відсутні. Іноді спостерігаються звукові ефекти в масиві й опадання вугілля

Вид газодинамічного явища	Характеристика і його відмітні ознаки явища	Фактори, що визначають розвиток явища	Умови виникнення явища	Попереджувальні ознаки
	родного укосу; відносно газовиділення менше різниці між природною й залишкової газоносністю вугілля, що обрушилося. Вражаючим фактором є механічний вплив руйнуючого вугілля		ності; зони геологічних порушень; зони ПГТ від ціликів на сусідніх пластах	
Неочікуване видавлювання (віджим) вугілля	Швидкотекучий зсув вугільного масиву у виробку без покидька вугілля; утворення порожнини, заповненої зруйнованим крупношматковим вугіллям, глибина якою менше її ширини; наявність порожнеч, що зяють тріщин і щілини між покрівлю й пластом; відносно газовиділення менше різниці між природною газоносністю й залишковою газоносністю видавленого вугілля. Вражаючим фактором є механічний вплив віджатого вугілля	Гірничий тиск і фізико-механічні властивості вугілля й порід, що вміщують	Зони ПГТ від ціликів на сусідніх пластах; зони впливу геологічних порушень; ділянки зависання покрівлі	Як правило, відсутні. В окремих випадках спостерігається підвищений тиск на привибійне кріплення, звукові ефекти в масиві, затиснення бурового інструмента
Гірський удар (динамічне явище)	Миттєве тендітне руйнування цілини або крайової частини масиву вугілля з покидьком або без виносу вугілля у виробку; утворення або відсутність порожнини; при утворенні порожнини — ширина більше її глибини; перевага в зруйнованому куті великих шматків;	Напружений стан масиву гірських порід; високі міцні деформаційні властивості вугілля й бічних порід	Відпрацьовування залишених ціликів вугілля; ведення гірничих робіт зустрічними й вибоями, що доганяють; проведення ви-	Поштовхи в вуглепородному масиві, відстрибування шматочків вугілля; підвищений вихід бурового дріб'язку й затиснення

Вид газодинамічного явища	Характеристика ї його відмітні ознаки	Фактори, що визначають розвиток явища	Умови виникнення явища	Попереджувальні ознаки
	наявність щілини між пластом і покрівлею. Супроводжується різким звуком, струсом масиву, утворенням пилу й ударної повітряної хвилі; на газоносних пластах — підвищеним газовиділенням. Вражаючими факторами є механічний вплив зруйнованого вугілля й ударна повітряна хвиля		робок у зонах впливу очисних вибоїв, зонах ПГТ і зонах впливу геологічних порушень	бурового інструмента
Неочікуваний прорив газу із підпошки виробки	Швидкоплинне руйнування (розлам) порід підпошки виробки, що супроводжується звуковим ефектом, інтенсивним виділенням газу, іноді з вугіллям і водою; утворення зяючих тріщин, орієнтованих по нормалі або під деяким кутом до напластування порід й. як правило, уздовж лінії очисних вибоїв і поздовжньої осі підготовчих виробок. Вражаючим фактором є газ, що виділяється	Колектори газу в породах підпошки виробки, знижена міцність вугілля й порід, що залягають у підпошві виробки	Зони ПГТ і геологічних порушень; наявність тектонічно порушених вугільних пластів, пропластків вугілля й вуглистою сланцю, розташованих у підпошві виробки на відстані до 25м; більша площа оголення порід підпошки	Інтенсивне здимання підпошки; підвищений тиск на кріплення; удари в породах підпошки
*) Обвалення вугілля, що відбуваються під дією сил ваги внаслідок слабкого зчеплення з бічними породами й порушення технології кріплення нависаючого масиву, не є газодинамічними явищами й відносяться до технологічних обвалень.				

Таблиця 1.3.

Газодинамічні явища й травматизм на шахтах Донбасу

Рік	Усього ГДЯ чис./тр./см	рапто- вих ви- кидів	рапто- вих об- валень	раптових видавлю- вань	при дистан- ційному керуванні	при СП по вугіл- лю	при СП по поро- ді	при роз- критті пластів
		чис/тр. /см.	чис/тр. /см.	чис/тр. /см.	чис/тр. /см.	чис/тр. /см.	чис/тр. /см.	чис/тр. /см.
1991	193/5/5	6/2/2	9/-	13/2/2	23/1/1	102/-	36/-	4/-
1992	249/7/7	4/2/2	5/2/2	11/3/3	49/-	117/-	58/-	5/-
1993	265/11/11	9/3/3	13/4/4	7/-	33/4/4	134/-	65/-	4/-
1994	165/12/12	6/2/2	9/7/7	14/1/1	18/1/1	92/1/1	24/-	2/-
1995	98/5/5	3/2/2	5/2/2	4/1/1	10/-	70/-	5/-	1/-
1996	64/12/8	2/4/1	3/4/4	-/-	4/2/1	49/2/2	5/-	1/1
1997	82/14/9	2/4/2	2/3/3	1/2/2	3/3/1	50/2/1	23/-	1/-
1998	144/21/10	4/12/6	2/4/3	2/3/-	10/1/-	116/-	7/-	3/1/1
1999	94/23/15	4/23/15	1/-	3/-	18/-	53/-	14/-	1/-
2000	113/11/8	1/8/5	1/1/1	8/2/2	18/-	71/-	14/-	-
2001	126/20/15*	5/12/12	2/6/1	4/1/1	20/-	68/-	26/-	1/-
2002	129/17/15	3/11/10	2/3/3	6/2/1	17/1/1	94/-	7/-	-
2003	89/5/5	4/4/4	1/1/1	-	14/-	54/-	15/-	1/-
2004	71/3/3	1/1/1	2/2/2	-	17/-	34/-	16/-	1/-
2005	49/5/4	5/1/1	-	5/4/3	6/2/2**	27/-	12/-	-

* В 2001 р. смерт. травмований 1 чол. від гірського удару (ш. ім. В.І. Леніна ГП «Артемвугілля») — випадок, не зафіксований у таблиці (як єдиний на шахтах Донбасу).

** В 2005 р. 6 ГДЯ (2 викиди й 4 видавлювання) при дистанційному керуванні ввійшли в загальне число раптових викидів і видавлювань, тому виключені із графі «Усього ГДЯ — 49».

Щорічно, до затвердження планів розвитку гірничих робіт, комісія під головуванням технічного директора об'єднання або головного інженера вугледобувного підприємства в складі представників територіального керування (округу) Держпромгірнагляду й науково-дослідних інститутів, що займаються питаннями боротьби із ГДЯ (МакНДІ, ДонВУГІ, ДонНДІ, УкрНД-МІ й НДІГС), по поданню шахт розглядає: перелік і порядок відпрацьовування загрожуваних, викидонебезпечних й особливо викидонебезпечних шахтопластів (ділянок), загрожуваних і небезпечних по раптових обваленнях, видавлюванням вугілля й по гірських ударах, викидонебезпечних пісковиків, перелік виробок, небезпечних по раптових проривах газу із підшви, захисних пластів, необхідність застосування способів прогнозу й запобігання ГДЯ, а також місця закладення розрізних печей (гезенків) на незахищених, небезпечних по ГДЯ пластах. Прийняті комісією переліки й порядок відпрацьовування шахтопластів затверджують спільним наказом об'єднання (підприємства) і територіального керування Держпромгірнагляду, а наступні зміни й доповнення до нього вносять за узгодженням з вищевказаною комісією.

Для безпечної розробки пластів необхідно передбачати застосування:

- прогнозу небезпеки прояву ГДЯ;
- випереджального відпрацьовування захисних пластів або інших способів запобігання ГДЯ й контролю їхньої ефективності;
- систем розробки й технологій ведення очисних і підготовчих робіт, що знижують імовірність виникнення ГДЯ;
- заходів щодо забезпечення безпеки працюючих.

Способи запобігання ГДЯ підрозділяються на[1], [16]:

- регіональні
- локальні.

До *регіональних способів* відносяться: випереджальне відпрацьовування захисних пластів; дегазація наддроблюємих крутих викидонебезпечних пластів у зонах розвантаження; зволоження вугільних пластів; передове торпедування порід покрівлі пласта; гідродинамічний вплив на вугільний пласт.

До *локальних способів* відносяться: гідророзпушування вугільного пласта; гідровіджим привибійної частини пласта; утворення розвантажувальних пазів; утворення розвантажувальних щілин у породах, що вміщують; буріння випереджальних свердловин; торпедування вугільного масиву; утворення розвантажувальної щілини по довжині очисного вибою; вібраційний вплив на привибійну частину пласта; оптимізація параметрів буропідричних робіт; проведення виробок з випереджальним вибоєм; зведення загороджувальних перемичок і випереджального кріплення; буріння дегазаційних свердловин.

К заходам щодо забезпечення безпеки працюючих, які повинні застосовуватися диференційовано залежно від видів ГДЯ відносяться: виробництво струсуювальне підривання; регламентації послідовності виконання технологічних процесів і способів запобігання ГДЯ при роботі в небезпечних зонах; схеми вентиляції, що забезпечують стійке провітрювання вибоїв і можливість підсвіження вихідного з очисного вибою струменя повітря; організація телеметричного контролю за змістом метану в гірничих виробках, у тому числі при струсуювальному підриванні; влаштування індивідуальних або групових пунктів життєзабезпечення, або переносних рятувальних пунктів; встановлення телефонного зв'язку; дистанційне керування машинами й механізмами.

Керівництво роботами по боротьбі із ГДЯ здійснюють за схемою: Технічне керування Міністерства вугільної промисловості України - технічні директори (головні інженери) об'єднань (підприємств) – головні інженери шахт (шахтоуправлінь).

У технічній дирекції об'єднань, шахти яких розробляють пласти схильні до ГДЯ, або проводять виробки по викидонебезпечним пісковикам, роботи з боротьби із ГДЯ організує головний гірник по боротьбі із цими явищами, а в шахтобудівних підприємствах і самостійних шахтах — особи, призначені наказом по підприємстві.

Відповідальність за забезпечення безпечних умов праці на шахті при веденні гірничих робіт на пластах, схильних до ГДЯ, і на викидонебезпечних пісковиках покладає на головного інженера підприємства й технічного директора об'єднання, які здійснюють вибір способів прогнозу й запобігання ГДЯ,

а також заходів щодо забезпечення безпеки працюючих для конкретних вибоїв. Обрані заходи вносять у технічну документацію, що погоджують і затверджують у встановленому порядку.

Ведення прогнозу й контролю ефективності заходів щодо запобігання ГДЯ на шахтах здійснюють спеціальні служби (групи), які підкоряються безпосередньо головному інженерові шахти. Допускається створення таких груп у складі ділянки вентиляції й техніки безпеки (ВТБ). Такою групою керує заступник начальника ділянки ВТБ за прогнозом і контролем і підкоряється головному інженерові шахти.

Вимоги до розробки пластів, схильних до газодинамічних явищ:

При застосуванні суцільної системи розробки на незахищених крутих й крутопохилих викидонебезпечних пластах вибій відкаточного штреку повинен випереджати очисний вибій (уважаючи від першого уступу лави або нижнього сполучення лави зі штреком) не менше чим на 100м. Просіки (нижні печі) повинні випереджати очисної вибій не менше чим на 20м.

На пологих і похилих пластах при суцільній системі розробки допускається проведення відкаточного (конвеєрного) штреку по вугіллю одним вибоєм з лавою або з випередженням не менше 100м.

В окремих випадках за висновком МакНДІ випередження відкаточного (конвеєрного) штреку на крутих і пологих пластах може бути менше 100м, а просіка (нижньої печі) менше 20м залежно від гірничо-геологічних і гірничо-технічних умов.

Закладення польових виробок необхідно робити на відстані не менше 5,0м від вугільних пластів, схильних до раптових викидів, вважаючи по нормалі. За висновком МакНДІ допускається закладення польових виробок на меншій відстані. При цьому польові виробки необхідно проводити з бурінням розвідницьких свердловин через кожні 5,0м посування або з контролем відстані до пласту акустичним способом.

Якщо польова виробка проводиться буропідричним способом, то режим струсуювального підривання вводять при наближенні до пласту на відстань не менше 3,0м по нормалі.

Підготовчі й очисні роботи у встановлених прогнозом небезпечних зонах необхідно проводити із застосуванням способів запобігання ГДЯ.

На шахтах, небезпечних по раптових викидах, виділяють спеціальну зміну для виконання локальних способів запобігання ГДЯ й ведення струсуювального підривання. На підставі хронометражних спостережень, за узгодженням з МакНДІ й органами Держпромгірнагляду, час на виконання зазначених робіт може бути менше або більше зміни, про що вказують у паспорті виїмкової ділянки або в паспорті проведення й кріплення виробки.

Виїмку вугілля в очисних вибоях пологих і похилих пластів, небезпечних по ГДЯ, варто робити вузькозахватними комбайнами, здатними до самозарубування, або струговими установками.

При відсутності комбайнів, здатних до самозарубування, виїмку вугілля в нішах допускається робити вибурюванням, відбійними молотками або струсуювальним підриванням.

Виймку вугілля вузькозахватними комбайнами варто робити за односторонньою схемою. За двосторонньою схемою виймка вугілля допускається в безпечних зонах, установлених прогнозом, а також у небезпечних зонах після застосування способів запобігання ГДЯ й контролю їхньої ефективності.

Виймка вугілля широкозахватними комбайнами може бути дозволена органом Держпромгірнагляду за висновком МакНДІ й технологічного інституту (ДонВУГІ).

Допускається виймка вугілля відбійними молотками по всій довжині лави або окремої її частини при нестійкій, легкообвалюваній покрівлі зі спеціальними заходами, погодженими з МакНДІ, ДонВУГІ (ДонНДІ) і затвердженими головним інженером шахти.

Виймка вугілля на крутих шахтопластах, небезпечних по ГДЯ, виробляється лавами по падінню із застосуванням щитових агрегатів, а також лавами по простяганню із застосуванням дистанційно керованих комбайнів або відбійних молотків.

При стелеуступній формі очисного вибою відстань між уступами по простяганню не повинне перевищувати 3,0м для пластів потужністю до 1,0м й 4,0м для пластів потужністю більше 1,0м.

Керування покрівлею в очисних вибоях небезпечних по ГДЯ шахтопластів виробляється повним обваленням або повною закладкою виробленого простору. Інші способи керування покрівлею допускаються за узгодженням з МакНДІ й ДонВУГІ (ДонНДІ).

На пластах, небезпечних по ГДЯ, допускається виймка вугілля струговими установками без застосування способів запобігання цих явищ по довжині лави. При цьому виймка вугілля повинна здійснюватися по всій довжині очисного вибою при відсутності людей у лаві й по ходу вихідного струменя повітря до його підсвіження або місця з'єднання із груповою виробкою. Дозволяється знаходження помічника машиніста на верхній головці конвеєра стругової установки (крім особливо викиднебезпечних ділянок). Прямолинійність лави повинна контролюватися інструментально маркшейдерською службою шахти не менше двох разів на місяць.

При нестійкій покрівлі допускається виймка вугілля стругом окремими послідовними ділянками довжиною не менше 80,0м і глибиною не більше 0,8м. У кінцевих частинах лави довжина ділянок, що виймають, може бути зменшена до 25,0м, при цьому перехід між ділянками повинен бути плавним протягом не менше 16,0м.

На особливо небезпечних ділянках, основний пульт керування стругом повинен перебувати: при стовповій системі – на відкаточному штреку на відстані не менше 15,0м від вибою лави убік свіжого струменя повітря; при суцільній системі – на відстані не менше 20,0м від вибою лави убік свіжого струменя повітря; у пульту керування повинен перебувати тільки машиніст стругової установки. При виймці вугілля стругом у нижній кінцевій частині лави знаходження людей у випередженні відкаточного (конвеєрного) штреку не допускається.

В лавах зі струговою технологією виймки вугілля на пластах потужністю

0,8м і більше повинен застосовуватися прогноз і способи запобігання ГДЯ в небезпечних зонах установлених прогнозом.

На пластах схильних до гірських ударів, допускається, за узгодженням з УкрНДМІ, ведення очисних робіт з виїмки вугілля механізованим способом без приведення крайової частини пласту в ударонебезпечний стан, при цьому виїмковими механізмами повинні управляти дистанційно з відстані не менше 15,0м.

На пластах, одночасно схильних до декількох видів ГДЯ, прогноз безпеки проводять по кожному з явищ.

Залежно від видів безпеки, установлених прогнозом, застосовують відповідні міри запобігання ГДЯ, передбачені Правилами для цих явищ.

При розкритті вугільних пластів передбачаються способи запобігання раптових викидів вугілля й газу, раптових обвалень вугілля й раптових проривів метану із підшови виробок.

Для запобігання раптових викидів застосовується: буріння дренажних свердловин, зведення каркасного кріплення, гідророзпушування вугільного масиву, гідровимивання пласта в перетині виробки, утворення розвантажувальних порожнин у породах, що вміщують. У складних гірничо-геологічних умовах допускається сполучення цих способів.

Опускаючи виклад технології їхнього виконання, відзначимо, що на крутих пластах найбільше широко застосовуються гідророзпушування й гідровимивання вугілля в комплексі зі зведенням каркасного кріплення по периметру виробки, а на пологих — гідророзпушування й буріння дренажних свердловин. Всі ці способи в достатньому ступені освоєний і багаторічний досвід підтвердив доцільність їхнього застосування у відповідних гірничо-геологічних умовах.

На крутих пластах, схильних до раптових обвалень вугілля, для запобігання цих явищ застосовують каркасне кріплення, установлювану по зводу виробки, що розкриває. Досвід застосування каркасів для попередження обвалень нависаючого масиву при розкритті крутих пластів підтверджує ефективність даного заходу.

Розкриття й перетинання виробками викидонебезпечних пісковиків здійснюється буропідривним способом у режимі струсувального підривання, а при проходці вертикальних стовбурів комбайнами — керування ними роблять дистанційно з поверхні не ближче 50м від стовбура.

Для запобігання раптових проривів метану при розкритті вугільних пластів і пропластків виробляється буріння дегазаційних свердловин.

Всі ці способи в достатній мірі освоєне й застосування їх не викликає яких-небудь утруднень. Інші ж ГДЯ, такі як гірські удари й видавлювання вугілля при розкритті пластів не відбуваються й тому заходу щодо запобігання їх у цих умовах не застосовуються.

Таким чином, аналіз стану проблеми газодинамічних явищ у шахтах Донбасу дозволяє констатувати, що наука й практика боротьби з різними видами явищ одержали нерівнозначний розвиток, переважне лише в додатку до раптових викидів вугілля, породи й газу, як найпоширенішим і катастрофіч-

ним явищам. Історія боротьби з ними обчислюється багатьма десятиліттями, протягом яких сформувався стрункий організаційно-методологічний підхід, що себе виправдав, до вивчення природи й механізму раптових викидів, розробці й впровадженню технічних рішень за прогнозом і запобіганням цих явищ, технології ведення гірничих робіт і забезпеченню безпеки працюючих. У відношенні інших ГДЯ такого підходу не було, а для боротьби з ними використалися, як правило, технічні рішення, призначені для боротьби з викидами, що не завжди приводило до позитивних результатів. Більше того, в умовах різноманіття видів ГДЯ на тих самих пластах застосування способів прогнозу або запобігання одних явищ часто виявлялося неефективним і навіть шкідливим для інших. Регіональні способи запобігання ГДЯ, засновані на бурінні свердловин у вугільних пластах, незважаючи на привабливість ідеї завчасного усунення небезпеки виникнення цих явищ, зі збільшенням глибини розробки пластів і ростом гірського тиску стали неефективними, а з урахуванням локальності прояву газодинамічної активності пластів — економічно недоцільними. Технологічні заходи, що рекомендують для зниження ймовірності ГДЯ, розглядаються як «друга лінія захисту» після виконання спеціальних способів запобігання цих явищ. У той же час деякі з таких заходів, наприклад, польова підготовка, самі по собі є кардинальною мірою усунення небезпеки виникнення ГДЯ й повинні застосовуватися в першу чергу, а при неможливості здійснення або недостатньої ефективності технологічних заходів — спеціальні способи запобігання цих явищ.

У цьому зв'язку зовсім очевидна необхідність принципово іншої концепції рішення проблеми боротьби із ГДЯ з позицій спільності й розходження видів явищ, тенденції зміни умов і характеру їхнього прояву, уніфікації способів і засобів прогнозу й запобігання різних явищ, підвищення безпеки ведення гірничих робіт на основі автоматизації виробничих процесів і дистанційного керування машинами й механізмами, а також досягнення високих техніко-економічних показників за рахунок застосування прогресивних технологій і засобів механізації видобувних і прохідницьких робіт, що забезпечують одночасно й запобігання газодинамічних явищ.

ЛЕКЦІЯ № 2. Методи прогнозу ГДЯ й контролю ефективності противикидних заходів.

2.1. Методика експертної оцінки викидонебезпечних зон на вугільних пластах Донбасу

У цей час 76 шахт Донбасу ведуть гірничі роботи на 95 викидонебезпечних й 105 загрожуваних шахтопластах.

Для прогнозу викидонебезпеки використовуються, в основному, способи, які створювалися при глибинах розробки вугільних пластів 400-600м.

Зниження точності прогнозу викидонебезпеки на сучасних глибинах видобутку вугілля приводить до необґрунтованих витрат, особливо при відпрацьовуванні загрожуваних по викидах вугілля й газу пластів, коли встає питання про їхній переклад з категорії загрожуваних у категорію викидонебезпечних.

Ціна помилок такого роду різна для загрожуваних і викидонебезпечних пластів. Якщо для останніх виявлення помилкової небезпечної зони зв'язано лише з невинуватим застосуванням противикидних заходів або БВР у режимі струсовального підтривання, то для гірничих робіт на загрожуваних пластах такі помилки обумовлюють передчасний переклад пластів у категорію викидонебезпечних.

У зв'язку із цим актуальна розробка надійної методики оцінки реальної викидонебезпеки аномальних зон, виявлених будь-яким прогнозом викидонебезпеки. Для загрожуваних пластів необхідність такої методики регламентована [1].

Любий з існуючих нормативних способів прогнозу викидонебезпеки контролює тільки один з факторів викидонебезпеки, у той час як у формуванні раптового викиду вугілля й газу беруть участь три [2]:

- пружно-деформований стан вугільного пласту,
- зміст метану в його привибійній частині,
- фізико-механічні властивості вугілля.

Тому для достовірної оцінки аномальної зони в МакНДІ було розроблено «Положення про експертну оцінку викидонебезпечних зон на вугільних пластах Донбасу» [4], у якому застосовується комплекс способів, що дозволяють досліджувати ступінь викидонебезпеки по кожному з факторів.

Підвищення вірогідності прогнозу викидонебезпечності досягається за рахунок застосування комплексу нормативних способів, що забезпечують оцінку пружно-деформованого стану (ПДС) привибійної частини, міцності й структурної порушеності вугільний пластів, газового фактора.

Комплекс містить у собі наступні нормативні способи (див. таблицю 2.1):

1. Для оцінки викидонебезпеки по ПДС привибійної частини необхідно застосовувати один з наступних способів:

— визначення величини зони розвантаження по динаміці газовиділення відповідно до [1];

Таблиця 2.1 –

Способи оцінки викидонебезпеки зон

Пружно-деформований стан привибійної частини пласта	Імпульсне зондування масива	$\frac{K_{\max}}{K_{\text{ср}}} > 3, \text{ або } K_{\max} > K_{\text{кр}},$ де $K_{\max}$, $K_{\text{ср}}$ - максимальне і середнє значення коефіцієнта викидонебезпеки; $K_{\text{кр}}$ - критичне значення коефіцієнта викидонебезпеки, встановлене для даного пласта
	Визначення величини зони розвантаження по динаміці газовиділення	Коли безпечна глибина вимання, хоча б по одному з шпурів буде менш технологічної глибини виймання в черговому циклі, або відстань до максимуму гірничого тиску менш потроєнної потужності пласта, або значення цих параметрів по двох сусідніх шпурах відрізняються у два рази і більш;
	Визначення величини зони розвантаження по параметрам акустичного сигналу	
Газовий фактор	Визначення сорбційних показників вугілля	Коли тиск газу і швидкість його зростання перевищує критичне значення, визначене для даного пласта в зоні, безпечній по викидам.
	Вимірювання початкової швидкості газовиділення в шпур	при V^{daf} менш 15% - $g_{\text{н}} = 5$ л/хв при V^{daf} 15 - 20% - $g_{\text{н}} = 4,5$ л/хв при V^{daf} 20 - 30% - $g_{\text{н}} = 4,0$ л/хв при V^{daf} более 30% - $g_{\text{н}} = 4,5$ л/хв
Фізико-механічні властивості вугілля	Визначення коефіцієнта міцності і йодного показника структурної порушеності в лабораторії МакНДі;	Коефіцієнт міцності вугілля менш 0,6 або йодний показник більш 3,5 мг/г;
	Вимірювання коефіцієнта міцності вугілля міцномером ПК-1	Коефіцієнт міцності вугілля менш 0,8;
	Вимірювання міцності вугілля за допомогою пристрою П-1	Коли міцність хоча б по одній вугільній пачці пласта буде дорівнюватись або менш 60 у.о.

- визначення величини зони розвантаження відповідно до [5];
- оцінку викидонебезпеки за результатами імпульсного зондування масиву відповідно до [6].

Імпульсне зондування виконувати:

- у підготовчому вибої — на 50-ти метровій ділянці, що прилягає до вибою, не більше ніж через 5м;
- в очисному вибої — по всій довжині вибою не більше ніж через 10-15м. Ситуація по ПДС вважається небезпечною при одній з наступних умов (дивіться таблицю 2.1):
- якщо безпечна глибина виїмки, обчислена по величині зони розвантаження, хоча б по одній зі свердловин, буде менше технологічної глибини виїмки в черговому циклі, або відстань до максимуму гірського тиску менше потроєної потужності пласту, або значення цих параметрів по двох сусідніх свердловинах відрізняються в 2 рази й більше;
- якщо за результатами імпульсного зондування масиву

$$\frac{K_{\max}}{K_{\text{ср}}} > 3, \text{ або } K_{\max} > K_{\text{ср}},$$

де $K_{\max}$, $K_{\text{ср}}$ — максимальне й середнє значення коефіцієнта викидонебезпеки;

$K_{\text{ср}}$ — критичне значення коефіцієнта викидонебезпеки, установлене для даного шахтопласта [6, 7].

2. Для оцінки викидонебезпеки по фізико-механічній властивості вугільного пласта застосовують один з наступних способів:

- визначення коефіцієнта міцності і йодного показника структурної порушеності в лабораторії МакНДІ;
- вимір коефіцієнта міцності вугілля міцноміром ПК-1 відповідно до [1];
- вимір міцності вугілля відповідно до [8].

Ситуація по фізико-механічних властивостях вважається небезпечною при одній з наступних умов:

- якщо при лабораторних вимірах хоча б в одній із проб коефіцієнт міцності вугілля буде менше 0,6 або йодний показник більше 3,5 мг/г;
- якщо коефіцієнт міцності вугілля, обмірюваний міцноміром ПК- 1, хоча б в одній зі свердловин буде менше 0,8;
- якщо мінімальне обмірюване значення міцності хоча б по одній вугільній паці пласту дорівнює або менше 60 у. о.

3. Для оцінки газового фактора викидонебезпеки вугільного пласта застосовують його сорбційні показники, обмірювані за методикою МакНДІ. Показник визначається по величині тиску в герметичному пробовідбірнику десорбованого із проби вугілля газу. Проби вугілля відбираються на другому й третьому метрах буріння контрольних шпурів, розташованих відповідно до вимог [1]. Тиск газу вимірюється через 60с після вибурування бурового дріб'язку зі свердловини й величина його фіксується через 20, 30 й 40с після ге-

рметизації пробовідбірника. Ситуація по газовому фактору вважається небезпечною, якщо тиск десорбованого газу й швидкість його наростання хоча б в одній із проб перевищить критичні значення, визначені для даного шахтопласта на еталонній ділянці в безпечній по викидах зоні.

За даними останніх досліджень[2] запропонован спосіб прогнозування викидонебезпеки привибійний частини вугільного пласту, що враховує фактор часу.

Короткий аналіз багаторічного досвіду створення й застосування різних методів прогнозу викидонебезпеки доводить необхідність розробки й використання, крім регіонального, нового способу викидонебезпеки привибійний частини пласту. Локальність (зональність) викидонебезпеки неодноразово доводилася.

До початку сімдесятих років був накопичений досить представницький досвід розробки викидонебезпечних пластів, що дозволив створити регіональний спосіб прогнозу викидонебезпеки вугільних пластів і пісковиків. Удалося розрахувати частку площі реально викидонебезпечних ділянок, тобто на яких викиди вугілля й газу відбулися. Вона не перевищувала 1% загальний відпрацьованої площі, що доводило необхідність безперервного в міру посування виробок прогнозу (оцінки) викидонебезпеки привибійний частини шахтопластів.

Встановлена раніше залежність імовірності виникнення викидів вугілля й газу від ступеня його метаморфізму, визначає практичну реальність і ще більшу необхідність безперервного прогнозу викидонебезпеки привибійний частини вугільних пластів, у тому числі вперше з огляду на й фактор часу при його застосуванні.

До кінця 70-х років МакНДІ одночасно із застосуванням поточного прогнозу викидонебезпеки зон за абсолютним значенням початкової швидкості газовиділення g_n , л/хв. Розроблений новий спосіб оцінки усунення викидонебезпеки, названий контролем ефективності запобігання викидів. Заснован він на динаміці початкової швидкості газовиділення, а не на її абсолютних значеннях. Область застосування його тепер розширена. Спосіб може застосовуватися не тільки в лавах, але й в окремих випадках, за узгодженням з МакНДІ, у підготовчих виробках замість прогнозу викидонебезпеки за абсолютним значенням початкової швидкості газовиділення або міцності вугілля, пласту.

Науковою основою запропонованої раніше динаміки газовиділення була фізична модель привибійний частини викидонебезпечного вугільного пласту. Базувалася вона на поданні про можливу проникність привибійний частини пласту. Подальше вивчення особливостей мінливості розподілу водогазових розчинів привело до виводу про відсутність водогазопроникності не тільки окремих блоків шахтопластів, але і їх привибійний частини. Колись звичний термін газовиділення асоціювався зі здатністю вугільного пласту пропускати, фільтрувати через себе водогазову суміш. Ця здатність називається проникністю й має місце тільки при наявності перепаду тиску. Але в тонкопористому від природи водогазоносному пласту перепаду тиску нема,

хоча тиск газів у пластах і виміряється. Водогазовиділення із привибійний частини пласту, із пробурених у ній шпурів відбувається, реєструється. Процес цей по фізичній сутності повністю ідентичний виділенню (“випару”) води (розчинів) у лабораторних умовах з непроникного шматка породи, відірваного від напруженого масиву. Ще більш наочна ідентичність названого “випару” процесам, що відбуваються, наприклад у деревах. Відомо, що коріння дерев по капілярах постачають листя живильними розчинами. Але якщо дерево спиляти, то непроникна, наприклад береза, реалізуючи процес водовіддачі, висохне. Процеси руху розчинів обумовлюються капілярними, Ван-дер-Ваальса силами. Виділення розчинів з тонкопористого тіла можливо тільки з капілярів розмірами (діаметрами) не менш 10^{-7} м, якщо на границі стінка капіляр-рідини виникає подвійний електричний шар. З капілярів діаметром 10^{-7} м водяні розчини виділяються-випаровуються у зв'язку зі зменшенням капілярних сил, що має місце при збільшенні діаметра капілярів(рівняння Лапласа).

Для практичного застосування в наукових цілях пропонується поряд зі звичним терміном газовиділення використати, у тому числі й термін «капілярна водогазовіддача», що буде характеризувати газовиділення із практично непроникного, мільйони років знаходжуемого в складному об'ємному напруженому стиску, але тепер розвантаженого вугільно-породного масиву.

При виїмці вугілля в лавах пластів потужністю приблизно 1,8м і більше викиди вугілля й газу на шахтах не відбувалися й не відбуваються тому що вона (виїмка) виробляється саме в зоні отжима.

При будь-якому розподілі напруг поперед вибою, що рухається, підготовчої виробки початкова область їхнього росту від привибійний частини пласту в глибину масиву буде характеризувати глибину розробки тобто отжима вугілля. Отжим однозначно визначається як видавлювання вугілля убік виробленого простору. Очевидно, що відбувається він завжди під час перерозподілу напруг, що має місце при виїмці вугілля. Саме йому властива знижена напруженість й, отже, підвищена схильність до газовіддачі - газовиділенню. Через те, що ріст природної багатогазовісті від вибою в глибину масиву підкоряється прямолінійної залежності йому ж буде відповідати й ріст швидкості газовиділення зі шпурів у міру їхнього поглиблення. Справедливість цього доведена численними шахтними експериментами.

На початку ХХІ сторіччя експериментальні дослідження групи фахівців України довели, що на більших глибинах проявляються невідомі раніше властивості вуглепородних масивів: схильність до деформацій генетичного повернення (ДГП) при розвантаженні. Вони опубліковані в журналі “Вугілля України” №2-3 за 2001р.

У зоні отжима ДГП стимулюють капілярну водогазовіддачу. Припинення росту газовиділення відбувається не через досягнення області нульової проникності, як це передбачалося раніше, а через досягнення рівня напруженості, при якому розвантаження, необхідне для виникнення ДГП і характеризує зону віджима, не досягнуте.

Тепер, з огляду на півметровий нормативний інтервал виміру почат-

кової швидкості газовиділення при використанні динаміки газовиділення, нормативне віднесення інтервалу падіння до розвантаженої зони l_{δ} , повинне бути названа глибиною віджима $h_{\text{відж}}$, м:

$$h_{\text{відж}} = (l_{\delta} - 0,3), \text{ м}$$

При подальшому поглибленні шпурів величина початкової швидкості газовиділення при використанні динаміки газовиділення буде обумовлюватися розмірами ділянок вугільних пластів, що руйнуються навколо вимірювальних камер, але не переходом від впровадження з викидобезпечній у викидонебезпечну частину масиву. Реальність викидонебезпеки буде доводити досягнення значень тимчасового критерію $K_{\text{в}} \geq 5$, що розраховується по результатах фактичних вимірів:

$$K_{\text{в}} = \frac{g_{\text{н}}}{g_{\text{т}}}$$

де $g_{\text{т}}$ – швидкість газовиділення, обмірювана через 3 хв послідовно вимірюючи $g_{\text{н}}$, л/хв.

Припустима глибина виїмки (l_{δ} , м) визначиться як

$$l_{\delta} = (h_{\text{отж}} - 1), \text{ м}$$

Схема розташування контрольних шпурів зберігається відповідним нормативним вимогам.

При виявленні поточним прогнозом небезпечної зони роботи в вибою тимчасово припиняються, після геологічного обстеження головний інженер шахти, за узгодженням з МакНДІ, своїм письмовим розпорядженням доручає службі прогнозу здійснити її оцінку відповідно до робочої методики, за результатами якої приймається рішення про порядок ведення гірничих робіт у межах виявленої зони.

На загрозованих пластах при одержанні прогнозу «небезпечно» способом, передбаченим паспортом, виконується оцінка ПДС привибійної частини масиву, фізико-механічних властивостей пласту і його сорбційних показників.

Якщо по всіх факторах викидонебезпеки отримана оцінка «небезпечно», то виявлена зона вважається викидонебезпечною, і за висновком МакНДІ вугільний пласт переводиться в категорію викидонебезпечних.

Якщо хоча б по одному з факторів отримана оцінка «ненебезпечно», проведення підготовчої виробки, ведення очисних робіт здійснюється буропідризним способом у режимі струсуювального підризування або із застосуванням противикидних заходів протягом не менше 15м посування вибою, при цьому по всіх факторах викидонебезпеки через кожні не більше ніж 3м повторюється оцінка стану вибою. Якщо в одному із циклів вимірів буде отриманий прогноз «небезпечно» по всім трьох факторах, то виявлена зона вважається викидонебезпечною і за висновком МакНДІ вугільний пласт переводиться в категорію викидонебезпечних.

На викидонебезпечних пластах оцінка повинна виконуватися по ПДС і газовому фактору.

Якщо небезпечна зона виявлена поточним прогнозом по початковій швидкості газовиділення [1], то у вибої виконується:

- оцінка ПДВ згідно п. 1;
- оцінка газового фактора згідно п. 3.

Якщо небезпечна зона виявлена прогнозом по акустичній емісії масиву, то необхідно виконати:

- оцінку по газовому факторі згідно п. 3;
- визначення величини зони розвантаження згідно п. 1.

Якщо зона виявлена способом контролю викидонебезпеки по параметрах акустичного сигналу, то її необхідно оцінити по газовому факторі відповідно до п.3. В очисному вибої оцінку необхідно сполучати з визначенням величини зони розвантаження відповідно до п.1. У підготовчому вибої — по двох шпурах глибиною не менше 3м, пробуреним у кутках виробки.

По результатам оцінки виявлених зон на викидонебезпечних пластах приймаються наступні рішення.

Якщо викидонебезпечність зони підтверджена по газовому фактору й ПДС масиву, то в її межах виконуються противикидні заходи або відбійка вугілля здійснюється буропідричним способом у режимі струсуювального підривання.

Якщо викидонебезпечність зони не підтверджується оцінкою по газовому фактору або оцінкою ПДС масиву, то протягом руху вибою по виявленій зоні й ще шести метрів зони запасу для підготовчого вибою й трьох метрів посування очисного вибою, поряд із прогнозом викидонебезпечності, передбаченим паспортом, додатково не більше ніж через кожні 2м виконують

оцінку по газовому фактору й ПДС масиву. Якщо при цьому хоча б в одному із циклів вимірів по цих факторах отримано прогноз «небезпечно», то подальше проведення виробки здійснюється із противикидними заходами або в режимі струсуювального підривання до виходу з небезпечної зони.

За результатами комплексної оцінки виявлених прогнозом небезпечних зон складається акт у якому відбиваються результати виконаних робіт і прийняті по них рішення. Акт затверджується головним інженером шахти й узгоджується з МакНДІ.

Рішення про зміну категорії викидонебезпечності вугільного пласту по представлених матеріалах приймає у встановленому порядку комісія відповідно до п. 1.2.5 «Інструкції...».

Як приклад застосування комплексної оцінки потенційно небезпечних по раптових викидах вугілля й газу зон можуть служити дослідження, проведені в 5-ом західному транспортному штреку пл. m_3 шахти «Ясинівська-Глибока» ВО «Макіїввугілля».

В умовах шахти «Ясинівська-Глибока» пласт m_3 із глибини 450 м є загрожуваним по викидах вугілля й газу.

У межах шахтного поля пласт має просту будову, потужність 1,18-1,42м, кут падіння 16-18°. Середня газоносність досягає 26,0 м³/т. с. б. м, середнє значення вагового виходу летучих речовин становить 19,6 %, комплексний показник ступеня метаморфізму вугілля дорівнює 18,3 у. о., марка ву-

гілля — «ОС», коефіцієнт міцності — 1,5.

Проведення 5-го західного транспортерного штреку здійснювалося комбайном ІГПКС.

На ділянці проведення штреку прогнозувалася зустріч тектонічного порушення у вигляді насування з амплітудою 5-15м, кутом падіння зміщувача близько 30^0 .

Таблиця 2.2.

Схема оцінки викидонебезпеки зон

Фактори викидонебезпечності	Загрожувані пласти			Викидонебезпечні пласти				
	Зона виявлена одним зі способів прогнозу			Зона виявлена:				
				поточним прогнозом		прогнозом по акустичній емісії		способом автоматизованого контролю
Пруж.-деформ. стан	небезпечно	н/без (без)	без (н/без)	небезпечно	н/без (без)	небезпечно	без (н/без)	
Газовий	небезпечно	н/без (без)	н/без (без)	небезпечно	без (н/без)	небезпечно	н/без (без)	н/без (без)
Фіз.-мех. властивості	небезпечно	н/без (без)	без (н/без)					
Результати оцінки	Зона небезпечна, визначення пласта викидонебезпечним	Не менше 15м — режим СП або противикидні заходи з комплексною оцінкою		Противикидні заходи або режим СП	По всій зоні комплексна оцінка + 6м — зона запасу	Противикидні заходи або режим СП	По всій зоні комплексна оцінка + 6м — зона запасу	Противикидні заходи або режим СП (по всій зоні комплексна оцінка + 6м — зона запасу)

Оцінка викидонебезпеки пласту у вибої штреку вироблялася по початковій швидкості газовиділення зі шпурів.

На 265-м проведенні виробки (ПК 26+5 м) поточним прогнозом встановлена аномальна зона, що характеризується збільшенням початкової швидкості газовиділення зі шпурів ($g_i^{\text{ае}}$) до 5,35 л/хв. (критична величина $g_i = 4,0$ л/хв.) і наявністю ознак викидонебезпеки у вигляді затиснення штанг, інтенсивного розбурювання шпурів, виносом штибу в процесі буріння шпурів для прогнозу.

Відповідно до методики були виконані комплексні дослідження з визначення ступеня викидонебезпеки аномальної зони.

Результати досліджень представлені в таблиці 2.3.

Аналіз результатів досліджень показує, що величина зони розвантаження привибійної частини пласту на 5.11.02 р., становила 1,5 м по динаміці газовиділення й 1,75 м за акустичними показниками. Коефіцієнти міцності вугілля не перевищували 0,5, а результати вимірів сорбційних показників свідчать про високий зміст газу в пласту і його швидкій віддачі. Буріння шпурів супроводжувалося виносом штибу й вільним руйнуванням вугілля.

За допомогою імпульсного зондування, виконаного уздовж штреку, досліджений характер розшарувань порід покрівлі й визначений коефіцієнт викидонебезпеки.

На ПК 26+5 м ослаблені контакти перебували в безпосередній близькості від пласту на відстані 6 м, 5 м й 4,5 м., значення коефіцієнта викидонебезпеки досягли 7,1.

На ПК 25 відзначене більше інтенсивне формування розшарувань на глибини 25 м, 11 м, 8 м, 6 м., а на ПК 24 вони розташовуються на 62 м, 31 м, 21 м, 16 м, 8,5 м, 6,7 м від пласту, значення коефіцієнта викидонебезпечності знижуються, відповідно, до 6 і до 2.

Дослідження, виконані 19.11.02 р., показали, що по даним поточного прогнозу вибої виробки (ПК 27+1 м) перебував у викидобезпечній зоні ($g_i^{\text{ае}} = 1,46$ л/хв.), однак сорбційні показники зберігали високі значення й досягали 200 мм. рт. ст., коефіцієнт міцності не відрізнявся від попередніх вимірів ($f = 0,5$), зона розвантаження по одному зі шпурів становила 2,0 м, а по іншому перевищувала 3,5 м. По структурній порушеності отримані значення, близькі до критичного ($\Delta J = 3,5$ мг/г).

Таким чином, по комплексному показнику викидонебезпека у вибої зберігалася.

Результати імпульсного впливу аналогічні попередньому — максимальні розшарування у вибої перебувають на відстані 8,0 м, 5,5 м, 4,3 м від пласту, а коефіцієнт викидонебезпеки дорівнює 1,7.

По дослідженнях, виконаних 25.11.02, знову відзначена небезпечна зона — максимальна величина початкової швидкості газовиділення перевищувала критичне значення й становила 11,8 л/хв. Зона розвантаження, визначена по динаміці газовиділення, по одному шпурі становила 1,5 м, а по другому —

2 м, за акустичними даними – більше 3 м.

Інтенсивні розшарування порід покрівлі (ПК 18-39) на більшій частині поширені порівняно рівномірно до відстані 25-40м від пласту. Лише в районі ПК 26-28 різко скорочена потужність розшарованої товщі, наближення інтенсивних розшарувань до вугільного пласту. Коефіцієнт викидонебезпеки, що якісно відбиває ступінь викидонебезпеки масиву, на більшій частині виробки має значення 3-4, і лише на ПК 25 й 26 збільшується до 7. За результатами імпульсного зондування інтервал виробки від ПК 24 до ПК 28 віднесений до викидонебезпечної зони. До цієї зони присвячені небезпечні по викидах значення всіх інших показників: початкової швидкості газовиділення (до 11,8 л/хв.), сорбційних показників (до 210 мм. рт. ст, при критичному рівні 185мм. рт. ст.), коефіцієнта міцності (до 0,42, при критичному 0,6), структурної порушеності вугілля (до 3,5 мг/г). Про напружений стан привибиїної частини пласту свідчать результати визначення величини зони розвантаження (1,5-2м), високі значення коефіцієнта навантаження.

Перетинання насування транспортерним штреком прогнозувалася на ПК 48+5 м. До ПК 47+5м проведення виробки здійснювалося комбайновим способом з гідророзпушуванням вугільного пласту, до ПК 50 – буропідривним способом у режимі струсувального підривання, а до ПК 52+4м – знову комбайном з гідророзпушуванням пласту. Розвідницьким шпуром довжиною 9м встановлена наявність геологічного порушення, після чого проведення виробки знову переведене на БВР у режимі СП. При виконанні підривних робіт газодинамічні явища були відсутні. Однак після підривних робіт при обробці вибою в зоні впливу геологічного порушення відбувся викид вугілля й газу, при розчищенні якого відвантажено 1344 т гірської маси, у результаті аварії виділилося не менше 40 тис. м³ метану.

Таким чином, застосування багатофакторного аналізу розподілу параметрів викидонебезпеки дозволяє вірогідно оцінювати ступінь аномальності зустрінутої зони. Надійна оцінка аномальних зон у свою чергу дозволить уникнути необґрунтованого перекладу пластів з загрозованих у викидонебезпечні, а також підвищити безпеку ведення гірничих робіт за рахунок визначення реальної викидонебезпеки пласту в конкретних гірничо-геологічних умовах шахти.

Таблиця 2.3.

Результати експериментальних досліджень показників викидонебезпеки пласту m_3 в 5-м західному транспортному штреку гор. 650м. ш. «Ясинівська-Глибока», ВО «Макіїввугілля»

Дата, ПК	Величина зони розвантаження, м		Результати поточного прогнозу	Акустичний показник викидонебезпечності	Тиск десорбованого газу, мм. рт. ст.					Коефіцієнт міцності вугілля, (f)	Йодний показник структурної порушеності, ΔJ , мг/г
	по динаміці газозовиділення	Визначена акустичним способом			на глибини, м	через, сек.					
						10	20	30	40		
5.11.02 р. ПК 26+5 м	1,5	1,75	небезпечно (винос штибу зі шпуру)	7,1	1,0 1,5	70 110	96 170	120 210	150 250	0,46-0,5	1,9-3,0
19.11.02р. ПК 27+1 м	2,0	2,0	не небезпечно	1,7	1,0 2,0 3,0	30 50 70	50 90 120	60 130 160	70 160 200	0,42-0,60	2,2-3,5
25.11.02р. ПК 28+3 м	1,5	> 3,0	небезпечно (11,8 л/хв.)	3,2	1 2 3	40 80 60	70 160 100	90 210 140	110 250 170	0,43-0,53	2,2-3,5

2.2. Прогноз викидонебезпечності порід

Прогноз викидонебезпечності порід здійснюють за даними геологорозвідувальних робіт або з гірничих виробок одним з наступних способів: *по розподілі кернів на диски й наявності кільцевих тріщин; комплексному показнику «В»; величині ефективної поверхневої енергії (далі — ЕПЕ); акустичним методом (АЕ) і за геолого-геофізичними даними* відповідно до «Посібника із застосування методу локального прогнозу викидонебезпечності гірських порід за геолого-геофізичними даними» (Дніпропетровськ, ІГТМ НАН України, 1990).

Характерною рисою дисків і кільцевих тріщин, що утворюються при бурінні кернових свердловин у викидонебезпечних пісковиках, є перпендикулярність до осі свердловин поверхонь, що обмежують диски, або кільцевих тріщин.

2.2.1. Визначення викидонебезпечності пісковику по комплексному показнику «В» ведуть у наступному порядку:

I етап. Здійснюють візуальний огляд кернового матеріалу із глибини понад 600м, описують структурно-текстурні особливості пісковику, на підставі чого їх розділяють по зернистості й шаруватості на генетичні типи, виділяють більше світлі (темні) пласти, особливо увагу обертають на наявність і реєстрацію опукло-вгнутих дисків і характер кільцевих тріщин.

II етап. Роблять відбір проб пісковику:

а) у місцях поділу кернів на диски або наявності кільцевих тріщин (викидонебезпечний пласт);

б) у цьому ж пласту пісковику, але в викидонебезпечному пласту, що характеризується, по-перше, відсутністю дисків або кільцевих тріщин, по-друге, більше темними кольорами, чим у пісковику у місці, де виявлені ознаки викидонебезпечності. У тих випадках, коли такий пласт не виявлений, проби відбирають у найближчому пласті пісковику, що відповідає перерахованим вимогам;

в) у всіх інших пластах пісковику наступних генетичних типів, у яких мали місце викиди породи й газу: руслових пісковику, пісковику підводних виносів рік, з ознаками прибережно-морських пісковику у зонах розвитку вугілля марок Г, Ж, ДО, ОС.

Число проб залежить від потужності, числа прошарків і генетичного типу пісковику. У пісковику, що складаються з різних прошарків, що відрізняються по генетичному типу, відбирають одну пробу із прошарку якщо його потужність більше 2,5 м.

У потужних пісковику одного генетичного типу й однорідних по структурно-текстурних ознаках варто відбирати одну пробу на 5-10 м потужності залежно від кольорів прошарку. Зразки для визначення вологості керна й розрахунку співвідношення волога-газ у порах відбирають із середньої частини керна способом його розкопування у вигляді шматочків масою 50-80г, негай-

но обертають марлю і парафінують.

Проби не відбирають і пісковики на глибинах 600м і більше відносять до викидобезпечних на ділянках детальної розвідки й дорозвідки вугіль марок Д, Т, А, а також частини марки Г зі значеннями показника відбиття R_o менше 0,75 у. о. і змісту вуглецю CO_2 менше 84 %.

III етап. При наявності в керні пісковика дисків (кільцевих тріщин) по пробах, відібраним у викидобезпечному і викидобезпечному пластах, визначають: тимчасовий опір розтягання по методу розколювання кернів; пористість загальну або ефективну; зміст цементу, кварцу уламкового й кварцу регенованого; розміри зерен породоутворюючих матеріалів (по стандартних методиках). З кожної проби повинне бути виготовлене не менше трьох шліфів. Число визначень у шліфі — не менше 50.

При відсутності в керні дисків (кільцевих тріщин) крім вищевказаних характеристик визначають: зміст слюдисто-глинистих мінералів; довжина контактів зерен; співвідношення волога-газ у порях.

IV етап. Зіставляють величини показників, що характеризують властивості пісковиків викидобезпечного й викидобезпечного пластів.

Пласт пісковика, у якому виявлене поділ керна на диски (наявність кільцевих тріщин), відносять до викидобезпечного, якщо при виконанні робіт, передбачених етапом III, буде встановлена відмінність фізико-механічних і петромінералогічних властивостей пісковиків різних пластів, при якому:

- тимчасовий опір розтягання пісковика викидобезпечного пласту в 1,5-2 рази нижче тимчасового опору розтягання пісковика викидобезпечного пласту;

- пористість пісковика викидобезпечного пласту в 1,5-2 рази вище пористості пісковика викидобезпечного пласту того ж пласту;

- відсотковий вміст кварцу в пісковиках викидобезпечного пласту в 1,3-1,5 рази більше, а відсотковий вміст цементу в 2-3 рази менше ніж у пісковиках викидобезпечного пластів того самого викидобезпечного пласту. Розміри зерен породоутворюючих мінералів приблизно в 2 рази більше ніж у перших пісковиків.

Відсутність викидобезпечки в пісковиках, у керні яких не виявлені диски (кільцеві тріщини), додатково контролюють на підставі зіставлення показників викидобезпечки з даними таблиці 2.4.

Визначення показників викидобезпечки, наведених у таблиці 2.4, роблять по «Тимчасовому посібнику із застосування методу регіонального прогнозу викидобезпечки порід Донбасу за геологорозвідувальними даними».

Діапазони коливань значень кожного показника розбиті на ранги викидобезпечки, яким привласнені числові значення 0,0; 0,2; 0,4; 0,6-0,8; 1,0. Комплексний критерій викидобезпечки «В» визначають як середнє арифметичне критеріїв викидобезпечки для першої В1, і другий В2 груп показників.

Критерій «В», обчислюють як середнє арифметичне критеріїв викидобезпечки для кожної підгрупи, які у свою чергу є середнім арифметичним чисел рангів у підгрупі, а критерій В2 знаходять як середнє арифметичне чи-

сло рангів у другій групі показників Пласти пісковиків, що характеризуються величинами комплексного критерію 0,8-1,0, відносять до високого ступеня викидонебезпеки.

При величині В, рівної 0,6-0,8 й 0,4-0,6, пісковики відносять, відповідно, до середнього й низької ступеня викидонебезпеки. Критерій «В» менший 0,4, указує, що пласти пісковиків є викидобезпечними. Викидонебезпека пісковиків в інтервалах, де kern розділився на диски відповідає критерію «В», рівному 0,8-1,0, в інтервалах розвитку кільцевих тріщин — 0,6-0,8.

Таблиця 2.4

Визначення показників викидонебезпеки

Показники		Ранги викидонебезпеки пісковиків					
		0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
I група показників							
I підгрупа							
Кварц уламковий, %	30,0	30,0-40,0	40,0-50,0	50,0-60,0	60,0-70,0	70,0	
		35,0	45,0	55,0	65,0		
Кварц регенерований, %	2,5	2,5-5,0	5,0-7,7	7,5-10,0	10,0-12,5	12,5	
		3,7	6,2	8,8	11,75		
Слюдисто-глинисті мінерали, %	45,0	45,0-35,0	35,0-25,0	25,0-15,0	15,0-5,0	5,0	
		40,0	30,0	20,0	10,0		
Середньозважений розмір зерен, мм	0,12	0,12-0,13	0,13-0,16	0,16-0,20	0,20-0,28	0,28	
		0,12	0,15	0,18	0,24		
Довжина контактів	0,10	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5	
		0,15	0,25	0,35	0,45		
II підгрупа							
Пористість відкрита, %	2,5	2,5-4,5	4,5-6	6,5-8,5	8,5-10,5	12	
		3,5	5,5	7,5	9,5		
Межа міцності на розрив, кгс/см ²	100	100-86	86-72	72-58	58-44	40	
		93	79	65	51		
III підгрупа							
Ступінь заповнення пор газом (по масі), %	40	40-50	50-60	60-70	70-80	80	
		45	55	65	75		
II група показників							
Глибина, м	500	500-700	700-900	900-1000	1100-1300	1200	
		600	800	1000	1200		
Примітка: У чисельнику дані межі зміни показників, а в знаменнику — середні значення показників, що відповідають кожному рангу викидонебезпеки							

2.2.2. При прогнозі викидонебезпеки порід по ефективній поверхневій енергії (ЕПЕ) довжину й діаметр свердловин не обмежують.

Визначення викидонебезпеки пісковики ведуть у наступному порядку:

I етап. Роблять відбір проб піщанику:

а) у свердловинах, пробурених вкрест простягання, з кожного метра або з кожного пласту, якщо потужність його менше 1 м;

б) у свердловинах, пробурених по простягання, через 2,5 м. Проби відбирають у вигляді частини керна довжиною не менше 200 мм. При розподілі керна на диски відбирають кілька дисків загальною довжиною не менше 200 мм.

II етап. З кожної відібраної проби виготовляють не менше трьох зразків для визначення величини ефективної поверхневої енергії за методикою інституту фізики гірничих процесів НАН України (далі — ІФГП НАН України). За стандартною методикою визначають також модуль пружності.

III етап. По трьох значеннях величини ефективної поверхневої енергії для кожної проби обчислюють середню. Для кожної пари суміжних проб визначають фактичний перепад поверхневої енергії (по відношенню величини ЕПЕ далекого пласту до ближнього щодо вибою виробки).

Викидонебезпеку пісковика визначають по показнику «В»:

$$B = \frac{(3 \cdot \rho \cdot g \cdot H)^2}{A \cdot E_1 \cdot \gamma_1} - \frac{\gamma_2}{\gamma_1},$$

де H — глибина залягання порід, м;

g — прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

ρ — об'ємна вага вищележачих порід, т/м^3 ;

A — питома поверхня зруйнованого матеріалу, м^2 ;

E_1 — модуль пружності пісковика ближнього пласту, т/м^2 ;

γ_1 і γ_2 — ЕПЕ ближнього й далекого пластів, мсек^2 .

Пісковик вважають викидонебезпечним, якщо показник $B > 1$, і викидонебезпечним якщо $B < 1$.

У випадку, якщо пласт пісковика за даними розвідницького буріння визначений як викидонебезпечний, ступінь його викидонебезпеки може бути уточнена при проведенні гірничих виробок, при цьому ступінь викидонебезпеки визначають на підставі аналізу кернового матеріалу, отриманого при бурінні свердловин діаметром 59-76 мм, або по величині ЕПЕ. Кернові свердловини варто бурити безупинно з незнижуваним випередженням свердловин не менше 4 м:

а) по осі майбутньої виробки (якщо викидонебезпечний пласт пісковика перебуває у всьому перетині виробки);

б) по викидонебезпечному пласту пісковика в напрямку посування виробки, якщо в перетині виробки перебувають викидонебезпечний і викидонебезпечний пласти пісковика, або по кожному пласту, якщо викидонебезпека пластів невідома.

Якщо ступінь викидонебезпеки пісковика не уточнюють, проведення виробки здійснюють у режимі струсуювального підривання. Ознаки ступеня викидонебезпеки порід наступні;

а) наявність більше 30 опукло-вигнутих дисків в 1 м керна — зона високого ступеня небезпеки;

б) наявність в 1 м кернів не більше 30 дисків, що перемежуються породними циліндрами довжиною 50-100мм із характерними кільцевими тріщинами, — зона середнього ступеня небезпеки;

в) вихід кернів розміром 150-200мм і більше, опоясаних тріщинами й перемежованих одиничними дисками, — зона невисокого ступеня небезпеки;

г) відсутність дисків (кільцевих тріщин) — зона викидобезпечна. При прогнозі викидобезпеки з виробки, що розкриває, пісковик необхідно перебудувати керовною свердловиною за один або кілька прийомів на всю потужність пласту.

Геолог шахти оформляє документацію по керовій свердловині:

— робить опис пластів пісковика в перетині виробки перед бурінням керової свердловини;

— визначає пласт, по якому необхідно бурити керову свердловину;

— робить опис керового матеріалу по свердловині;

— оформляє планшет по свердловині (номер, діаметр, довжина, розташування свердловини у вибої, поздовжній розріз по свердловині з виділенням інтервалів розподілу керна на диски, вихід керна, прив'язка початку свердловини до маркшейдерського знака) і веде контроль за положенням свердловин у вибої через кожні 4-6м проходки виробки.

Висновок про викидобезпеку порід підписують геологи шахти, керівник служби прогнозу й затверджує головний інженер шахти (ШБУ).

2.2.3. Для проведення акустичного прогнозу застосовують звукововловлювальну апаратуру типу ЗУА й низькочастотні аналізатори спектрів.

Сеймоприймач поміщають у шпур діаметром 42мм, що бурять у бік виробки у викидобезпечному пласту пісковика на глибину не менше 1м, жорстко розклинюють і герметизують. Відстань до сеймоприймача від вибою виробки повинне бути в межах 15-50м.

До початку ведення прогнозу на пласту пісковика проводять розвідницькі спостереження. Для цього по осі майбутньої виробки у викидобезпечному пласту пісковика бурять разову керову свердловину й проводять оцінку викидобезпеки пісковика по розподілу кернів на диски.

При проведенні виробки комбайном у розвіданій зоні породного масиву визначають середнє значення відносини амплітуд акустичного сигналу в викидобезпечній зоні.

Прогноз викидобезпеки порід акустичним прогнозом роблять за критерієм, що представляє собою відношення (K_n) поточних значень амплітуд акустичного сигналу, визначених на частотах 2000 й 300 Гц у прогнозованій зоні (K_i), до середнього значення відносини амплітуд акустичного сигналу на цих же частотах і безпечних зонах (K_n').

$$K_n = \frac{K_i}{K_n'} = \frac{\frac{A_{2000}}{A_{300}}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{B_{2000}}{B_{300}}},$$

де A_{2000} й A_{300} — поточні значення амплітуд акустичного сигналу, визначені на частотах 2000 й 300 Гц у прогнозованій зоні; B_{2000} й B_{300} — поточні значення амплітуд акустичного сигналу, визначені на частотах 2000 й 300 Гц у безпечних зонах; n — кількість усереднених значень відносин амплітуд акустичного сигналу в безпечних зонах. Прогноз «небезпечно» міняють на «безпечно» при зниженні значень критерію прогнозу до величини $K_p < 1$ і просуванні вибою виробки на 2м, при цьому становлять акт, що підписують керівники служби прогнозу й виробничої ділянки й затверджують головний інженер шахти (ШБУ).

2.3 Прогноз ступеню ударонебезпеки ділянок вугільних пластів

Прогноз ступеня ударонебезпеки ділянок вугільних пластів здійснюють по виходу бурового «дріб'язку» при бурінні шпурів діаметром 42-45 мм по вугільному масиві.

Ділянки пластів по ступеню ударонебезпеки розділяють на три категорії: I — ділянка підвищеної небезпеки; II — небезпечна ділянка й III — ударобезпечна ділянка.

При простій будові пласту шпури бурять посередині, при складному — по найбільш міцній пачці. Довжина контрольних шпурів повинна бути не менше ширини захисної зони n , обумовленої відповідно до малюнка 2.1, але не менше 3м.

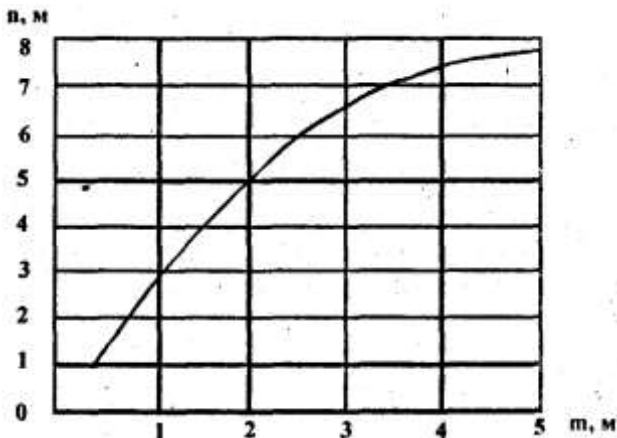


Рис. 2.1 — Номограма для визначення ширини захисної зони в крайовій частині ударонебезпечного пласта: m — потужність пласта, м; n — ширина захисної зони, м.

Вимір обсягу або маси бурового дріб'язку роблять на кожному метрі шпуру й записують у робочий журнал.

З появою в процесі буріння шпурів поштовхів і трісків у масиві, що супроводжуються затисненням бурової штанги, буріння шпурів варто припинити.

ти, а ділянку віднести до 1 категорії.

Результати шахтних вимірів й їхньої обробки заносять у журнал. У цьому ж журналі записують відомості про параметри протиударних заходів й ескізи виробок із прив'язкою крапок визначення ударонебезпеки.

Визначення категорії ударонебезпеки по виходу бурового дріб'язку здійснюють відповідно до номограми (рисунок 2.2). Кожен вимір виходу бурового дріб'язку з 1м відносять до середини інтервалу й відкладають на номограмі. Якщо хоча б одна крапка кривої виходу бурового дріб'язку потрапить в I або II категорію ударонебезпеки, то ділянка пласту відносять до небезпечної зони і його повинні відпрацьовувати відповідно до вимог ДНАОП.

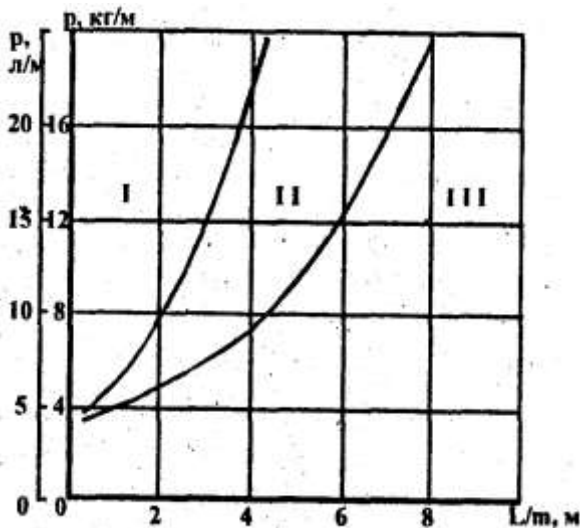


Рис. 2.2 — Номограма для встановлення категорії ударонебезпеки по виходу бурового дріб'язку (Р): L — відстань від устя свердловини, м; m — потужність пласту, м; I, II, III - категорії ударонебезпеки

Періодичність прогнозу на ударонебезпечних пластах:

— в очисних вибоях перше контрольне визначення ударонебезпеки здійснюють безпосередньо в розрізній печі перед початком очисних робіт, потім через інтервали, установлені головним інженером шахти з урахуванням кроку посадки порід покрівлі, але не більше, ніж через 25 м;

— у підготовчих виробках перше визначення ударонебезпеки здійснюють після розкриття пласту, а далі через інтервали не більше 75 м;

— до перекріплення виробок варто зробити прогноз ударонебезпеки ділянки пласту в районі перекріплення;

— в особливо складних умовах (при підході вибоїв до передової виробки; виробленого простору; до зон впливу тектонічних порушень на відстань

0,5l+в, де в — ширина порушеної зони; при відпрацьовуванні ціликів вугілля; веденні гірничих робіт у зонах ПГТ від ціликів вугілля або крайових частин сусідніх пластів, а також при встановленні попередніми вимірами I або II категорії ударонебезпеки) прогноз виконують через 2м посування вибою.

Прогноз ударонебезпеки на загрозованих пластах в очисних і підготовчих вибоях здійснюють не рідше одного разу у квартал на найбільш навантажених ділянках шахтопласта (у ціликах вугілля, у зонах ПГТ). На кожній ділянці варто зробити не менше трьох визначень ступеня ударонебезпеки.

В особливо складних умовах прогноз виконують не рідше, ніж через 3м посування вибою.

Для прогнозу ударонебезпеки в горизонтальних і виробках, що повстають, шпури бурять у вибої на відстанях 0,5-0,7м від кутків по напрямку руху виробок, а також у їхній стінках перпендикулярно напрямку їхнього руху на відстанях від вибою 1,0-1,5м, а у виробках, проведених зверху вниз — тільки в їхніх стінках.

У прямолінійному очисному вибої ударонебезпека оцінюється на кінцевих його ділянках і посередині. Довжина кожної з ділянок повинна бути не менше половини ширини зони опорного тиску 1, обумовленої згідно рис. 2.1. На кожній ділянці необхідно бурити 3-4 шпуру.

У раніше пройдених капітальних і підготовчих виробках, розташованих поза зоною опорного тиску лави, шпури бурять в обидві стінки через інтервали не більше 100м, а у виробках, охоронюваних ціликами вугілля, — через інтервали не більше 25м. На сполученнях виробок ударонебезпечність оцінюють із кожної сторони по двох шпурах, пробурених на відстанях 5 й 10м від сполучення.

При проведенні по вугільному масиву ніш, камер, водозбірників, а також перед зарубкою печей й ортів прогноз ударонебезпеки здійснюють так само, як й у вибоях підготовчих виробок.

У підготовчих виробках поперед діючих очисних вибоїв прогноз здійснюють на ділянці довжиною, рівній ширині зони опорного тиску від лави, в обох стінках виробки. З кожної сторони виробки бурять не менше 3-х шпурів.

2.4. Прогноз раптових проривів метану із підосви гірничих виробок за гірничо-геологічними даними.

Прогноз виконують на стадії проектування, будівництва й експлуатації гірничих виробок у наступних умовах:

— для стовбурів — перед розкриттям кожного газоносного пласту вугілля або вуглистого сланцю при підході до нього на відстань не менше 25м;

— для підготовчих і капітальних виробок — при максимальній їхній ширині в проходці з урахуванням берми, а також для всіх типів виробок у зонах, що примикають до диз'юнктивних порушень;

— для камер — однократно перед початком їхнього спорудження; — для очисного вибою — при максимальній його довжині.

Якщо на стадії проектування прогнозом не встановлена можливість ра-

птового прориву метану, то при веденні гірничих робіт прогноз повинен бути повторений при зменшенні відстані до потенційного джерела метановиділення на 10 % і більше — диз'юнктивного порушення або метаноносного пласту вугілля або вуглистого сланцю, розташованих у підшві виробки на глибині до 25м.

Прогноз здійснюють на електронно-обчислювальній машині (ЕОМ) по програмі МакНДІ на підставі вихідних даних, перелік яких наведений у Додатку П (форма 15). У результаті прогнозу оцінюють імовірність руйнування надробленого гірничого масиву й прориву метану із підшви проведеної або проектованої виробки.

Якщо прогнозом за гірничо-геологічними даними встановлена ймовірність проривів метану, то необхідно застосовувати спосіб поточного прогнозу по параметрах акустичного сигналу.

2.5. Контроль ефективності способів запобігання раптових викидів вугілля й газу й гірських ударів

Контроль ефективності застосування способів запобігання раптових викидів вугілля й газу здійснюють по динаміці початкової швидкості газовиділення з контрольних шпурів (далі — газодинаміці). Для регіональних способів, заснованих на зволоженні з добавками поверхнево-активних речовин (далі — ПАР), — по вмісту фізично зв'язаної води, обумовленої за методикою ІФГМ НАН України.

При контролі ефективності способів запобігання раптових викидів вугілля й газу по газодинаміці в підготовчих виробках, нижніх печах і кутках уступів лав на крутих пластах й у нішах лав на пологих пластах при системі лава-штрек, контрольні шпури розташовують на відстані до 0,5м від кутків й орієнтують їх по ходу руху вибою або паралельно шпарам, через які здійснюють противикидну обробку пласту. При цьому відстань від контрольних до найближчих шпурів (свердловин), пробурених при виконанні способів запобігання викидів, повинне бути не менше 0,4м по всій їхній довжині. Для цього контрольні шпури й свердловини розташовують по різних вугільних пачках або зміщають по потужності пласту. При застосуванні розвантажувальних пазів контрольні шпури бурять паралельно пазам на відстані 1,0-1,5м від паза.

В очисних виробках на пологих, похилих, крутих і крутопохилих пластах шпури бурять у напрямку посування вибою й розташовують їх між шпарам, через які вироблялася противикидна обробка, або на відстані не більше 10м один від іншого по всій довжині лави при прямолінійній формі вибою; при стелеуступній формі — у внутрішніх кутках уступів.

При контролі ефективності розвантажувальних пазів, щілин і гідровіджиму контрольні шпури бурять на глибину, що не перевищує глибину пазів, щілин або шпурів для гідровіджиму.

Для контролю ефективності по газодинаміці у вибої виробки бурять контрольні шпури діаметром 42мм по найбільш викидонебезпечній (поруше-

ній) пачці вугілля потужністю не менше 0,2м. Якщо в пласті є дві пачки вугілля однакового типу, то шпури бурять тільки по пачці більшої потужності.

Вимір початкової швидкості газовиділення роблять через кожні 0,5м по довжині контрольного шпуру. Буріння контрольного шпуру при досягненні глибини 1,0м, а потім через 0,5 м на інтервалах 1,5м; 2,0м; 2,5м припиняють, бурову штангу витягають, у контрольний шпур вводять газозатор і герметизують вимірювальну камеру довжиною 0,2м.

За допомогою витратоміра, приєднаного до газозатору, не пізніше, ніж через 2 хвилини після закінчення буріння даного інтервалу, вимірюють початкову швидкість газовиділення. Вимір припиняють на інтервалі, на якому початкова швидкість газовиділення знизилася в порівнянні з попереднім інтервалом. Якщо на якому-небудь інтервалі буріння не вдалося виконати виміру у встановлений час і виявлене зменшення швидкості газовиділення в порівнянні з попереднім виміром, то повинен бути пробурений додатковий контрольний шпур. Відстань від нього до раніше пробуреного контрольного шпуру повинна бути не менше 0,3м. Результати вимірів заносять у журнал за формою 16.

За результатами поінтервальних вимірів газовиділення розвантаженою зоною пласту є його привибійна частина до кінця інтервалу, на якому збільшення початкової швидкості газовиділення (якщо вона по абсолютній величині не менше 0,8 л/хв.) перемінюється зменшенням. При максимальній швидкості газовиділення до 0,8 л/хв. зону розвантаження вважають рівній довжині шпуру плюс 1,0м. Якщо швидкість газовиділення дорівнює або перевищує 0,8 л/хв. і немає її падіння, зону розвантаження вважають рівній довжині шпуру плюс 0,5м.

Якщо пробурити шпур на довжину чергового інтервалу не вдається (або газозатор не досилається на необхідну глибину, або герметизація ненадійна), величину зони розвантаження приймають рівній глибині попереднього інтервалу виміру.

Спосіб запобігання раптових викидів вугілля й газу вважають ефективним, якщо після його виконання величина зони розвантаження перевищує глибину смуги вугілля, що виймається, за цикл не менше, ніж на 1,3 м.

У випадку, якщо глибина виїмки за цикл більше величини зони розвантаження або незнижуване випередження менше 1,3м, роботи з виїмки вугілля у виробці повинні бути припинені.

Поновлення робіт у вибої може бути дозволене після повторного виконання способу запобігання викидів і встановлення його ефективності; тимчасової зупинки робіт з вугілля й повторного контролю величини безпечної зони розвантаження; перегляду заходів щодо запобігання викидів й їхнього виконання.

Для визначення величини зони розвантаження біля підготовчої виробки при суцільних і стовпових системах розробки контрольні шпури бурять із виробки в її стінку через 10м друг від друга.

В очисних виробках пологих і похилих пластів (крім ніш, що не примикають до виробленого простору), за узгодженням з МакНДІ, дозволяється ве-

сти виїмку вугілля вузькозахватними комбайнами за однобічною схемою або стругами без застосування прогнозу й противикидних заходів з визначенням зони розвантаження по динаміці газовиділення.

В окремих випадках, за узгодженням з МакНДІ, при проведенні підготовчих виробок допускається замість прогнозу викиднебезпеки здійснювати визначення зони розвантаження відповідно до п. п. 2.8.3-2.8.4.

Визначення зони розвантаження привибійної частини пласту здійснюють також за допомогою способу, заснованого на використанні залежності параметрів акустичного сигналу від пружно-деформованого стану привибійної частини вугільного пласту.

Контроль ефективності протиударних заходів здійснюють тим же методом, що й прогноз ступеня ударобезпеки ділянок вугільних пластів по виходу бурового дріб'язку зі шпурів діаметром 42-45мм довжиною не менше $m + b$, де m — ширина захисної зони, м; b — посування вибою виробки між циклами виконання протиударних заходів, м. При $m + b > 4$ м контроль ефективності заходів виконують при довжині шпурів, рівної 4м з повторенням контролю в міру посування вибою виробки в межах обробленої зони. Шпури для контролю бурять посередині між шпарами для профілактичної обробки.

При виявленні контролем I або II категорій ударонебезпеки заходи вважають неефективними.

ЛЕКЦІЯ № 3. Засоби й програмний комплекс для оцінки газодинамічного й пружно-деформованого стану привибійної частини пласту.

3.1. Технічні засоби для забезпечення акустичних способів контролю стану гірського масиву й прогнозу викидонебезпеки вугільних пластів.

У МакНДІ розроблені й впроваджені на шахтах Донбасу наступні способи контролю стану гірського масиву й прогнозу викидонебезпеки [8]:

1. Акустичні способи контролю стану гірського масиву.
 - Прогноз викидонебезпеки вугільного пласту в очисних і підготовчих вибоях по параметрах техногенного акустичного сигналу.
 - Прогноз раптових видавлювань вугільного пласту.
 - Визначення параметрів пружно-деформованого стану привибійної частини гірського масиву.
 - Поточний прогноз проривів метану із підосви гірничої виробки.
 - Оперативне керування процесом гідророзпушування викидонебезпечного вугільного пласту.
 - Випереджальне відключення електроенергії в початковій стадії раптового викиду вугілля й газу.
 - Контроль й оцінка ефективності буріння випереджальних свердловин.
 - Дослідження ефективності застосування анкерного кріплення гірничих виробок з метою визначення їхньої стійкості.

2. Прогноз викидонебезпеки по сорбційних показниках вугілля [10].

Як програмно-технічні засоби для забезпечення акустичних способів контролю стану гірського масиву й прогнозу викидонебезпечності вугільних пластів застосовуються:

1. Апаратура передачі сейсмоакустичного сигналу АПСС-1.
2. Шахтний цифровий реєстратор.
3. Десорбомір електронний шахтний ДЕШ 1.
4. Персональний комп'ютер.

3.1.1. Апаратура передачі сейсмоакустичного сигналу АПСС-1.

Апаратура АПСС-1 застосовується для забезпечення акустичних способів, розроблених у МакНДІ.

Апаратури АПСС-1 призначена для передачі сейсмоакустичного сигналу з підземних виробок шахт на поверхню. Допускається використання апаратури АПСС-1 на шахтах, небезпечних по вибухах газу й пилу, а також по раптових викидах вугілля, породи й газу (рис 3.1).

Основні технічні дані представлені в таблиці 3.1.

Передача акустичного сигналу й живлення підземних блоків апаратури здійснюється по двохрановідній лінії зв'язку.

Апаратури АПСС-1 складається з наземної й підземної частин (рис 3.2).

Технічна характеристика апаратури АПСС-1

№ з/п	Технічні характеристики	Значення
1	Переданий частотний діапазон, Гц	20... 3500
2	Динамічний діапазон, не менше, дБ	60
3	Діапазон перебудови посилення, дБ	96
4	Постійний струм у лінії зв'язку, не більше, мА	20
5	Нерівномірність АЧХ у переданому діапазоні частот, не більше, %	50
6	Довжина лінії зв'язку, не більше, км	10
7	Рівень і вид вибухозахисту підземних блоків	РО, Іа
8	Тривалість роботи	цілодобово

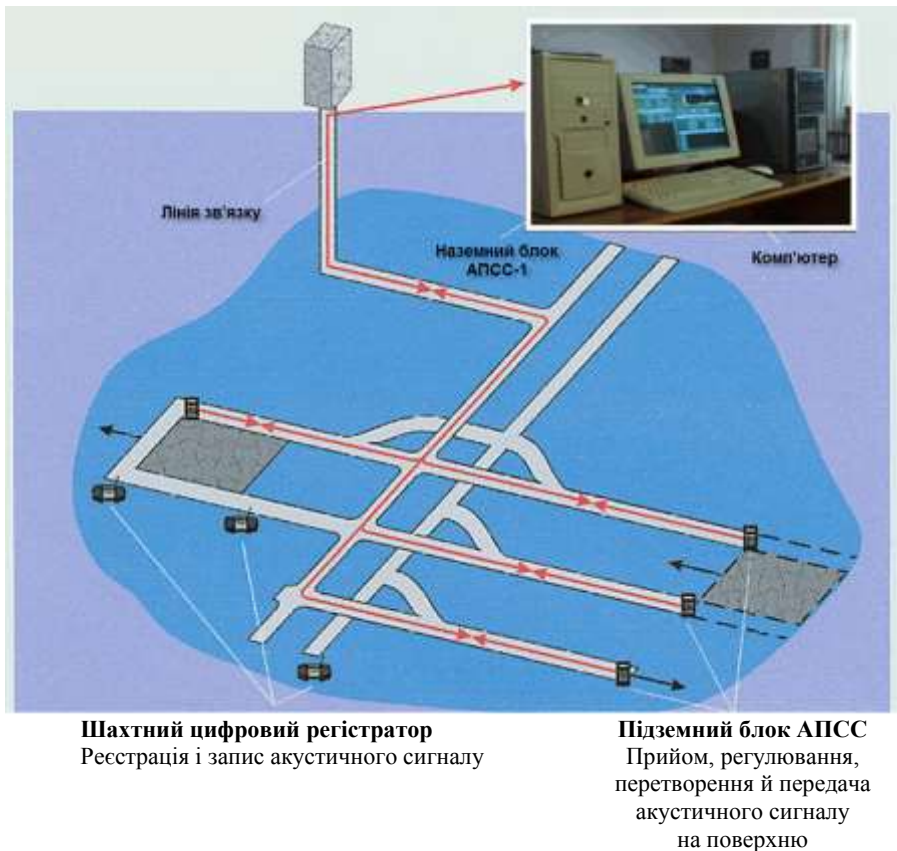


Рис. 3.1 – Схема передачі акустичного сигналу за допомогою апаратури АПСС-1.



Рис. 3.2 – Зовнішній вигляд апаратури АПСС-1: 1 — наземний блок; 2 — пристрій телефонного зв'язку; 3 — сейсмоприймач

До складу підземної частини входять сейсмоприймач, пристрій телефонного зв'язку й двохпровідна лінія зв'язку.

Принцип роботи апаратури АПСС-1 полягає в наступному:

При впливі прохідницького або очисного комбайна на вугільний пласт у масиві гірських порід виникають пружні коливання, які перетворюються в електричний (акустичний) сигнал сейсмоприймача.

На відстані 15-40м від вибою в шпурі діаметром 43-45мм на глибині 0,5-1,0 м установлюють сейсмоприймач, який кріплять у вугільному пласту або вуглевмісних породах (рис 3.3).

Електричний сигнал надходить по двохпровідній лінії зв'язку в наземний блок, що перебуває в спеціальному приміщенні служби прогнозу, де здійснюється його перетворення й посилення, після чого сигнал подається в персональний комп'ютер для обробки по програмах, розроблених у МакНДІ.

Техногенний сигнал обробляють протягом усього циклу роботи комбайна по вибою. Про початок циклу гірничий майстер через переговорний пристрій повідомляє оператора. Оператор включає програму обробки акустичного сигналу, що працює в реальному часі. Після завершення роботи комбайна гірничий майстер запитує оператора про результати контролю викидо-небезпеки.

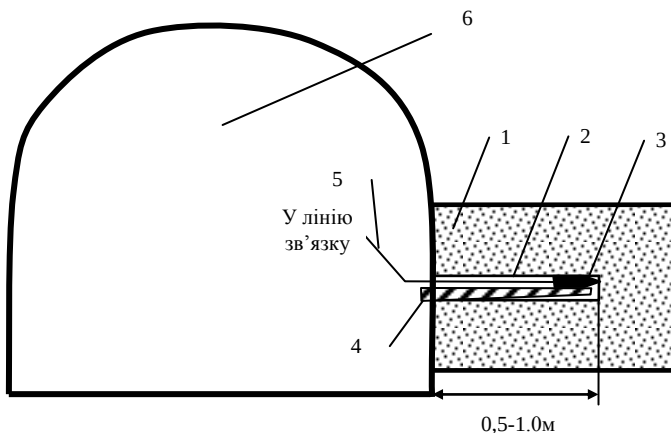


Рис. 3.3 – Схема установки сейсмоприймача у підготовчому вибої: 1 – вугільний пласт; 2 – шпур діаметром 43-45мм. довжиною 0,5 -1,0м; 3 – сейсмоприймач апаратури АПСС1; 4 – дерев'яний клин, що притискає сейсмоприймач до верхньої частини шпуру; 5 – проводу, що підключаються до лінії зв'язку; 6 – гнучка виробка.

Апаратури АПСС-1 в основному застосовується для реалізації прогнозу викиднебезпеки по параметрах техногенного акустичного сигналу в підготовчих (рис.3.4) і очисних вибоях (рис. 3.5).

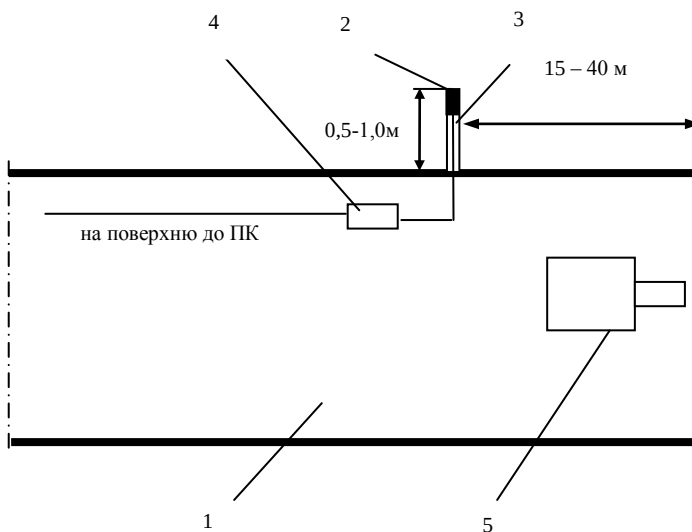


Рис. 3.4 – Схема реалізації прогнозу викиднебезпеки в підготовчому вибої: 1 — підготовча виробка; 2 — сейсмоприймач; 3 — шпур; 4 — переговорний пристрій; 5 — прохідницький комбайн

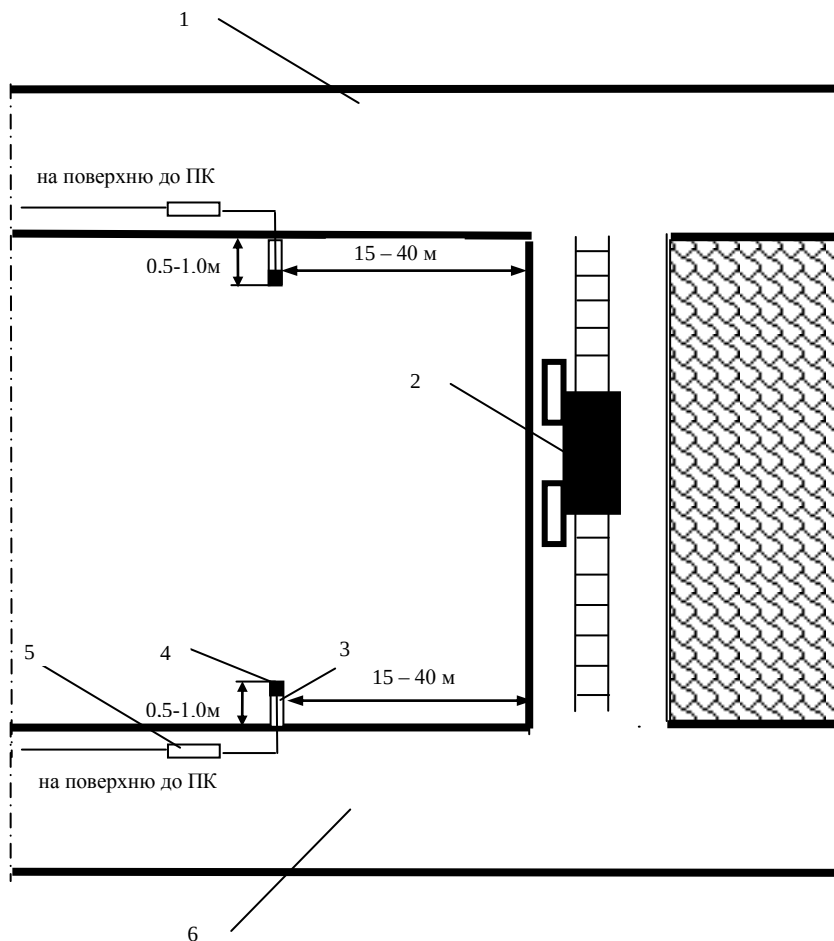


Рис. 3.5 – Схема реалізації прогнозу викиднебезпеки в очисному вибої: 1 — вентиляційна виробка; 2 — очисний комбайн; 3 — шпур; 4 — сейсмоприймач; 5 — переговорний пристрій; 6 — конвеєрна виробка.

Установлені закономірності підвищення напруг зі збільшенням потужності й довжини породної товщі, що відшаровується, і існуючі подання про динаміку пружно-деформованого стану вуглепородного масиву в околиці гірничих виробок [11] показують, що розшарування порід покрівлі є джерелом додаткових напруг, величина яких може бути досить істотною, порівнянною й навіть перевищуючу напруги від ваги породної товщі, що залягає над пластом. Накладення тих й інших напруг визначає рівень концентрації їх у зоні опорного тиску.

Таким чином, визначивши наявність і розподіл розшарувань порід пок-

рівлі в крайовій частині виробки можна контролювати наявність затримок деформацій порід покрівлі й формування викидонебезпеки.

Такий контроль можна здійснювати за допомогою способу акустичного зондування порід покрівлі.

Крім цього акустичні способи контролю стану гірського масиву дозволяють вирішувати такі важливі для практики питання, як визначення параметрів пружно-деформованого стану привибійній частини гірського масиву, прогноз проривів метану із підшви гірничої виробки, дослідження ефективності застосування анкерного кріплення гірничих виробок з метою визначення їхньої стійкості в часі.

3.1.2. Шахтний цифровий реєстратор.

Виконувані функції апаратури АПСС-1, у силу стаціонарного розташування, не дозволяють здійснювати оперативний або локальний контроль стану гірського масиву й прогнозу викидонебезпеки по довжині очисного вибою або уздовж пройденої підготовчої виробки.

У зв'язку з цим НВП «Інтеграл» був розроблений шахтний цифровий реєстратор (рис.3.6), що дозволяє за допомогою акустичного зондування порід покрівлі оперативно вирішувати ці питання.



Рис. 3.6 – Шахтний цифровий реєстратор.

Реєстратор являє собою електронний пристрій, що складається із сейсмоприймача й блоку реєстрації.

Блок реєстрації приймає й записує в енергонезалежну пам'ять акустичний сигнал, отриманий від сейсмоприймача в результаті акустичного зондування порід покрівлі.

Акустичне зондування порід покрівлі здійснюються за наступною мето-

дикою.

У місці проведення досліджень до порід покрівлі кріпиться сейсмоприймач. По обох сторонах від нього на відстані 2-3м ударом молотка (10 - 12 ударів) по породах покрівлі або по вугільному пласту збуджуються пружні коливання. Акустичний відгук масиву через сейсмоприймач записується шахтним реєстратором. Подальша обробка даних здійснюється на поверхні за допомогою спеціальних програм на персональному комп'ютері.

Основні функціональні можливості реєстратора наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Функціональні властивості шахтного реєстратора

№ з/п	Функціональне призначення	Параметр
1	Динамічний діапазон, дБ	60
2	Частотний діапазон, Гц	20-3500
3	Аналогове відтворення	Так
4	Прослуховування записів	Навушники, динамік
5	Час безперервної роботи, годин	Не менше 4
6	Індикатор рівня сигналу	Піковий
7	Контроль живлення	Так
8	Пошук і стирання записів	Так
9	Виконання	IP 54
10	Рівень іскрозахисту	PO-Ia
11	Вага, кг	2

У результаті обробки одержуємо інформацію про ступінь розшарування порід покрівлі й характер пружно-деформованого стану масиву на досліджуваній ділянці.

Акустичне зондування порід покрівлі можна виконувати в підготовчому й очисному вибоях.

У підготовчих виробках зондування здійснюють із кроком 5-20м, що вибирається залежно від необхідної деталізації досліджуваної ділянки, а в очисних — із кроком 10м.

3.1.3. Десорбомір електронний шахтний ДЕШ-1.

Одним з головних факторів, що впливають на викидонебезпеку, є високий вміст газу в приви́йній частини вугільного пласту.

Останнім часом дослідницькі роботи МакНДІ були присвячені розробці способу прогнозу викидонебезпечності по сорбційним показникам вугілля.

В основу способу покладені виявлені дослідженнями [12] закономірності зміни сорбційних показників вугілля в межах безпечної частини вугільного пласту й у викидонебезпечних зонах.

В останніх, у пробах вугілля, відібраних при бурінні шпурів із глибини 2 й 3м, утримується значна кількість метану, зростає швидкість газовіддачі.

Для вимірів тиску десорбованого газу використається електронний де-

сорбомір ДЕШ-1 (рис. 3.7).



Рис. 3.7 – Електронний десорбомір ДЕШ -1.

Дія десорбоміру заснована на вимірі тиску десорбованого із проби вугілля газу в замкнутій посудині й зіставленні його із критичним значенням.

Область застосування — очисні й підготовчі виробки на викидонебезпечних й загрозованих пластах.

Десорбомір складається з електронного блоку виміру тиску й замкнутої посудини — пробозабірника, з'єднаного з вимірювальним блоком гнучким шлангом.

Основні технічні характеристики десорбоміру ДЕШ-1 наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Основні технічні характеристики десорбоміру ДЕШ -1.

№ з/п	Технічна характеристика	Значення
1	Межа виміру тиску, мм рт. ст.	0,1 — 360
2	Точність виміру, мм рт. ст.	± 0,1
3	Обсяг пробовідбірника, дм³	33
4	Час безперервної роботи, ч	6
5	Обсяг пам'яті, цикли вимірів	25
6	Ступінь захисту від зовнішніх впливів	IP 54
7	Рівень і вид вибухозахисту	PO Ia

Методика прогнозу викидонебезпеки по сорбційним показникам вугілля полягає в наступному.

Для одержання проб вугілля бурять шпури по вугільному пласту довжиною 3м. У підготовчих виробках необхідно бурити два шпури на відстані

0,5м від стінки виробки. Шпури орієнтують у напрямку посування виробки. В очисних виробках шпури бурять у напрямку посування виробки й розташовують на відстані 0,5м від кутків ніш, а в іншій частині лави — через 10м друг від друга.

Проби вугілля з бурового дріб'язку відбирають при довжині шпуру 2м й 3м, при цьому дотримуючи наступних правил: шпур бурити до глибини 1,8м, його розштибувати, пробурити до 2,0м і відібрати пробу при виїманні бурового інструмента, після виміру сорбційних показників пробурити шпур до 2,8м і виконати аналогічні процедури по відбору проби вугілля.

Герметизують пробовідбірник через 60с після пробурювання шпуру до відповідної довжини й фіксують тиск десорбованого газу в пробовідбірнику через 10, 20, 30, 40с. За результатами вимірів тиску десорбованого газу обчислюють збільшення $\Delta D_{40} = D_{40} - D_{10}$; $\Delta_1 = D_{20} - D_{10}$; $\Delta_2 = D_{30} - D_{20}$ і $\Delta_3 = D_{40} - D_{30}$.

Стан у вибої вважають викидонебезпечним (прогноз «небезпечно»), якщо хоча б по одній з відібраних проб вугілля в одному й більше шпурі величина ΔP_{40} перевищить критичне значення $\Delta P_{40}^{\text{крит}}$, установлене для 2-х й 3-х метрових інтервалів вимірів, і відношення $\Delta_2 / \Delta P_{40}$, Δ_3 / Δ_2 не менше 0,90.

3.1.4. Персональний комп'ютер.

Акустична інформація, отримана за допомогою апаратури АПСС-1 або шахтного реєстратора, обробляється за допомогою програмного забезпечення розробленого в МакНДІ на персональному комп'ютері.

Персональний комп'ютер повинен відповідати вимогам представленим у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Вимоги пропоновані до персонального комп'ютера.

№	Найменування	Параметр
1	Процесор	клас Pentium IV, не нижче 2.0 ГГц
2	Оперативна пам'ять	не менше DDR 256 МБ
3	Жорсткий диск	Ємність не нижче 40 ГБ
4	Звукова карта	Creative Blaster Live 5.1
5	CDRW	IDE 52x
6	Монітор	діагональ не менше 17 дюймів
7	Мережна карта	10/100Mb, Допускається убудована
8	Відеокарта	не нижче 128 МБ GeForce FX5200
9	Дисковід	FDD 3,5»
10	Принтер	Струминний або лазерний
11	Операційна система	Microsoft Windows XP

3.2. Програмне забезпечення для реалізації акустичних способів контролю стану гірського масиву.

Для реалізації акустичних способів контролю стану гірського масиву в МакНДІ розроблене програмний засіб PROGNOZ 4.0. [14]

Програмний засіб PROGNOZ 4.0 містить у собі три програми:

1. Базова програма Server.
2. Програма обробки акустичного сигналу Acoustic.
3. Програма аналізу даних Analiz Base.

1. Програма Server (рис. 3.8) виконує наступні функції:

— зберігає інформацію про назву, що перебувають у роботі виробках і критичні установки для програм (рис.3.9):

- Прогноз викиднебезпеки.
- Буріння свердловин.
- Зона розвантаження.
- Гідророзпушування.
- Реєстратор.

— забезпечує в плинні доби запис і відтворення акустичних сигналів технологічних процесів;

— забезпечує архівування й читання архіву акустичних сигналів технологічних процесів за добу (рис.3.10);

— дозволяє тестувати сигнал, що надходить з АПСС-1, установлювати необхідне посилення.

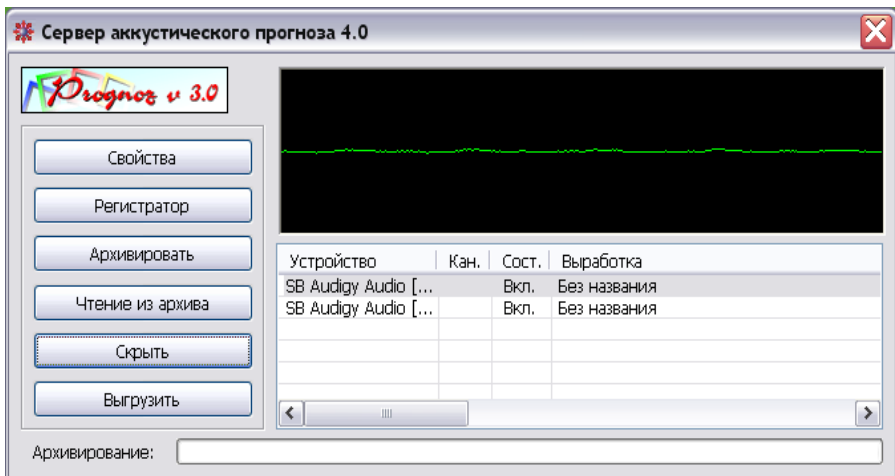


Рис. 3.8 – Головне робоче вікно програми Server.

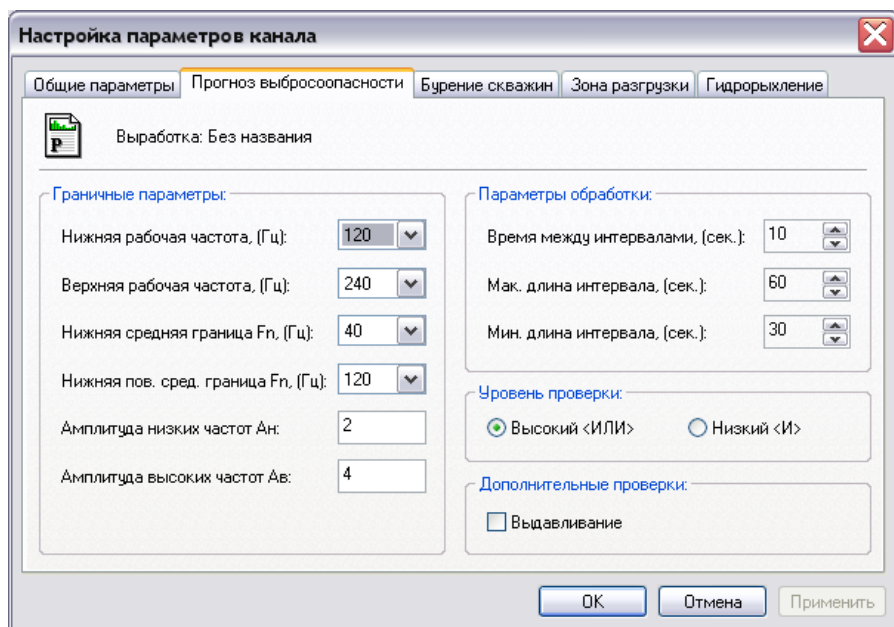


Рис. 3.9 – Вікно налаштування властивостей одного каналу обробки програми Server.

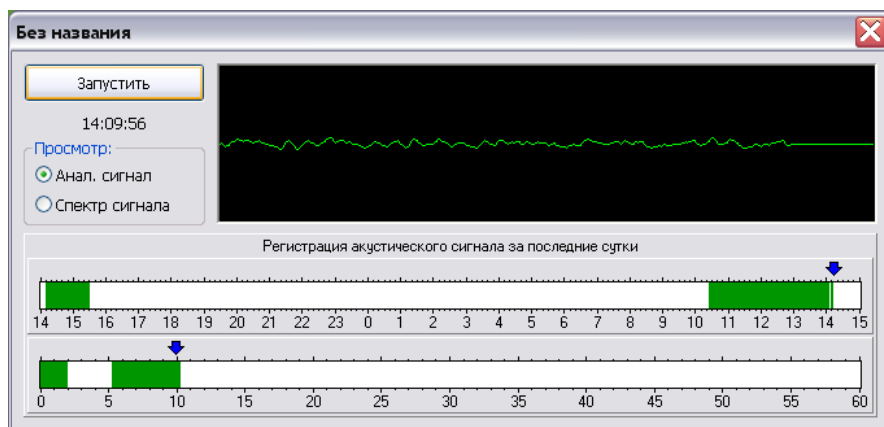


Рис. 3.10 – Вікно контролю технологічних процесів.

2. Програма Acoustic (рис. 3.11) – призначена для обробки й аналізу акустичного сигналу по чотирьох і більше каналах реєстрації.

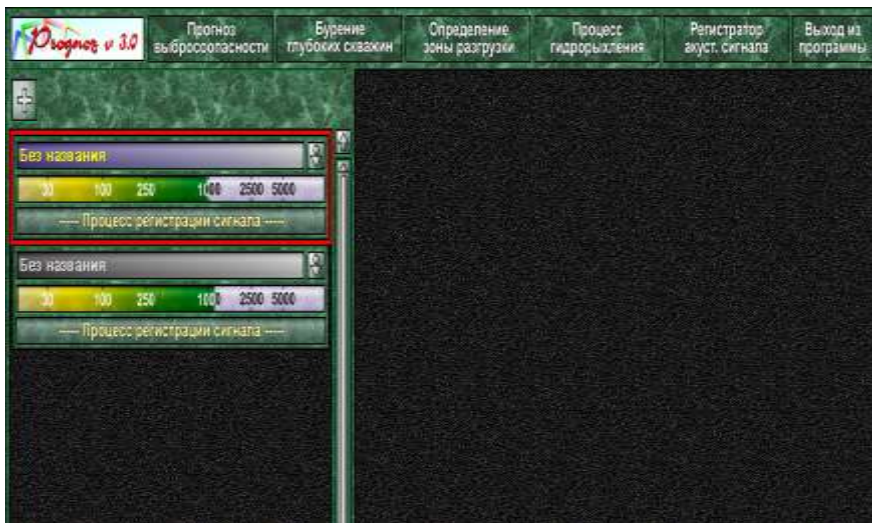


Рис. 3.11 – Основное окно программы Acustic.

У программу Acustic входят наступні програми:

1. Прогноз викидонебезпеки – призначена для ведення прогнозу викидонебезпеки по параметрах техногенного акустичного сигналу в підготовчих й очисних виробках (рис. 3.12).



Рис. 3.12 – Вікно підпрограми «Прогноз викидонебезпеки».



З бази даних можна прочитати повну інформацію з будь-якої кількості циклів, здійснювати відбраковування даних за критерієм якості сигналу й рівню значень прогностичних параметрів, обчислити середній і критичний їхній рівень. Остання процедура дає можливість стежити за зміною критичного рівня прогностичних параметрів і здійснювати їхнє своєчасне коректування (рис.3.16).

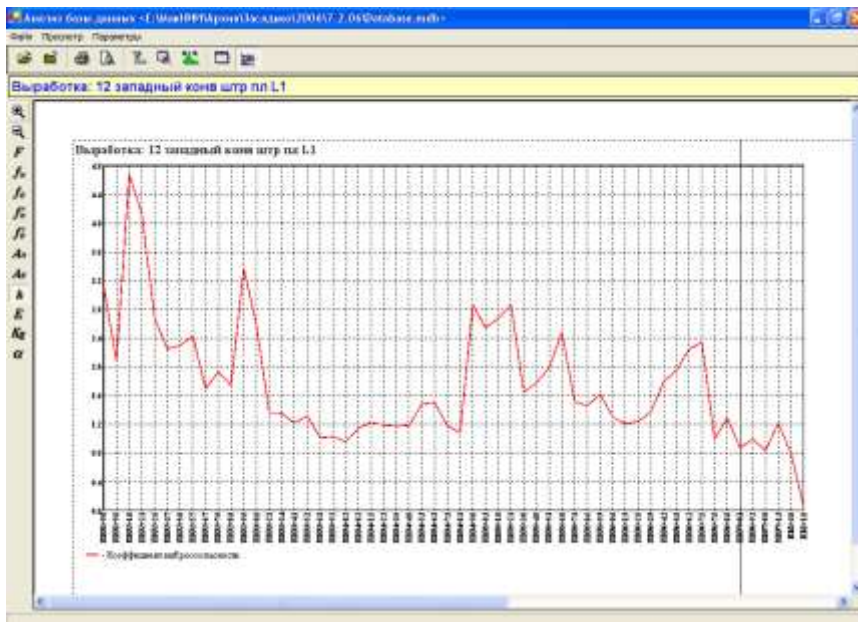


Рис. 3.16 – Графічне відображення коефіцієнта викидонебезпеки.

Програмний комплекс PROGNOZ 4.0 застосовується при контролі стану гірського масиву в очисних і підготовчих виробках на шахтах «Комсомолець Донбасу», «Красноармійська-Західна», ім. А. Ф. Засядько, «Краснолиманська» і ряді інших.

ЛЕКЦІЯ № 4. Методи запобігання ГДЯ.

Методи запобігання ГДЯ підрозділяються на *регіональні*, виконувані завчасно на стадії підготовки до відпрацьовування виїмкових ділянок, панелей, блоків, і *локальні*, виконувані безпосередньо у вибоях очисних, підготовчих і нарізних виробок.

До регіональних способів відносяться:

- випереджальне відпрацьовування захисних пластів;
- дегазація наддроблюваних крутих пластів у зонах розвантаження;
- зволоження вугільних пластів;
- передове торпедування порід покрівлі;
- гідродинамічне діяння на вугільний пласт.

До локальних способів відносяться:

- гідророзпушування вугільного пласта;
- гидровіджимання приви́бійної частини пласта;
- утворення розвантажувальних па́зів;
- утворення розвантажувальної щілини в породах, що вміщують;
- буріння випереджальних(розвантажувальних) свердловин;
- торпедування вугільного масиву;
- утворення розвантажувальної щілини по довжині очисного вибою;
- вібраційне діяння на приви́бійну частину пласта;
- попередження й локалізація раптових викидів породи й газу;
- зведення випереджального кріплення;
- буріння дегазаційних свердловин.

Регіональні способи:

4.1. Випереджальне відпрацьовування захисних пластів.

Механізм захисної дії випереджальної розробки захисних пластів для запобігання ГДЯ полягає в зниженні гірського й газового тиску, збільшенні газопроникності й дегазації наддроблюваних і піддроблюваних вугільних пластів і порід.

Захисним вважається такий пласт (пропласток), розробка якого забезпечує повну безпеку гірничих робіт на небезпечному по ГДЯ пласту або його часткове розвантаження від гірського тиску, що сприяє полегшенню застосування інших способів запобігання ГДЯ.

Захисту підлягають вугільні пласти, небезпечні й загрожувані по ГДЯ й пласти викидонебезпечних порід, по яких проходять гірничі виробки.

Пласти у свиті можуть розроблятися в спадних, висхідних і змішаному порядках. Порядок розробки пластів у свиті вибирають із таким розрахунком, щоб забезпечити ефективним захистом найбільше число пластів, небезпечних й загрожуваних по ГДЯ, у максимальному ступені виключити ведення гірничих

чих робіт у незахищених зонах й у зонах ПГТ, що виникають від впливу крайових частин очисних робіт і ціліків, залишених на інших пластах свити.

При наявності у свиті безпечних або загрожуваних пластів (прошарків) варто передбачати їхню першочергову розробку в якості захисних. Якщо всі пласти у свиті віднесені до небезпечних по ГДЯ, то в першу чергу варто розробляти менше небезпечний пласт або пласт, при розробці якого забезпечується найбільш ефективно застосування комплексу мер по запобіганню ГДЯ й максимальний захист сусідніх пластів по площі. Основні схеми відпрацювання захисних пластів наведені на рисунку 4.1.

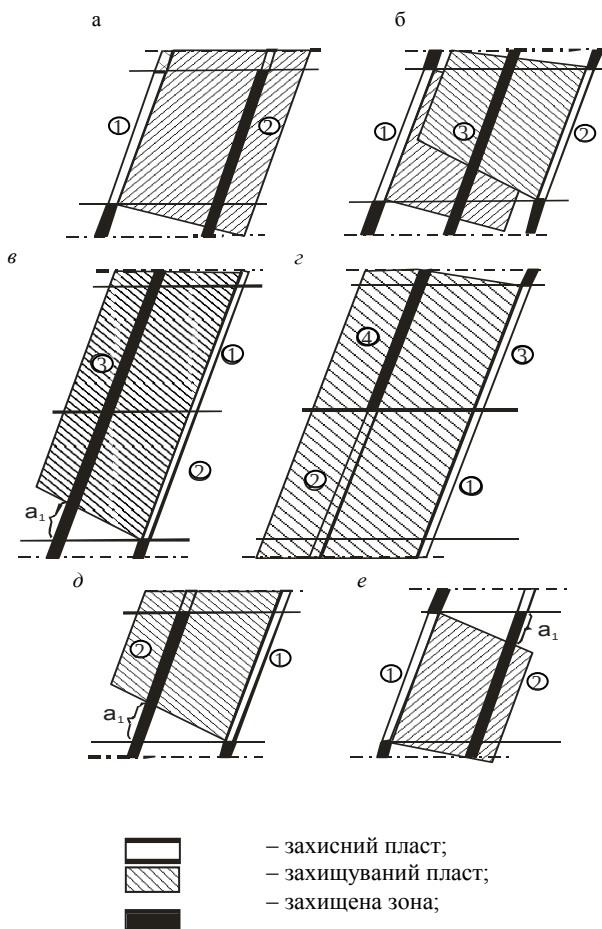


Рис. 4.1 — Основні схеми (а, б, в, г, д, е) використання захисних пластів: a_1 — незахищена ділянка поверху; 1,2,3,4 — порядок відпрацювання пластів і поверхів

Випереджальна розробка захисних пластів вважається ефективною, якщо дальність захисної дії при підробці S_1 або надробці S_2 небезпечного по

ГДЯ пласту дорівнює або більше величини міжпластової відстані h_1 або h_2 відповідно ($S_1 \geq h_1$; $S_2 \geq h_2$), як показано на рисунку 4.2.

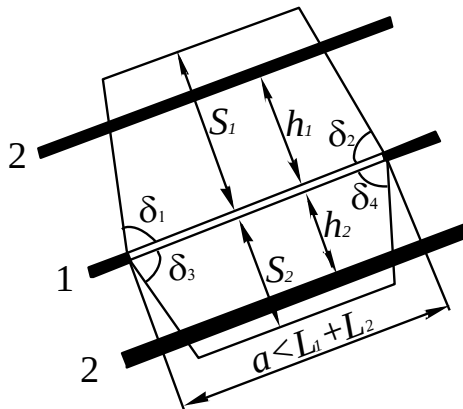


Рис. 4.2 — Схема до побудови захищеної зони.

Розрахунок і побудова захищених, незахищених зон і зон ПГТ здійснює маркшейдерська служба шахти за спеціальною методикою. Головний маркшейдер шахти наносить границі цих зон на плани гірничих робіт і на робочі ескізи ділянок.

Відпрацьовування захисного пласту необхідно робити без залишення ціликів і ділянок вугільного масиву у виробленому просторі.

При розробці захисних пластів варто застосовувати способи керування покрівлею повним обваленням або плавним опусканням.

Керування покрівлею повною закладкою виробленого простору допускається при потужності захисного пласту, достатньої для забезпечення захисту.

Оцінку ефективності захисної дії виконують із метою встановлення наявності захисту й визначення границь захищених зон.

Визначення ефективності захисної дії полягає в експериментальній оцінці зміни напруженого й газодинамічного стану пласту, що захищає, по виходу бурового дріб'язку й початкової швидкості газовиділення на кожному метровому інтервалі буріння контрольних шпурів глибиною не менше 5м.

Контрольні шпури розташовують:

- в очисних вибоях уступної форми — по одному шпуру в кожному уступі на відстані не більше 1м нижче кутка, а при довжині уступу більше 20м бурять додатковий шпур по середині уступу;

- у прямолінійних очисних вибоях — не більше ніж через 20м друг від друга;

- у підготовчих виробках — по одному шпуру в кутах вибою з вихо-

дом за проектний контур виробки на відстані не менше 1,5м від вибою.

Обмірювані значення виходу бурового дріб'язку D_i в літрах і початковій швидкості газовиділення g_i в літрах за хвилину по довжині шпуру зіставляють із їхніми безпечними значеннями відповідно до номограм, наведеніми на рисунку 4.3.

У зонах, виявлених контролем ефективності захисної дії як незахищених, повинен застосовуватися прогноз небезпеки ГДЯ, а в небезпечних зонах, виявлених прогнозом, — способи їхнього запобігання.

На ділянках пластів, на яких у результаті оцінки встановлена наявність ефективного захисту, гірничі роботи надалі ведуть із періодичним контролем ефективності захисної дії.

Відпрацьовування захисного пласту необхідно робити без залишення ціликів і ділянок вугільного масиву у виробленому просторі.

4.3. Зволоження вугільних пластів.

Зволоження вугільного пласту роблять шляхом нагнітання води через довгі свердловини, пробурені по пласту із пластових підготовчих виробок поперед очисного вибою, і застосовують для запобігання раптових викидів вугілля й пробуреними з польового штреку (а) і відкаточного штреку захисного пласту (б) газу, раптових видавлювань вугілля й гірських ударів.

Для підвищення ефективності зволоження застосовують водяні розчини з добавками ПАР. Вибір типу й концентрації ПАР роблять відповідно до таблиці 4.1.

Зволоження застосовують за умови забезпечення спрямованості буріння свердловин на задану глибину, надійної герметизації устя свердловин і надходження води (розчину) у вугільний пласт.

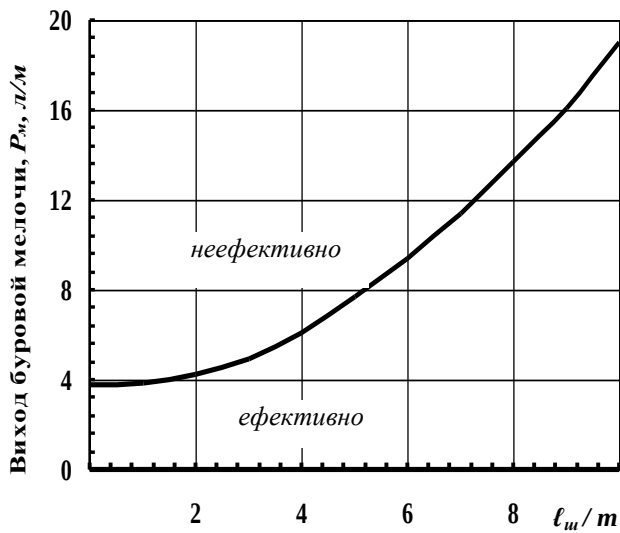
Таблиця 4.1.

Типи й концентрації ПАР у водяних розчинах.

Типи ПАР	Концентрація ВПАВШИ у воді по марках вугілля, %				
	Г	Ж	К	ОС	Т
Сульфанол	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,1-0,5	0,1-0,5
Піноутворювач (ПО-1а, ПО-1ф)	0,1-0,3	—	0,2-0,4	—	—
ДБ	0,2-0,3	0,3-0,4	—	—	—

Необхідну концентрацію обраного виду ПАР у воді при готуванні розчину підтримують дозатором ДСУ-4, установленим між водоподавальним трубопроводом і лічильником — витратоміром насосної установки.

а



б

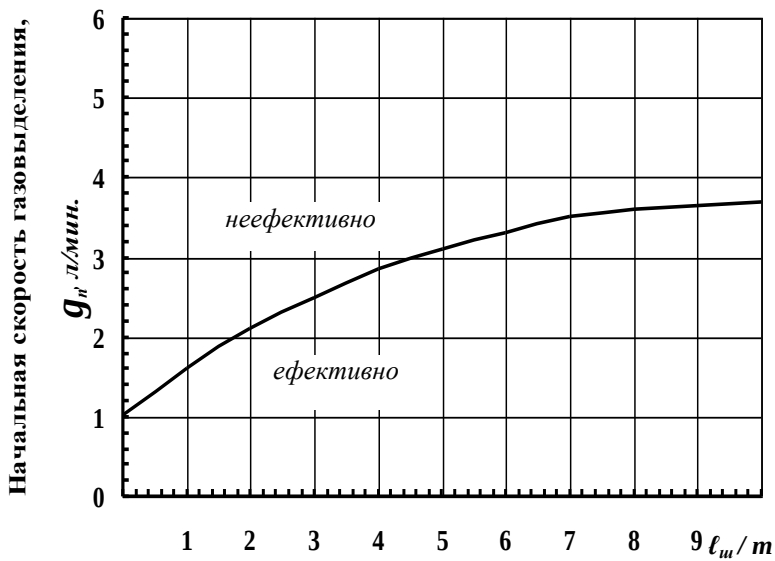


Рис. 4.3 — Номограммы для контролю ефективності захисної дії по виходу бурового дріб'язку (а) і початкової швидкості газорозподілення (б).

Герметизацію свердловин здійснюють піщано-цементним або полімерним розчинами.

Основними параметрами регіональної гідрообробки пласту є: діаметр і довжина нагнітальних свердловин, відстань між ними, глибина герметизації, тиск і витрата рідини, що нагнітається.

Діаметр нагнітальних свердловин приймають від 80мм до 110мм.

Довжина свердловин, пробурених по вугільному пласту, повинна бути на 8-10м менше довжини лави (висоти поверху). Якщо по гірничо-геологічних умовах або при великій висоті поверху не вдається пробурити свердловини заданої довжини, то зволоження роблять через свердловини, пробурені з відкаточного й вентиляційного штреків. При цьому відстань між вибоями зустрічних свердловин повинне становити не менше 5м.

Відстань між паралельними шпарами визначають залежно від радіуса ефективного зволоження R_0 й повинне становити не більше $1,8 R_0$. Величину R_0 визначають експериментально.

Глибину герметизації нагнітальних свердловин приймають рівній половині відстані між шпарами, а в порушеному масиві — не менше 10м.

Тиск нагнітання повинен забезпечувати надходження води (водяного розчину ПАР) у вугільний пласт і виключати можливість його гідророзриву. Максимальний тиск нагнітання не повинне перевищувати величини $0,75 \gamma H$, МПа. Для запобігання гідророзриву пласту нагнітання в початковий період протягом перших 20 - 30 хв. необхідно робити при тиску 2-3 МПа.

Мінімально необхідна кількість рідини Q , що нагнітають в одну свердловину, визначають по формулі:

$$Q = 2R_0 \ell_{\text{наг}} m \gamma_0 q_{\text{в}},$$

де R_0 — ефективний радіус зволоження, м;

m — потужність вугільного пласту, м;

γ_0 — об'ємна вага вугілля, т/м³;

$\ell_{\text{наг}}$ — довжина нагнітальної свердловини, м;

$q_{\text{в}}$ — питома витрата рідини, що нагнітає, на 1 т вугілля в масиві, м³/т, прийнята рівним 0,025—0,030 м³/т.

Виймку вугілля після зволоження пласту роблять із поточним контролем ефективності зволоження за методикою й критеріями прогнозу викиднебезпеки й ударнебезпеки пластів.

4.4. Передове торпедування порід покрівлі пласта.

Сутність способу полягає в розвантаженні й дегазації вугільних пластів небезпечних по раптових викидах, раптовим видавлюванням вугілля й гірських ударів, шляхом торпедування порід покрівлі свердловинними зарядами завчасно до початку ведення очисних робіт.

Передове торпедування не допускається в зонах геологічних порушень із перем'ятими породами й розкритими тріщинами.

Підривні роботи при торпедуванні покрівлі повинні вестися в режимі струсуювального підривання, а технологія виконання цих робіт повинна забезпечити камуфлетність підривання.

До параметрів способу відносяться: висота закладення нижнього й верхнього торців заряду; відстань між лініями свердловин; кут розвороту між лінією свердловин і віссю підготовчої виробки; довжина й діаметр свердловин; довжина, діаметр і маса заряду; вид і довжина забійки, прийняті відповідно до керівництва по розміщенню порід покрівлі.

Контроль ефективності передового торпедування роблять за методикою й критеріями прогнозу викиднебезпеки або ударнебезпеки.

На ділянках неефективності передового торпедування повинні застосовувати локальні способи запобігання раптових викидів або гірських ударів.

4.5. Гідродинамічне діяння на вугільний пласт.

Сутність гідродинамічного впливу полягає в багаторазовому нагнітанні й скиданні тиску води в свердловині, що викликає розміщення й дегазацію вугільного пласту. Гідродинамічний вплив застосовується для запобігання раптових викидів вугілля й газу, раптових видавлювань вугілля й гірських ударів.

Область застосування способу обмежується пластами з кутом падіння не менше 40° , коефіцієнтом міцності по шкалі М. М. Протод'яконова $f \leq 1,5$ і, газоносністю не менше $10 \text{ м}^3/\text{т}$ с. б. м., які відпрацьовують щитовими агрегатами.

Нагнітальні свердловини для гідродинамічного впливу на пласт бурять із польової виробки відповідно до схем на рисунку. 5 до перетинання пласту на повну потужність.

До параметрів способу відносяться: діаметр і глибина герметизації нагнітальних свердловин, їхній кут нахилу до горизонту, відстань між шпарами, потужність породної товщі між польовою виробкою і пластом, темп і тиск нагнітання, тривалість відкривання свердловини за часом, маса витягнутого вугілля й коефіцієнт дегазації.

Діаметр свердловин повинен бути від 150мм до 190мм, глибина герметизації – не менше 3м, кут нахилу свердловин до горизонту не менше 10° , відстань між шпарами – від 15м до 20м, потужність породної товщі – не менше 3м, темп нагнітання води в пласт від 30 л/хв. до 40 л/хв., тиск нагнітання повинне бути більше пластового тиску газу, але не більше $0,75 \text{ МПа}$. Тривалість часу відкривання свердловини не повинна перевищувати час, необхідне для зворотної фільтрації рідини з масиву, і становить не більше 1с. Мінімум необхідна маса вугілля $\dot{I}_{\min}$ в тоннах, що витягає через одну свердловину, визначається по формулі

$$M_{\min} = 5 \cdot 10^{-3} \pi D^2 m \gamma_{\phi},$$

де D – діаметр зони обробленою однією свердловиною, м;
 m – потужність вугільного пласту, м;
 γ_{ϕ} – щільність вугілля, т/м³.

Коефіцієнт ефективності дегазації $\hat{E}_a$ визначається з вираження

$$\hat{E}_a = S_3 m \gamma_{\phi} / V_{\phi}$$

де S_3 – площа зони обробки пласту однією свердловиною, м²;

x – природна газонасиченість вугільного пласту, м³/т с. б. м;

V_{ϕ} – фактичний обсяг газу, що виділюється в процесі обробки пласту однією свердловиною, м³, вимірюваний за допомогою газолічильника.

Гідродинамічний вплив здійснюють за допомогою двох насосних установок і пристрою типу УГВ, що забезпечує необхідні параметри процесу впливу.

Керування процесом гідродинамічного впливу виконується з пульта дистанційного керування, що розташовують на свіжому струмені на відстані не менше 30 м від нагнітальних свердловин.

Гідродинамічний вплив вважається ефективним, якщо фактична кількість витягнутого вугілля зі свердловин не менше розрахункової величини $M_{\min}$, а коефіцієнт дегазації $K_d \geq 0,45$.

Локальні способи запобігання газодинамічним явищам:

4.6. Гідророзпушування вугільного пласту.

Гідророзпушування здійснюється шляхом високонапірного нагнітання води у вугільний пласт через свердловини, пробурені з вибою гірничої виробки, і полягає в розміщенні вугілля усередині масиву системою тріщин, що утворюються під дією сил гірського тиску й нагнітання води, що викликають розвантаження й дегазацію привибійної частини пласту (рис.4.4)

Застосовується для запобігання раптових викидів вугілля й газу, раптових видавлювань вугілля й гірських ударів.

До параметрів гідророзпушування відносяться: діаметр, довжина й глибина герметизації нагнітальних свердловин, відстань між шпарями, величина їхнього незнижуваного випередження, кількість води, тиск і темп нагнітання.

Кількість води Q в кубометрах, що нагнітає в одну свердловину, визначають по формулі

$$Q = \frac{2R_{\phi} q_a m \gamma_{\phi}}{1000} (\ell_a + \ell_{\Gamma.}) ,$$

Де: q_a – питома витрата води, л/т;

m – потужність пласту, м;

γ_{ϕ} – питома вага вугілля, т/м³.

Тиск при нагнітанні приймають рівним:

$$P_i = (0,75 \dots 1,0) \gamma H, \text{ МПа,}$$

де: γ — питома вага порід, кг/дм³;

$\dot{I}$ — глибина розробки пласту, м.

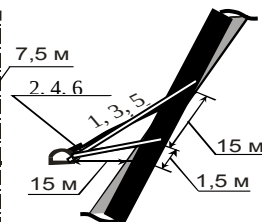
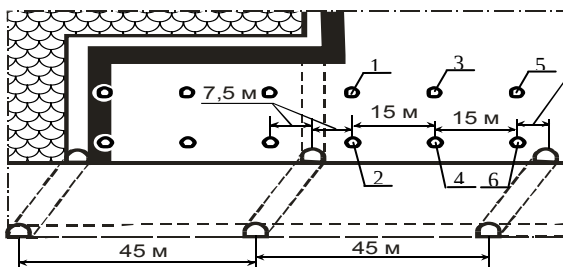
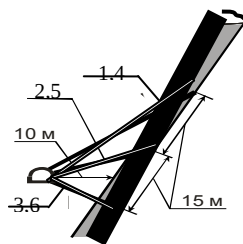
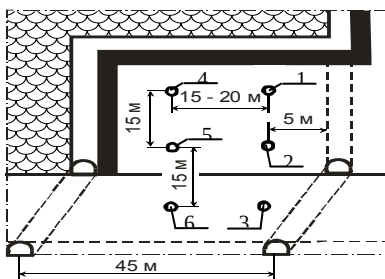
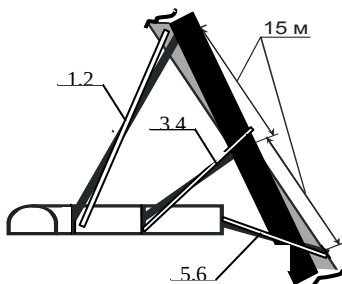
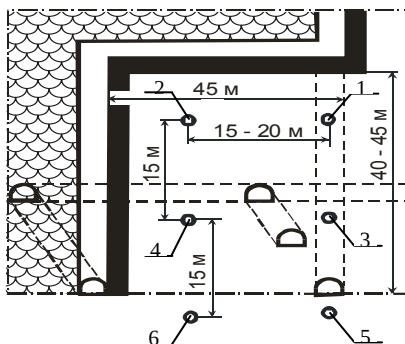


Рис. 4.4 — Схеми гідродинамічної дії (а, б, в) на вугільний пласт: 1,2,...6 — номери свердловин

Темп нагнітання повинен становити не менше 3 л/хв.

Число свердловин у підготовчому вибої й нішах лав повинне бути не менше двох. Свердловини бурять на відстані не більше 1м від кутків з нахилом 5-7 убік масиву.

В очисних виробках із прямолінійною формою вибою свердловини бурять на відстані не більше $2 R_{y\phi}$ друг від друга в напрямку посування вибою.

У стелеуступних очисних вибоях крутих і крутопохилих пластів одну свердловину розташовують на відстані до 1м від кутка, інші – на відстані не більше $2 R_{y\phi}$

Для конкретних умов застосування гідророзпушування глибину герметизації свердловин, довжину фільтруючої частини їх (величину незнижуваного випередження) і питому витрату води, по яких розраховують інші параметри, визначають на підставі експериментальних нагнітань.

Глибину герметизації нагнітальних свердловин розраховують залежно від середньої величини зони розвантаження привибійної частини пласту по формулі:

$$\ell_a = 1,5 \ell_\delta,$$

де ℓ_δ – величина зони розвантаження, м.

Якщо розрахункова глибина герметизації менше 3м, то застосування гідророзпушування не рекомендується.

Довжину фільтруючої частини свердловини ℓ_ϕ приймають залежно від глибини герметизації: $\ell_\phi = 1\text{м}$, якщо $\ell_a = 3\text{м}$ й $\ell_\phi = 2\text{м}$, якщо $\ell_a > 3\text{м}$.

Гідророзпушування вважають закінченим, якщо в свердловину подана розрахункова кількість води й тиск у високонапірному водопроводі знизився не менше чим на 30 % від максимального, досягнутого в процесі нагнітання.

Контроль ефективності гідророзпушування для запобігання раптових викидів вугілля й газу й видавлювання вугілля здійснюють по величині зони розвантаження, обумовленої по динаміці газовиділення зі шпурів, а для запобігання гірських ударів — за методикою й критеріями прогнозу ударонебезпеки.

4.7. Гідровіджимання привибійної частини пласта.

Гідровіджим здійснюється шляхом великонапірного нагнітання води в привибійну частину вугільного пласту через шпури (свердловини), пробурені з вибою гірничої виробки, і полягає в віджиму вугілля у виробку.

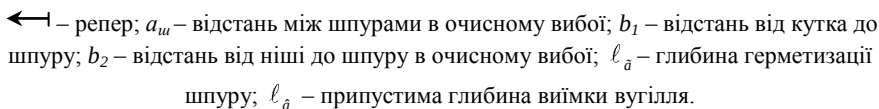
Параметри й технологія гідровіджиму подібні до гідророзпушування.

Глибина герметизації шпурів становить від 2м до 5,5м. Довжина шпуру повинна бути на 0,3м більше глибини герметизації.

Незнижуване випередження шпурів приймають 0,7м для очисних вибоїв й 1м для підготовчих вибоїв. У зонах геологічних порушень і ПГТ величина незнижуваного випередження повинна бути збільшена на 0,2м.

Темп нагнітання повинен бути не менше 30 л/хв.

Контроль ефективності гідровіджиму здійснюють по величині зони розвантаження або по висуванню пласту у вибої.



У нішах й у підготовчих виробках пункти виміру висування пласту розташовують на відстані 0,5м від кутків, посередині вибою й у боках виробки

на відстані не більше 1м від вибою.

Вимір величини висування пласту роблять по зсуву забивних реперів або реперів у шпурах довжиною від 0,3 до 0,7м.

Гідровіджим вважають ефективним:

- якщо тиск води при нагнітанні знизиться до $P_e = 3 + P_c$, де P_c – втрата напору в гідромережі;
- відбудеться вихід її на вибій;
- висування пласту в очисних вибоях складе не менше $0,01 \ell_a$, а в підготовчі й у ніші – не менше $0,02 \ell_a$ і не менше 0,01м у боки виробок.

Якщо після гідровіджиму не досягається необхідна величина висування вугільного пласту, то роблять додатковий гідровіджим через шпур, пробурений на рівній відстані від сусідніх з аналогічним контролем ефективності.

Виймка вугілля й буріння шпурів в обробленій частині пласту допускаються не раніше, ніж через 30 хв. після завершення гідровіджиму.

4.8 Утворення розвантажувальних пазів.

Розвантажувальні пази являють собою щілиноподібні порожнини, утворені в вугільних пластах за допомогою спеціальних механізмів з дистанційним керуванням і застосовуються для запобігання раптових викидів вугілля й газу й раптових видавлювань вугілля, а в сполученні з випереджальним кріпленням, що вводять у паз, — для запобігання й раптових обвалень вугілля на крутих пластах у підготовчі й в очисні виробки. В окремих випадках за узгодженням з МакНДІ й територіальним закладом Держнаглядохоронпраці допускається утворення пазів вибурюванням ручним інструментом.

Розвантажувальні пази повинні задовольняти наступним вимогам:

— паз повинен бути суцільним і розташований по нормалі до підосви (покрівлі) пласту, а при наявності в пласті породних прошарків потужністю більше 0,02м, для запобігання раптових обвалень вугілля допускається утворення пазів з розривом їх суцільності, тобто тільки по вугільних пачках;

— ширина паза повинна становити від 60мм до 80мм;

— глибина паза повинна бути не більше 2,5м, а незнижуване випередження не менше 1м.

Розвантажувальні пази в підготовчих виробках пологих пластів розташовують у кутках на відстані не більше 0,5м від стінок виробки під кутом від 5^0 до 10^0 убік вугільного масиву.

У нішах лав на пологих пластах розвантажувальні пази утворюють у кутках на відстані не більше 0,5м від стінок ніші й орієнтують у напрямку посування вибою.

На крутих пластах нависаючий вугільний масив у міру утворення паза перекривається на всю глибину випереджальним кріпленням з обрізних дощок товщиною не менше 40мм, під вільний кінець яких установлюють стійки. У міру виймки вугілля під перекриттям установлюють стійки через 0,3м. При потужності пласту 1,5м і більше, а також у зонах геологічних порушень

кріплення нависаючого масиву необхідно підсилювати.

Контроль ефективності розвантажувальних пазів здійснюється по динаміці газовиділення з контрольних шпурів.

4.9. Утворення розвантажувальної щілини в породах, що вміщують.

Утворення щілини в породах, що вміщують, застосовується для запобігання раптових викидів вугілля й газу, раптових видавлювань вугілля й гірських ударів при проведенні підготовчих виробок прохідницькими комбайнами.

Розвантажувальну щілину (порожнину) створюють шляхом попередньої виїмки породи в покрівлі або підшві вугільного пласту на глибину не менше 2 м. Між розвантажувальною щілиною й вугільним пластом залишають запобіжний породний пласт товщиною не менше 0,5 м. Щілина повинна виходити за контур виробки на відстань не менше 0,4 м, а на особливо небезпечній по ГДЯ ділянці пласту – не менше чим на 0,6 м. Незнижуване випередження розвантажувальної щілини в напрямку проведення виробки повинне бути не менше 1 м (Рис. 4.7).

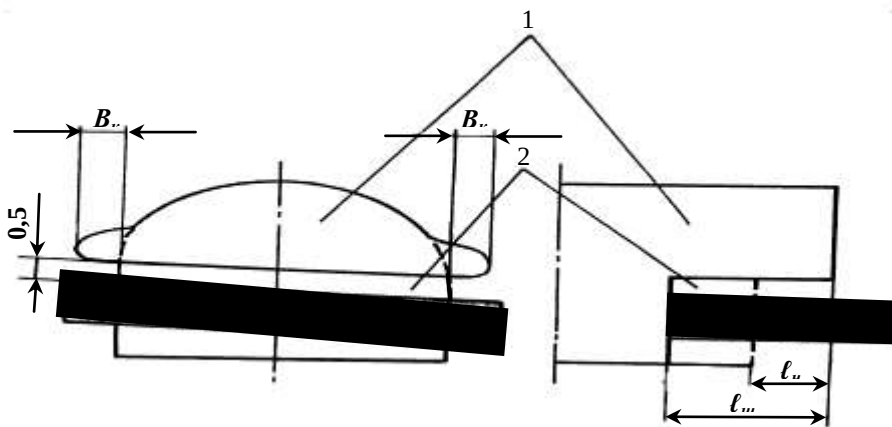


Рис. 4.7 — Схема утворення розвантажувальної щілини в породах покрівлі вугільного пласту при проведенні виробки змішаним вибоєм: 1 — розвантажувальна щілина; 2 — запобіжний породний пласт; $B_{..}$ — вихід щілини за контур виробки; ℓ_i — незнижуване випередження щілини; ℓ_u — глибина щілини.

Контроль ефективності розвантажувальної щілини виконують по динаміці газовиділення. Контрольні шпури бурять на відстані 0,5 м від боків виробки таким чином, щоб вибій шпуру на відстані, рівній глибині щілини, виходив за контур виробки на величину не менше 0,4 м, а на особливо небезпечних ділянках пластів — на 0,6 м.

4.10. Буріння випереджальних свердловин.

Буріння випереджальних свердловин застосовують для запобігання раптових викидів вугілля й газу, видавлювань вугілля й гірських ударів у підготовчих й очисних виробках на пластах будь-якої потужності. Випереджальні свердловини необхідно бурити по найбільш перем'ятій вугільній пачці.

Число свердловин і схеми їхнього розташування встановлюють таким чином, щоб забезпечити розвантаження й дегазацію пласту в перетині виробки й за її контуром на відстані не менше 4,0м.

Параметрами випереджальних свердловин є: діаметр, довжина, радіус ефективного впливу, величина незнижуваного випередження й відстань між вибоями свердловин.

Діаметр свердловин становить від 80мм до 250мм, довжина свердловин не обмежується, величина незнижуваного випередження на момент буріння нової серії свердловин повинна становити не менше 5м, а відстань між вибоями свердловин не більше 2м.

Контроль ефективності випереджальних свердловин виконують по динаміці газовиділення з контрольних шпурів.

Радіус ефективного впливу свердловин визначають експериментальним шляхом.

За радіус ефективного впливу випереджальної свердловини приймається відстань від її до найбільш вилученого шпуру, швидкість газовиділення з якого збільшилася не менше чим на 10 % у порівнянні з останнім значенням швидкості газовиділення до її збільшення.

4.11. Торпедування вугільного масиву.

Торпедування вугільного масиву здійснюється шляхом висадження зарядів ВР у свердловинах як без попереднього нагнітання води в пласт, так і з попереднім нагнітанням і застосовується для запобігання раптових викидів вугілля й газу, раптових видавлювань вугілля й гірських ударів.

При торпедуванні вугільного масиву без попереднього нагнітання води в пласт висадження зарядів ВВ роблять у свердловинах діаметром від 55 до 60 мм. Довжину свердловин L_0 приймають по таблиці 4.2. залежно від величини зони розвантаження ℓ_δ , обумовленої до торпедування.

Таблиця 4.2.

Визначення довжини свердловин для торпедування

ℓ_δ , м	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
L_0 , м	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0	13,5

Величину ℓ_δ визначають по групі контрольних шпурів (не менше трьох), які розташовують по тій же схемі, що й свердловини для торпедування.

Незнижуване випередження свердловин повинне становити в підготов-

чих вибоях не менше 5м, в очисних — не менше 3м. Свердловини, розташовані в кутках вибою, повинні виходити за контур виробки не менше чим на 2м. Число свердловин визначається виходячи із ширини оброблюваної зони й відстані між шпарами. Відстань між шпарами не повинне перевищувати в нішах 2м, у комбайновій частині лави й у вибоях підготовчих виробок — 2,5м.

Маса заряду ВР для торпедування Q_0 в кілограмах на одну свердловину визначають по формулі:

$$Q_0 = q(L_0 - L_c),$$

де: L_c – загальна довжина забійки, м (приймається $L_c = 3,5$ м при $L_0 = 8,5$ м; $L_c = 4$ м при $L_0 = 8,5 — 9,5$ м; $L_c = 5$ м при $L_0 \geq 10$ м);

q_c – маса одного метра заряду ВР, кг/м.

Торпедування вугільного масиву з попереднім нагнітанням води в режимі гідророзпушування здійснюють через свердловини діаметром 45мм і довжиною 8 м.

Величина незнижуваного випередження ℓ_i вибою шпарами повинна бути не менше 2м. Свердловини, розташовані в кутках вибою, повинні виходити за контур виробки не менше чим на 1м. Відстань між шпарами не повинна перевищувати в нішах і вибоях підготовчих виробок 2,5 м, у комбайновій частині лави – 3м.

Глибина герметизації свердловин при нагнітанні води в пласт становить від 5,5 до 6,5м.

Маса заряду ВР становить від 2,5 до 3кг. Загальна довжина забійки – не менше 3,5 м.

Свердловини кожної нової серії при наявності незнижуваного випередження бурять на відстані не менше 0,5м від свердловин попередньої серії.

У похилих виробках, проведених зверху вниз, свердловини для торпедування бурять по падінню пласту, а в горизонтальних — з нахилом 4-7⁰ (для заливання їх водою).

Для торпедування вугільного масиву застосовують суцільний колонковий однорядний заряд ВМ. У якості ВМ використовуються вибухова речовина II класу небезпечності, шнури що детонують або стрічки й електродетонатори миттєвої дії.

Підривання зарядів ВМ у свердловинах роблять у режимі струсуювального підривання. Час від заливання свердловин водою до ініціювання зарядів ВМ не повинне перевищувати 45 хв. Підривання зарядів ВМ при торпедуванні вугільного масиву здійснюється за один прийом не більше ніж в 10 свердловинах.

Контроль ефективності торпедування вугільного масиву для запобігання раптових викидів вугілля й газу й раптових видавлювань вугілля роблять по динаміці газовиділення, а для запобігання гірських ударів — за методикою й критеріями прогнозу ударонебезпеки.

4.12. Утворення розвантажувальної щілини по довжині очисного вибою.

Сутність способу полягає в утворенні у вугільному пласті по всій довжині очисного вибою розвантажувальної щілини, під впливом якої відбувається розвантаження й дегазація привибійної частини пласту, достатня для запобігання раптових викидів вугілля й газу при наступній виїмці вугілля. Застосовують на пологих і похилих пластах зі стійкими й середньою стійкістю породами покрівлі.

Утворення розвантажувальної щілини й наступну виїмку вугілля роблять за допомогою виїмково-щілинорізної машини, постаченої щілинорізним виконавчим органом барового типу й виїмковим виконавчим органом.

До створення такої машини для утворення розвантажувальної щілини можуть використатися врубові машини з наступною виїмкою вугілля комбайном.

До параметрів розвантажувальної щілини відносяться: місце розташування щілини в перетині пласту, висота щілини, глибина її, незнижуване випередження, кут у кутковій частини щілини.

При однопачковій будові пласту місце розташування щілини в межах його потужності не обмежується. На пластах, що складаються із двох або більше пачок переважно утворювати щілину по викидонебезпечній пачці або по породному прошарку. На малопотужних пластах, а також у місцях утонення, де виїмку вугілля роблять із присічкою порід покрівлі або підосви, допускається утворення розвантажувальної щілини по породах, що вміщують, у контакті із пластом.

Висота розвантажувальної щілини повинна бути 70 — 120 мм.

Глибина щілини повинна бути дорівнює сумі ширини смуги вугілля, що виймає комбайном, і незнижуваного випередження щілини не менше 0,2 м. При утворенні щілини врубовою машиною глибина щілини повинна задаватися на 0,25 м більше зазначеної суми.

Потрібна глибина щілини підбирається шляхом зміни кута установки щілинорізного виконавчого органа від 115^0 до 135^0 до лінії очисного вибою.

Перед кожним циклом виїмки вугілля після утворення щілини здійснюють контроль глибини щілини не більше ніж через 10 м по довжині очисного вибою. На ділянках лави з недостатньою глибиною щілини повторно роблять її нарізку з наступним контролем. Виїмка вугілля комбайном допускається, якщо обмірювана глибина щілини перевищує ширину полоси, що виймають, не менше чим на 0,2 м.

Утворення розвантажувальної щілини й виїмку вугілля роблять роздільно й сполучення цих операцій не допускається.

Допускається зарубка щілинорізного органа в пласт на будь-якій ділянці лави при дистанційному керуванні розворотом з відстані не менше 30 м з боку свіжого струменя повітря.

При відсутності дистанційного керування зарубка щілинорізного органа в пласт допускається, якщо величина зони розвантаження не менше чим на 1,3 м перевищує глибину врубу, або після виконання в цьому місці іншого

способу запобігання раптових викидів вугілля й газу.

Керування машиною в процесі утворення щілини здійснюється машиністом і його помічником дистанційно з відстані не менше 30м від машини з боку свіжого струменя повітря. При цьому не допускається виконання інших робіт і знаходження людей у лаві й по ходу вихідного струменя до її підсвіження.

Для зниження газодинамічної активності пласту при утворенні розвантажувальної щілини в зонах ПГТ або геологічних порушень на час переходу очисним вибоєм таких зон може бути зменшена глибина щілини зі збереженням необхідного незнижуваного випередження її й знижена швидкість подачі щілинорізної машини до 0,5 — 0,7 м/хв.

4.13. Вібраційний вплив на привибійну частину пласту.

Вібраційний вплив на вугільний пласт здійснюється за допомогою пневмовібраторів, що поміщають у попередньо пробурені шпури, і призначений для зниження викидонебезпеки при проведенні підготовчих виробок по викидонебезпечним пластам, не схильних до обвалень (висипань) вугілля з коефіцієнтом міцності не менше 0,6 по шкалі М. М. Протода'яконова.

До параметрів способу відносяться: діаметр і глибина шпурів (далі — віброшпурів), відстань між ними, частота й амплітуда вібрації, тривалість віброобробки пласту.

Діаметр віброшпурів приймають залежно від типу вібратора, але не більше 80мм; глибина віброшпурів становить 2,5м, а на особливо небезпечних ділянках пласт не більше 2м.

Допускаються до застосування вібратори із частотою від 45 Гц до 150 Гц й амплітудою вібрації 0,5 — 1,5мм. Відстань між віброшпурами не повинне перевищувати 2РЕФ. Кількість віброшпурів у вибої повинне бути не менше трьох.

Шпури бурять на відстані не більше 0,5м від кутків з нахилом 5-7° убік масиву, а інші — паралельно осі виробки. Віброшпури бурять на задану глибину у два етапи: спочатку діаметром 42мм, а потім їх розбурюють до необхідного діаметра.

При використанні пневмовібраторів номінальний тиск у трубопроводі стисненого повітря повинен бути не менше 0,4 МПа. Значення параметрів вібродії залежно від радіуса ефективного впливу віброшпура і його діаметра наведені в таблиці 4.3.

4.14. Зведення випереджального кріплення

Випереджальне кріплення являє собою перекриття нависаючої частини вугільного масиву перед вибоєм очисної або підготовчої виробки, що складається з несучих елементів кріплення, уведених у попередньо пробурені шпури діаметром 42 — 43мм між підшвою і покрівлею пласту й закріплених за допомогою в'язких (скріпних) матеріалів. Призначена для запобігання раптових обвалень (висипань) вугілля з нависаючого масиву у виробках на кру-

тих й крутопохилих пластах.

Таблиця 4.3.

Параметри вібродії на вугільний пласт.

Радіус ефективного впливу віброшпура, м	Діаметр віброшпура, мм	Амплітуда вібрації, мм	Частота вібрації, Гц	Тривалість віброобробки, годин
до 0,5	50	0,5-0,9	100-150	1,0
до 0,5	80	0,5-0,9	60-100	0,5
0,6-0,8	80	0,7-1,2	60-120	1,2
0,5-0,8	80	0,7-1,2	50-120	1,0
0,7-1,0	80	0,8-1,5	45-100	1,5

Як несучі елементи випереджального кріплення застосовують сталеві стрижні гладкостінні або з арматурної сталі діаметром 20 — 28мм, кручені склопластикові стрижні діаметром 28мм або дерев'яні — діаметром 36 — 38мм. Як в'язкий матеріал використовують состав на основі пінополіуретану. У шпури цей состав подають в ампулах з поліетиленової оболонки, заповненої поліолом, і скляної ампули, що перебуває усередині оболонки, заповненої поліізоціанатом. При змішуванні компонентів утвориться твердий продукт — поліуретан.

Для руйнування ампул з в'язким составом забійні кінці металевих стрижнів зрізують під кутом 45° , а дерев'яні стрижні загострюють. Зовнішні кінці металевих стрижнів мають різьблення, на яку накручують перехідник для обертання стрижня ручним свердлом.

Параметри випереджального кріплення з пінополіуретановим скріпним составом включають:

глибину шпурів ℓ_{σ} у метрах, обумовлену з вираження

$$\ell_{\sigma} = n\ell_{\zeta} + \ell_i,$$

де n — кількість заходок; ℓ_{ζ} — величина заходки, м; ℓ_i — величина незнижуваного випередження кріплення, прийняте не менше 1м на особливо небезпечній по обваленнях вугілля ділянках пласту й не менше 0,7м в інших випадках;

— відстань між шпурами по потужності пласту не більше 0,3м;

— витрата ампул скріпного состава на 1м шпуру — не менше трьох.

Шпури для випереджального кріплення бурять із підйомом під кутом 5-10° убік повстання пласту й розташовують на відстані 0,2 — 0,3 м нижче кутка по лінії, перпендикулярної напластуванню.

Стрижні випереджального кріплення повинні виступати зі шпурів на 0,15 — 0,20 м, під вільні кінці яких установлюють стійки кріплення. У міру виїмки вугілля під випереджальне кріплення не більше ніж через 0,3м знову встановлюють стійки

4.15. Буріння дегазаційних свердловин.

Буріння дегазаційних свердловин застосовують для запобігання рапто-вих проривів газу із підшови гірничих виробок, розташованих на відстані до 25м від зон диз'юнктивних геологічних порушень і газоносних вугільних пластів (пропластків) або вуглистого сланцю, що є потенційними джерелами газовиділення при їх надробці.

Дегазаційні свердловини бурять діаметром не менше 76мм у підшову виробки під кутом від 20^0 до 30^0 до лінії очисного вибою або підшові підгото-вчої виробки до перетинання на повну потужність потенційного джерела га-зовиділення на відстані не менше 10м поперед вибою проведеної виробки.

Для запобігання проривів газу при проведенні підготовчої виробки бу-рять по одній дегазаційній свердловині через кожні 10 — 15м у міру посу-вання вибою, при цьому перетинання свердловини із джерелом газовиділення повинне бути в межах ширини виробки.

Для запобігання проривів газу в лавах, дегазаційні свердловини бурять із підготовчих виробок до перетинання джерел газовиділення на відстані не менше 30м від кінцевих ділянок лав, а відстань між вибоями свердловин по-винна бути не більше 25м.

При проведенні підготовчих або очисних виробок у зонах диз'юнктив-них геологічних порушень дегазація надроблюваного гірського масиву шпа-рами здійснюється на глибину не менше 25м від підшови цих виробок.

При підході вибою ствола до потенційного джерела газовиділення з від-стані не менше 10м від нього бурять дегазаційні свердловини до перетинання цього джерела в межах проектного контуру ствола на видаленні від нього не більше однієї третини діаметра ствола, при цьому кількість свердловин по-винна бути не менше двох.

При підході вибою квершлагоу або інших горизонтальних і похилих ви-робок до потенційного джерела газовиділення на відстань не менше 25м бу-рять першу дегазаційну свердловину в підшову виробки до перетинання дже-рела газовиділення, а наступні — через кожні 15м посування вибою виробки.

При наявності декількох потенційних джерел газовиділення в підшові виробки дегазаційні свердловини необхідно бурити до перетинання найбільш вилученого джерела газовиділення.

Для попередження проривів газу із підшови підготовчої виробки допус-кається зміна положення виробки щодо потенційного джерела газовиділення шляхом її проведення таким чином, щоб найкоротша відстань від підшови виробки до найближчого джерела газовиділення, включаючи його потуж-ність, перевищувала 25м.

Способи зазначені у пунктах 4.3, 4.4, 4.9, і 4.13 на протязі останніх 10 років у діяльності гірничих підприємств практично не використовуються.

ЛЕКЦІЯ № 5. Розкриття вугільних пластів і ведення гірничих робіт по викидонебезпечним пісковикам.

5.1 Розкриття вугільних пластів

Як ми вже відзначали в попередніх лекціях, основними факторами, що впливають на розв'язання раптового викиду вугілля й газу, є напружений стан гірського масиву, газонасність вугільного пласту і фізико-механічні властивості вугілля. При веденні гірничих робіт з вугілля в очисних і підготовчих вибоях відразу ж після виїмки чергової смужки (заходки) відбувається природний віджим пласту, конвергенція бічних порід (зближення порід покрівлі й підшви пласту), утворення технологічних тріщин (заколи) і розширення (розкриття) природних (кліважних) тріщин й, як наслідок, розвантаження й дегазація привибійної частини пласту, переміщення зони максимуму опорного тиску в глиб масиву, збільшення безпечної зони розвантаження вугільного пласту. Зона розвантаження привибійної частини пласту, сформована природним шляхом, може виявитися недостатньою (з обліком незнижуваного її випередження) для виїмки хоча б однієї смужки вугілля. У таких випадках, з метою визначення безпечної глибини виїмки застосовують поточний прогноз викидонебезпеки частини пласту й у небезпечних зонах, встановлених прогнозом (а на особливо викидонебезпечних пластах — постійно) — локальні способи запобігання газодинамічних явищ.

При розкритті пласту квершлагом або іншою польовою (породною) виробкою вугільний пласт, що розкривається, перебуває в стані всебічного стиску й природно перед розкриттям пласту відсутні умови для зміни властивостей і стану вугільного масиву, що визначають його викидонебезпеку.

Тому, при розкритті вугільних пластів передбачаються прогноз їх викидонебезпеки й способи запобігання раптових викидів вугілля й газу, раптових обвалень вугілля й раптових проривів метану із підшви виробок.

Для запобігання раптових викидів застосовується: буріння дренажних свердловин, зведення каркасного кріплення, гідророзпушування вугільного масиву, гідровимивання пласту в перетині виробки, утворення розвантажувальних порожнин у породах, що вміщують. У складних гірничо-геологічних умовах допускається сполучення цих способів.

Опускаючи виклад технології їхнього виконання, відзначимо, що на крутих пластах найбільше широко застосовуються гідророзпушування й гідровимивання вугілля в комплексі зі зведенням каркасного кріплення по периметру виробки, а на пологих — гідророзпушування й буріння дренажних (розвантажувальних) свердловин. Всі ці способи в достатньому ступені освоєний і багаторічний досвід підтвердив доцільність їхнього застосування у відповідних гірничо-геологічних умовах.

На крутих пластах, схильних до раптових обвалень вугілля, для запобігання цих явищ застосовують каркасне кріплення, установлене по зводу виробки, що розкриває. Цей захід рекомендований на таких пластах у всіх випадках, оскільки досвід застосування каркасів для попередження обвалень

нависаючого масиву при розкритті крутих пластів підтверджує ефективність даного заходу.

Розкриття й перетинання виробками викидонебезпечних пісковиків здійснюється буропідривним способом у режимі струсуювального підривання, а при проходці вертикальних стволів комбайнами, керування якими роблять дистанційно з поверхні не ближче 50м від ствола.

Для запобігання раптових проривів метану розкриття вугільних пластів і пропластків виробляється буріння дегазаційних свердловин.

Роботи з розкриття пласту роблять у наступній послідовності:

- розвідка положення пласту щодо вибою виробки, що розкриває;
- прогноз викидонебезпеки в місці розкриття;
- застосування способів запобігання викидів при прогнозі «небезпеч-
но»;
- здійснення контролю ефективності способів запобігання викидів;
- застосування способів утримання нависаючого масиву на крутих й крутопохилих пластах;
- введення режиму струсуювального підривання (при проведенні ви-
робки буропідривними роботами);
- введення дистанційного керування при перетинанні пласту прохід-
ницьким комбайном;
- оголення й перетинання пласту;
- зведення посиленого кріплення в місцях сполучення виробки із плас-
том;
- видалення виробки від пласту.

Розкриття особливо небезпечних ділянок на викидонебезпечних шахто-
пластах здійснюється в захищених зонах, шляхом збійки із заздалегідь прой-
деної по пласту виробки або із застосуванням способів запобігання викидів.

При проведенні виробки, що розкриває, за допомогою буропідривних
робіт струсуювальне підривання вводять при наближенні вибою виробки до
викидонебезпечного або загроженого по раптових викидах вугілля й газу
пласту на відстань не менше 3,0м і скасовують після закріплення виробки по-
стійним кріпленням і видалення вибою від пласту на відстань не менше 3,0м
по нормалі до пласту. При збійці із заздалегідь пройденої по пласту виробки,
а також при наближенні вибою виробки до пропластка ця відстань дорівнює
2,0м.

При проведенні виробки, що розкриває, прохідницьким комбайном дис-
танційне керування вводять і скасовують при наближенні й видаленні вибою
виробки на відстань не менше 2,0м по нормалі до пласту.

Якщо прогнозом у місці розкриття встановлені безпечні значення пока-
зників викидонебезпеки, то викидонебезпечні пласти можуть розкриватися
без застосування способів запобігання викидів за допомогою струсуювального
підривання або комбайном з дистанційним керуванням.

Якщо прогнозом установлені небезпечні значення показників викидоне-
безпеки, то розкриття викидонебезпечних пластів повинне вироблятися із за-
стосуванням способів запобігання викидів. Після застосування способів за-

побігання викидів і контролю їхньої ефективності розкриття пластів повинне вироблятися струсуювальним підриванням або комбайном з дистанційним керуванням.

При наближенні вибою виробу, що розкриває, до загрожуваного по раптових викидах пласту або пропластка потужністю більше 0,3м, якщо прогнозом установлені безпечні значення показників викидонебезпеки, те розкриття можна здійснювати без застосування способів запобігання викидів за допомогою підривних робіт у режимі, установленому для надкатегорійних по газу шахт (без здійснення вимог режиму струсуювального підривання) або прохідницьким комбайном без дистанційного керування, але при цьому повинні бути розроблені додаткові заходи безпеки, погоджені з МакНДІ.

Якщо прогнозом установлені небезпечні значення показників викидонебезпеки, то розкриття загрожуваних пластів і пропластків потужністю більше 0,3м роблять із застосуванням способів запобігання викидів. Після застосування способів запобігання викидів і контролю їхньої ефективності розкриття пластів і пропластків роблять струсуювальним підриванням або комбайном з дистанційним керуванням.

Допускається розкриття пропластків потужністю до 0,3м струсуювальним підриванням або комбайном з дистанційним керуванням без застосування прогнозу викидонебезпеки й способів запобігання викидів.

Заходу щодо запобігання викидів вугілля й газу перед розкриттям пластів з кутами падіння 55° і більше здійснюють із відстані не менше 3,0 м по нормалі до пласту, а перед розкриттям пластів з кутами падіння менше 55° — з відстані не менше 2,0м. При цьому величина обробленої противикидними заходами зони пласту повинна становити не менше 4,0м за контуром виробки.

Оголення пластів і перетинання пропластків, а також розкриття на заздалегідь пройденому виробку за допомогою буропідривних робіт роблять при величині породної товщі між виробкою і крутим пластом (пропластком) не менше 2,0м, а пологим, похилим і крутопохилим — не менше 1,0м по нормалі до пласту.

При проведенні заїздів розкриття пластів здійснюють по дотичній до пласту підривними роботами при поетапному виконанні противикидних заходів у небезпечних зонах і мер по втриманню нависаючого масиву на крутих й крутопохилих пластах.

Розкриття й перетинання викидонебезпечних й загрожуваних пластів виробками, що повстають, повинне здійснюватися із застосуванням прогнозу викидонебезпеки, а в небезпечних зонах — противикидних заходів і контролю їхньої ефективності, але незалежно від результатів прогнозу й контролю — струсуювальним підриванням. При цьому повинні бути розроблені додаткові заходи безпеки по вибухозахисту й вентиляції, погоджені з МакНДІ.

При розкритті пластів (пропластків) у зонах, повністю захищених відпрацьовуванням захисних пластів, прогноз викидонебезпеки й способи запобігання викидів можуть не застосовуватися. Розкриття здійснюють підривними роботами в режимі, установленому для надкатегорійних по газу шахт, або

прохідницькими комбайнами без дистанційного керування.

У вибій виробки, що розкриває, з відстані 3,0м по нормалі до пласту для роботи одночасно допускається не більше трьох чоловік.

У вибій ствола з відстані 6,0м по нормалі до пласту допускають кількість робітників з розрахунку забезпечення можливості підйому людей в один прийом.

При розкритті пластів стволами перед початком проведення вертикального ствола повинна бути зроблена попередня розвідка всієї пересічної стволом товщі порід до нижньої проектною оцінки ствола.

У стволах, що поглиблюють, додаткову розвідку пересічної стволом товщі порід роблять розвідницькими шпарами з відстані не менше 10,0м по нормалі до пласту.

Для запобігання ГДЯ при розкритті вугільних пластів стовбурами роблять буріння дренажних свердловин, зведення каркасного кріплення, гідрообробку вугільного масиву, а в складних гірничо-геологічних умовах — сполучення цих способів.

Розкриття викидонебезпечних вугільних пластів і порід стволами, проведеними прохідницькими комплексами, роблять без застосування способів запобігання ГДЯ за умови дистанційного керування комплексом з поверхні.

При розкритті пластів стволами з бурінням дренажних свердловин, свердловини діаметром до 80 мм бурять відповідно до схем на рисунках 5.1. й 5.2. таким чином, щоб крапки виходу свердловин із пласту були вилучені друг від друга не більше ніж на $2R_{\text{эф}}$ (де $R_{\text{эф}}$ — радіус ефективного впливу свердловини, м). Крапки виходу свердловин із пласту повинні бути розташовані в межах необхідної зони його обробки на відстані не більше $R_{\text{эф}}$ від контуру цієї зони, $R_{\text{эф}}$ приймається рівним 0,75м. Дегазація вважається ефективною після зниження тиску газу в контрольних шпурах до величини менше 1,0 МПа.

При оголенні пласту дренажні свердловини бурять із відстані 2,0м до пласту по нормалі. Відстань від контуру ствола до свердловини й між шпарами в площині вибою останньої заходки під захистом цих свердловин повинне становити не більше 1,5м. Довжину свердловин приймають із розрахунку постійного випередження вибою ствола не менше чим на 2,0м.

При перетинанні стовбурами вугільних пластів дренажні свердловини бурять відповідно до схеми на рисунку 5.3 діаметром від 200мм до 250мм.

При розкритті стволами зі зведенням каркасного кріплення, каркасне кріплення, що обгороджує, з металевих стрижнів періодичного профілю діаметром 36...38 мм або труб діаметром 40...50 мм, зацементованих у свердловинах діаметром від 60мм до 80мм, повинна випереджати вибій стовбура не менше чим на 2,0 м. Вільні кінці стрижнів зашпаровують у постійне кріплення ствола на довжину не менше 2,0м. Свердловини для каркасного кріплення необхідно бурити з відстані 2,0м від пласту по нормалі й розташовувати по периметрі стовбура через 0,3...0,5 м, розраховуючи по крапках входу свердловин у пласт. Кут нахилу свердловин повинен бути таким, щоб у площині вибою будь-якої заходки вони розташовувалися на відстані не менше 1,5м від

проектного контуру ствола при бурінні свердловин по вугіллю

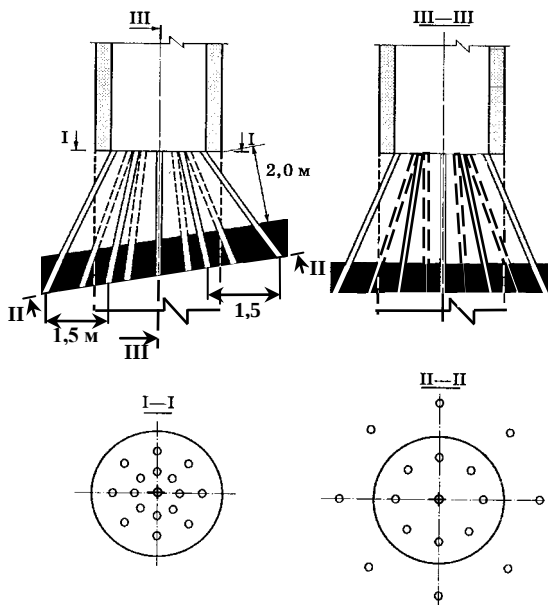


Рис. 5.1 – Схема розташування дренажних свердловин при розкритті пологих і похилих пластів.

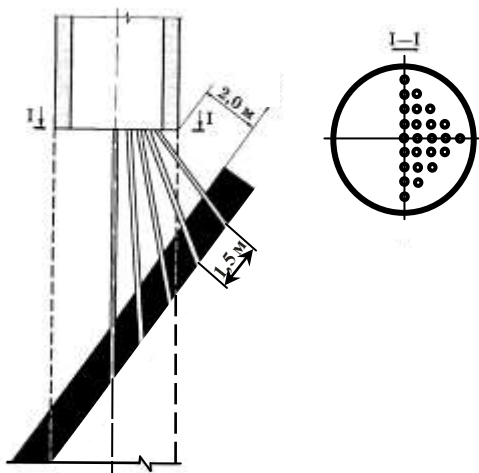


Рис. 5.2 – Схема розташування дренажних свердловин при розкритті крутих і крутопохилих пластів.

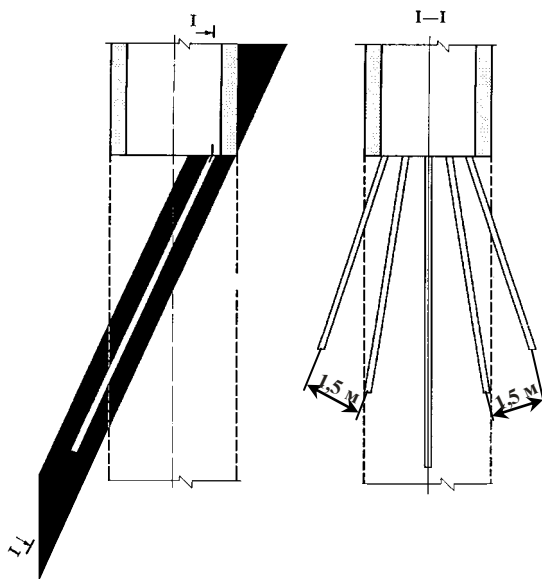


Рис. 5.3. Схема розташування дренажних свердловин при перетинанні крутих і крутопохилих пластів.

При оголенні пластів, коли вибій чергової заходки перебуває в породах покрівлі пласту, відстань свердловин від контуру ствола в площині цієї заходки повинна бути не менше 1,0м.

При виході свердловин у породи лежачого боку кінці їх повинні відстояти від підосви пласту на відстані не менше 1,0м по нормалі.

При розкритті крутих пластів каркасне кріплення можна зводити не по всьому периметрі ствола, а тільки в місці його перетинання із пластом.

До виконання робіт з оголення й перетинання пласту приступають через не менше доби після закінчення установки каркаса.

При розкритті стволами з гідророзпушуванням вугільного масиву нагнітання води в пласт здійснюють через свердловини діаметром від 43мм до 60мм, пробурені з відстані не менше 3,0 м по нормалі до пласту. У середині вибою по осі ствола бурять контрольну свердловину діаметром до 80мм.

При діаметрі стовбура 6,0м бурять 5...6 свердловин для нагнітання води, при діаметрі стовбура 8,0м бурять 7...8 свердловин (Рис. 5.4). Герметизацію свердловин здійснюють цементним розчином на величину породної товщі між вибоєм ствола й пластом.

Нагнітання води роблять під тиском P_i у МПа, величина якого повинна бути в межах $(0,75...1,0)\gamma H$, МПа (γ — питома вага вищележачих порід, кг/дм³, H — глибина ведення гірничих робіт, м). Нагнітання можна робити через серії свердловин, які бурять у міру посування вибою.

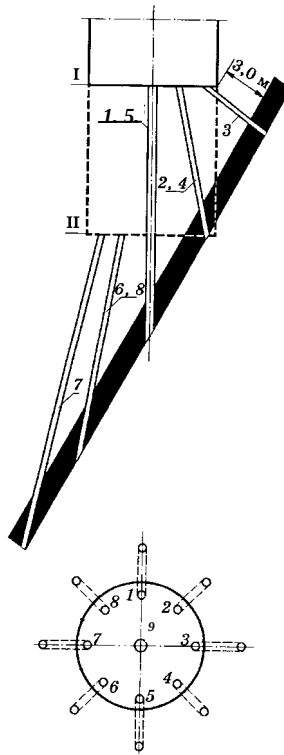


Рис. 5.4 – Схема розташування свердловин для гідророзпушування крутого пласту з вибою ствола: 1,2,3,4,5,6,7,8 — свердловини для гідророзпушування вугільного масиву; 9 — контрольна свердловина; I, II — цикли обробки пласту

Нагнітання здійснюють послідовно в кожен свердловину доти, поки вода не проникне в сусідні або центральну контрольну свердловину.

Процес нагнітання повинен бути закінчений після зниження тиску нагнітання не менше чим на 30 % від сталого, при якому вироблялося нагнітання.

Розкриття пластів квершлагами й іншими виробками за межами приствольного двору здійснюють після проведення вентиляційної збіжки на вижележащий горизонт для забезпечення провітрювання нового горизонту за рахунок загальношахтної депресії. Провітрювання тупикової частини виробки, що розкриває, роблять вентилятором місцевого провітрювання.

При розкритті викидонебезпечних пластів прохідницькими комбайнами наближення, перетинання й видалення від пласту здійснюють після виконання прогнозу викидонебезпеки й способів запобігання викидів у небезпечних зонах. Проводити виробку на ділянці розкриття можна з утворенням розвантажувальних щілин, гідророзпушуванням вугільного пласту, гідровимиванням вугільного масиву в сполученні з обмеженням швидкості проходки ви-

робки до 1,0 м/зміну й швидкості впровадження виконавчого органа комбайна в масив до 0,5 м/хв. При контролі ефективності способів запобігання викидів безпечний рівень тиску газу в пласті повинен бути менше 1,0 МПа.

Після оголення пласту в перетині виробки подальше проведення її комбайном здійснюють за технологією проведення пластового штреку з виконанням поточного прогнозу й застосуванням способів запобігання викидів з контролем їхньої ефективності в небезпечних зонах, установлених прогнозом.

Розкриття викидонебезпечних пластів проміжними квершлагами й породними скатами (ортами) роблять шляхом збійки їх із заздалегідь пройденою по пласту виробкою.

Розкриття вуглеспускними скатами (ортами) з відстані 2,0 м до викидонебезпечного крутого пласту можна робити струсуювальним підриванням на ділянці, обробленій противикидними заходами з вибою нижньої печі. При наявності поперед лави раніше пройдених за допомогою буро-збійних машин скатів, збійку з ними варто робити тільки з вибою нижньої печі.

Допускається розкриття пласту не більше ніж трьома ортами поперед нижньої печі при забезпеченні ефективного провітрювання ортів. На особливі викидонебезпечні ділянках додаткові противикидні заходи погоджують із МакНДІ.

При розкритті пластів дренажними шпарами діаметром до 80мм проектна кількість свердловин визначають виходячи з величини Реф (Реф приймають рівним 0,75м) і необхідної зони обробки пласту (у перетині виробки й на 4,0м за її контуром).

Дія дренажних свердловин вважають ефективним, якщо тиск газу в контрольних шпурах (не менше двох), що перетинають пласт на відстані 4,0м за контуром виробки, знизився до величини менше 1,0 МПа.

При кутах падіння пласту до 18° дренажні свердловини бурять серіями в міру посування вибою виробки. Чергову серію свердловин варто бурити при незнижуваному випередженні свердловин попередньої серії не менше 5,0м.

При розкритті пластів квершлагами й іншими виробками з нагнітанням води в пласт, нагнітання води або водяних розчинів ПАР (поверхово активних речовин) роблять у режимі гідророзпушування при тиску в межах $(0,75 \dots 1,0) \gamma H$, МПа (γ — питома вага вишележачих порід, H — глибина залягання виробки).

Діаметр свердловин для нагнітання води повинен становити 43...45 мм.

При розкритті крутих пластів гідророзпушування роблять через 5...6 свердловин, розташованих за схемою, показаною на рисунку 5.5. У середині вибою по осі квершлагоу бурять контрольну свердловину діаметром не більше 80мм.

При розкритті пологих і похилих пластів гідророзпушування роблять через свердловини, розташовані за схемою, показаною на рисунку 5.6. Обробку вугільного масиву водою або водяними розчинами ПАР здійснюють через серії свердловин, які бурять у міру посування вибою. Незнижуване випере-

дження обробленої частини вугільного масиву повинне бути не менше 4,0м.

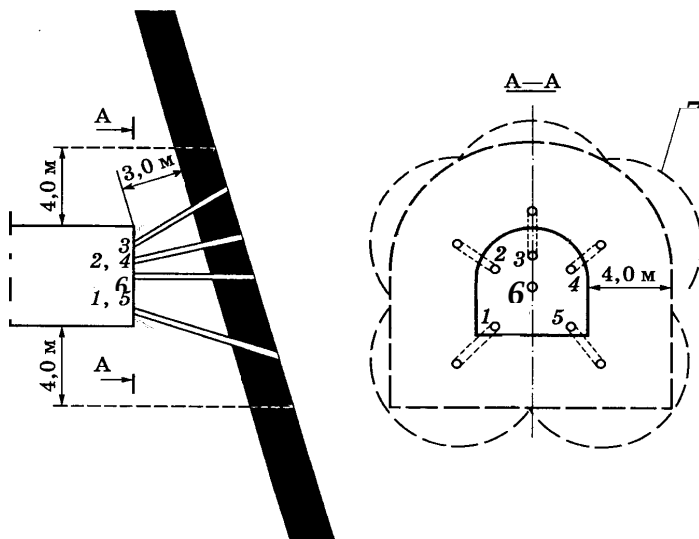


Рис. 5.5 – Схема розташування свердловин для гідророзпушування перед розкриттям крутого вугільного пласту: 1,2,3,4,5 — свердловини для гідророзпушування пласту; 6 — контрольна свердловина; 7 — контур обробленої частини пласту

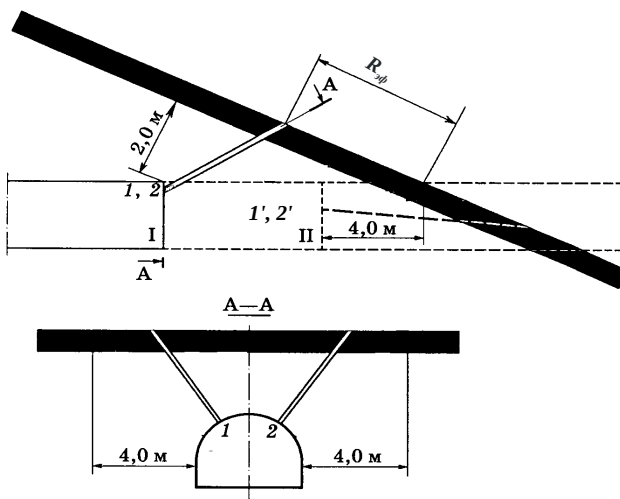


Рис. 5.6 – Схема розташування свердловин для гідророзпушування перед розкриттям пологого й похилого вугільного пласту: 1,2,1',2' — свердловини для гідророзпушування пласту; $R_{эф}$ - радіус ефективного впливу гідророзпушування; I, II — цикли обробки пласту

Нагнітання води роблять послідовно в кожну свердловину доти, поки вода не проникне в сусідню свердловину або центральну контрольну свердловину (на крутому пласті).

Процес нагнітання повинен бути закінчений після зниження тиску нагнітання не менше чим на 30 % від сталого, при якому робили нагнітання. У тих випадках, коли зниження тиску нагнітання води на зазначену величину не відбувається, розкриття пласту необхідно робити із застосуванням додаткових способів: зведенням металевого каркаса, гідровимиванням вугілля або бурінням дренажних свердловин.

Розкриття з гідровимиванням застосовують на пластах, що мають м'які пачки з коефіцієнтом міцності вугілля $f < 1,0$ по шкалі М. М. Протод'яконова й бічні породи не нижче середньої стійкості.

При розкритті пластів за допомогою гідровимивання поперед вибою виробки необхідно створити порожнину по всій потужності пласту або окремі його пачці, контур якої повинен виходити за проектний контур виробки на 1,5м.

Гідровимивання здійснюють через свердловини діаметром від 100мм до 200мм, які повинні повністю перетинати пласт. Нижні свердловини бурять під таким кутом, щоб вони перетинали пласт на 1,0м нижче підшви виробки, а верхні свердловини бурять під кутом 6...7° до горизонту. Число свердловин може бути від 3 до 9 залежно від перетину виробки й прийнятої технології гідровимивання.

Гідровимивання здійснюють спеціальною пересувною насосною установкою при тиску води від 4,0 до 7,0 МПа, витрати не менше 18 м³/годину й діаметрі насадок від 6мм до 10мм. У комплект повинні входити прямокутні, тупокутні або гострокутні насадки.

Гідровимивання здійснюють із дистанційним керуванням з відстані не менше 40,0м від вибою до створення порожнини необхідних розмірів, які визначають за допомогою розвідницьких шпурів й обсягів вимитого вугілля.

Оголення пласту після гідровимивання роблять при зниженні тиску газу в контрольних шпурах, що перетинають пласт на відстані 4,0 м за контуром виробки, до величини менше 1,0 МПа.

Для втримання нависаючого вугільного масиву на пластах з нестійкими вугіллями повинні застосовувати: зведення металевого каркаса по зводу виробки, попереднє вимивання нависаючої частини масиву з наступним тампонуванням розчином, що твердіє, для створення штучного зводу, тампонування всієї вимитої порожнини з таким розрахунком, щоб при перетинанні пласту навколо виробки утворилося кільце, створюване за допомогою розчинів, що твердіють, товщиною не менше 1,0м.

Перед підривними роботами вимиті порожнини повинні бути заповнені піщано-цементним або іншим розчином, що твердіє, піском або інертним пилом.

Зведення каркасного кріплення застосовують для запобігання ГДЯ при розкритті кругих і крутопохилих пластів, представлених м'якими, сипучими вугіллями й слабкими бічними породами.

Донний каркас призначений для запобігання ГДЯ при розкритті крутих і крутопохилих вугільних пластів польовими виробками. Використається на пластах зі стійкими породами, що вміщують, характеризується тим, що монтується в донній частині свердловин, що перетинають вугільний пласт, і закріплюється в породах покрівлі й підшви пласту. Схема зведення донного каркаса наведено на рисунку 5.7.

Застосовується при розкритті тонких загрозованих вугільних пластів у викидонебезпечних зонах, установлених прогнозом або у випадку, якщо прогноз не проводився, а також при розкритті досить тонких викидонебезпечних вугільних пластів.

В окремих випадках застосовують донний каркас при розкритті викидонебезпечних вугільних пластів потужністю не більше 1,0 м.

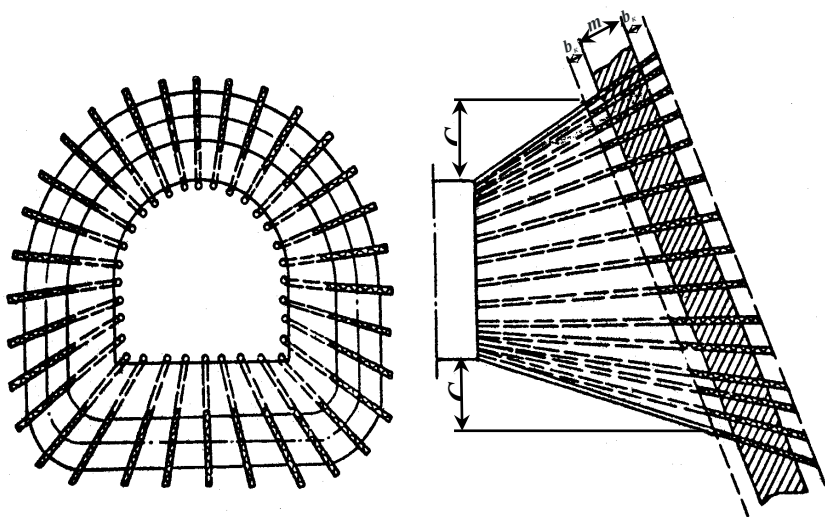


Рис. 5.7 – Схема зведення донного каркаса: $\tilde{N}_e$ – відстань від контуру виробки до закріплення несучих каркасних елементів; b_e – довжина каркасного елемента, що закріплює в породах підшви (покрівлі) пласту; δ – потужність пласту.

До параметрів донного каркаса відносяться: діаметр свердловини $d_{\text{нед}}$ від 42мм до 56мм; діаметр металевго стрижня, що вводять у свердловину, повинен бути на 5...10 мм менше $d_{\text{нед}}$; відстань від контуру виробки, що розкриває, до місця закріплення несучих каркасних елементів $\tilde{N}_e$, м; відстань між шпарами в ряді на виході із пласту a_o , м; число рядів свердловин і відстань між рядами; довжина несучих каркасних елементів l_k , м.

Відстань від контуру виробки, що розкриває, до несучих каркасних еле-

ментів $\tilde{N}_\varepsilon$ визначається залежно від коефіцієнта міцності порід f по шкалі М. М. Протод'яконова, що вміщують вугільний пласт, по формулі

$$\tilde{N}_\varepsilon = 2,11 - 0,187 f$$

Відстань між шпарами в ряді на виході із пласту встановлюється відповідно до вираження

$$a_o = 1,5 R_\delta,$$

де R_δ – радіус зони розміщення навколо свердловини, м (при $d_{\tilde{n}\tilde{a}} = 42\text{мм}$ $R_p = 0,3$ м; при $d_{\tilde{n}\tilde{a}} = 56\text{мм}$ $R_\delta = 0,35\text{м}$).

Число рядів свердловин устанавлюють залежно від категорії небезпеки пласту по раптових викидах і перетину виробки, що розкриває:

- при розкритті досить тонких загрожуваних вугільних пластів і пропластків виробками перетином начорно не більше $12,0 \text{ м}^2$ – один ряд свердловин;

- при розкритті тонких і досить тонких загрожуваних і викиднебезпечних вугільних пластів і пропластків виробками перетином більше $12,0 \text{ м}^2$ – не менше двох рядів свердловин.

Свердловини кожного наступного ряду розташовують у шаховому порядку щодо свердловин попереднього. Відстань між рядами свердловин не повинне перевищувати $1,5 R_\delta$, м.

Довжина несучих каркасних елементів ℓ_ε визначається з вираження

$$\ell_\varepsilon = \ell_m + 2b_\varepsilon,$$

де ℓ_m – довжина свердловини в межах потужності пласту, м;

$2b_\varepsilon$ – довжина каркасного елемента, що закріплюють в породах, що вміщують пласт, $b_\varepsilon \geq 0,5$ м;

Возведення донного каркаса роблять із відстані до пласту по нормалі не менше $3,0\text{м}$ при розкритті крутих пластів і не менше $2,0\text{м}$ при розкритті крутопохилих пластів.

При перетинанні крутопохилих пластів у породах з коефіцієнтом міцності $f \geq 5,0$ по шкалі М. М. Протод'яконова виробками, що розкривають, висотою начорно не менше $3,0$ м допускається поетапне зведення каркасного кріплення в наступній послідовності:

- зведення каркасного кріплення в найбільш наближеної до вибою виробки ділянці пласту на половину її висоти;

- підхід вибоєм виробки до пласту на відстань розкриття й зведення каркасного кріплення в найбільш вилученому від вибою ділянці пласту.

Закріплення каркасних елементів у свердловинах роблять не більше ніж через 3ч послі закінчення їхнього буріння. У випадку затиснення свердловин вугіллям їх повторне буріння рекомендується здійснювати буровим інструментом із крученої сталі.

Донна частина очищених свердловин заповнюється патронованими

скріпними композиціями на довжину каркасного елемента, після чого за допомогою каркасного елемента, з'єднаного перехідником (муфтою) з буровою штангою бурильного механізму, роблять їхнє руйнування й переміщення, що супроводжується реакцією полімеризації. Руйнування здійснюється обертально-поступальним переміщенням каркасного елемента до торця свердловини протягом 20...30 с. У якості несучих каркасних елементів повинна застосовуватися арматурна сталь.

Як скріпні состави рекомендуються патроновані пенополіуретанові композиції. Для свердловин з нахилом униз, видалення вологи з яких утруднено, варто застосовувати патроновані хлор-магnezіальні в'язкі речовини.

Для зведення каркасного кріплення по периметру виробки через 0,3м друг від друга бурять свердловини з таким розрахунком, щоб вони перетинали пласт і входили в породу покрівлі (або підосви) пласту не менше чим на 0,5м. У свердловину вводять металеві труби діаметром не менше 50мм або арматурне залізо діаметром не менше 32мм, під їхні виступаючі кінці зводять залізобетонну або металеву арку. Арку з'єднують із трубами каркаса й закріплюють у стінках і покрівлі виробки 5...6 анкерами довжиною 1,5...2,0 м.

У пластах зі слабкими й сипучими вугіллями відстань між шпарами повинне бути зменшене до 0,2м. У слабких сипучих вугіллях зводять дворядне каркасне кріплення, у вугіллях середньої міцності — однорядне кріплення.

На пластах з легкообвалювальними бічними породами й вугіллям установку металевого каркаса повинні вести із заповненням свердловин в'язкими матеріалами, а виступаючі кінці арматури разом з металевою аркою повинні бути забетоновані. При цьому товщина бетонного шару повинна бути не менше 0,3м і ширина — не менше 2,0...3,0 м.

На пластах зі стійкими бічними породами, але обвалювальним вугіллям, установка каркаса за узгодженням з МакНДІ може здійснюватися із заповненням свердловин в'язкими матеріалами без виходу арматур у виробок.

5.2 Запобігання й локалізація раптових викидів породи й газу

Проведення виробок по викидонебезпечним породах у незахищених зонах здійснюють із застосуванням прогнозу їх викидонебезпеки, а в небезпечних зонах — способів локалізації й боротьби з викидами: оптимізації параметрів буропідричних робіт; проведення виробок з випереджальним вибоєм; зведення загороджувальних перемичок; застосування комбайнів зі спеціальним виконавчим органом; утворення розвантажувальних щілин. У безпечних зонах, установлених прогнозом, проведення виробок можна здійснювати без застосування противикидних заходів, а підривні роботи без виконання вимог режиму струсуювального підривання.

Способи боротьби з викидами або струсуювальне підривання вводять при наближенні до небезпечної зони з відстані не менше 3,0м і скасовують при відході від небезпечної зони на таку ж відстань.

При проведенні виробок буропідричним способом поблизу викидонебезпечного піщанику підривні роботи повинні вестися в режимі струсуювально-

го підривання при відстані по нормалі від піщанику високого ступеня викидонебезпеки менше 4,0м, середнього ступеня викидонебезпеки — менше 3,0м і низкою ступеня викидонебезпеки — менше 2,0м.

Перед розкриттям викидонебезпечного піщанику або піщанику, викидонебезпека якого невідома, на глибині 600м і більше при підході до нього з відстані не менше 3,0м здійснюється прогноз викидонебезпеки піщанику.

Якщо прогноз викидонебезпеки не роблять або прогнозом установлено, що шар піщанику викидонебезпечний, то підхід до нього з відстані не менше 3,0м, перетинання й відхід від нього на таку ж відстань при проведенні виробки буропідричним способом виконують у режимі струсуювального підривання.

Розкриття викидонебезпечного піщанику потужністю 0,5м і менше на глибині більше 600м роблять струсуювальним підриванням без прогнозу викидонебезпеки й противикидних заходів.

Проведення виробок по викидонебезпечних породах без застосування прогнозу й противикидних заходів роблять при випереджальному відпрацюванні захисного вугільного пласту.

При проходці вертикальних стволів буропідричним способом по викидонебезпечних породах варто застосовувати шпури для підривання довжиною не більше 4,5м, а при проведенні інших виробок — від 1,6м до 1,8м з оптимізацією параметрів буропідричних робіт.

При розрахунку шпурових зарядів й оптимізації параметрів буропідричних робіт варто виходити з того, що витрата ВР на руйнування 1,0м³ породи повинен скласти від 0,8 кг до 1,5 кг незапобіжних ВР. При застосуванні запобіжних ВР витрата варто збільшувати на 25...30 %

Підривання шпурових зарядів при проведенні виробок буропідричним способом з випереджальним вибоєм зменшеного перетину (Рис. 5.8.) виконують в обох вибоях за один прийом від проектного перетину до зменшеного.

Співвідношення перетинів випереджального вибою проведеної виробки й відставання вибою від випереджального повинні бути такими, щоб відбита порода при підриванні в проектному перетині повністю перекривала перетин випереджального вибою.

У породах високого ступеня викидонебезпеки рекомендується у випереджальному вибої бурити не більше 12 шпурів, розташовуючи відбійні шпури по еліптичному контуру.

У породах низького й середнього ступеня викидонебезпеки буріння відбійних шпурів у випереджальному вибої по еліптичному контуру необов'язково й число їх може бути збільшено.

У вибої проектного перетину шпури розташовують в один ряд на відстані не більше 0,6м від стінок випереджального вибою. Якщо одного ряду шпурів недостатньо для доведення виробки до проектного перетину, то підривання зарядів шпурів у відстаючому вибої необхідно зробити в кілька черг.

При проведенні виробок одночасно по викидонебезпечному й викидонебезпечному шару піщанику рекомендуються наступні схеми розміщення

шпурів:

- у випадку розташування викиднебезпечного шару піщанику тільки в нижній або середній частині вибою виробки буріння врубових шпурів роблять у цих пластах;

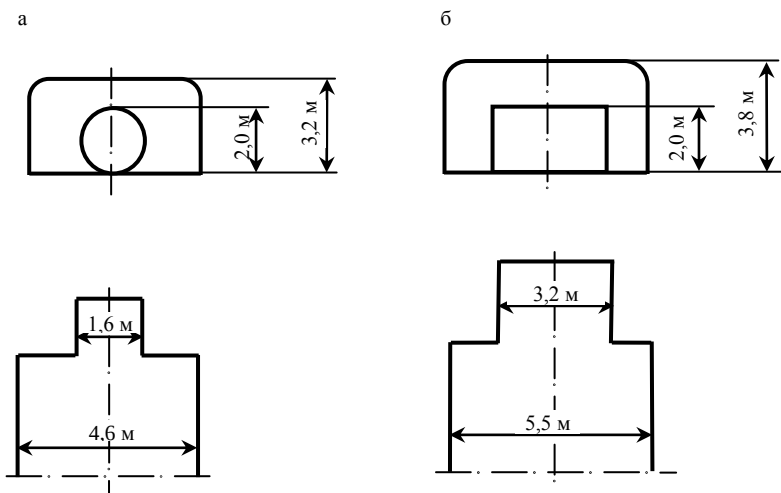


Рис. 5.8. Схема проведення виробки з випереджальним вибоєм зменшеного перетину: а — у піщаниках високого ступеня небезпеки; б — у піщаниках низького й середнього ступеня небезпеки

- у випадку розташування викиднебезпечного шару піщанику у верхній частині вибою виробки й виходу його за межі проектного контуру виробки, рекомендується розташовувати заряди тільки в нижній частині вибою. Якщо, при цьому шар піщанику високого ступеня небезпеки, то відстань між верхнім рядом шпурів і нижньою границею викиднебезпечного шару піщанику повинне бути від 1,5 м до 2,0 м; низького ступеня небезпеки, та ця відстань може бути зменшена й становити від 0,5 м до 1,0 м;

- у випадку розташування викиднебезпечного шару піщанику у верхній частині вибою, у межах проектного контуру виробки, використовують рекомендації викладені в попередньому випадку, але при високому ступені небезпеки шару мінімальна відстань від нижньої границі його до ряду шпурів повинне становити від 1,0 м до 1,5 м, а при низького ступеня небезпеки шару – не більше 0,5 м.

Оптимізація параметрів буропідривних робіт найбільш ефективна при проведенні виробок у зонах низькою й середнього ступеня небезпеки.

Для зниження частоти й сили викидів породи на певній відстані від вибою встановлюють канатну загороджувальну перемичку, а підривними роботами руйнують тільки частину порід у перетині виробки. При цьому підірвана порода не відкидається, а заповнює простір до перемички, перешкоджаю-

чи розвитку викиду.

Для зведення загороджувальної перемички кільця з канатів підводять під стійку арки в момент її установки або підв'язують до неї після установки. При зборі опалубки кільця закріплюють на потрібній висоті й у такому положенні бетонують.

Перед заряджанням шпурів петлі канатів накладають на кільця й закріплюють шплінтовим канатом більшого діаметра. До кілець із однієї сторони виробки канати перемички можуть бути приєднані заздалегідь.

Параметри канатної перемички наступні:

- відстань від вибою до перемички 3,0...3,5 м;
- відстань від підосви виробки до нижнього каната 0,5...0,6м, а між канатами 0,15...0,20м;
- відстань від верхнього каната до покрівлі виробки 0,6...0,8м.

Діаметр канатів для перемички 22...25мм; діаметр канатів для кілець 18...20мм; діаметр шплінтового каната 59мм. Довжина каната перемички повинна бути на 0,14...0,15м більше ширини виробки.

Загороджувальні перемички в комплексі з оптимізованими параметрами буропідричних робіт застосовують при проведенні виробок у зонах високого ступеня викидонебезпеки. Якщо буде потреба перемички можуть бути встановлені в кілька рядів.

При проведенні виробок по викидонебезпечних породах прохідницькими комбайнами запобігання викидів досягається шляхом регулювання режиму руйнування порід і зниження напруг на контурі виробки за рахунок подання їй круглої, а вибою — напівсферичної форми за допомогою спеціального виконавчого органа комбайна.

При високому ступені викидонебезпеки порід швидкість проведення виробки повинна бути не більше 0,5 м/годину, а при середній не більше 1,0 м/годину.

Розвантажувальні щілини для запобігання викидів породи й газу можуть бути розташовані по контуру виробки або по ширині її (плоска щілина), як показано на рисунку 5.9.

Параметрами розвантажувальної щілини є: довжина щілини в площині вибою $\hat{a}_v$, ширина щілини $a_{щ}$, висота виробки h_v , незнижуване випередження щілини ℓ_i й глибина щілини ℓ_v .

Ширина щілини повинна бути не менше 20мм. Плоска щілина повинна виходити за контур виробки в обидва боки не менше чим на 0,6м. Величина незнижуваного випередження щілини повинна бути не менше 0,3м. Максимальна глибина щілини регламентується технічною характеристикою установки для утворення щілини.

Статистичні дані про газодинамічні явища при розкритті вугільних пластів і струєвальному підриванні по породі на шахтах Українського Донбасу (1991-2005 р. г.) наведені в таблиці 5.1.

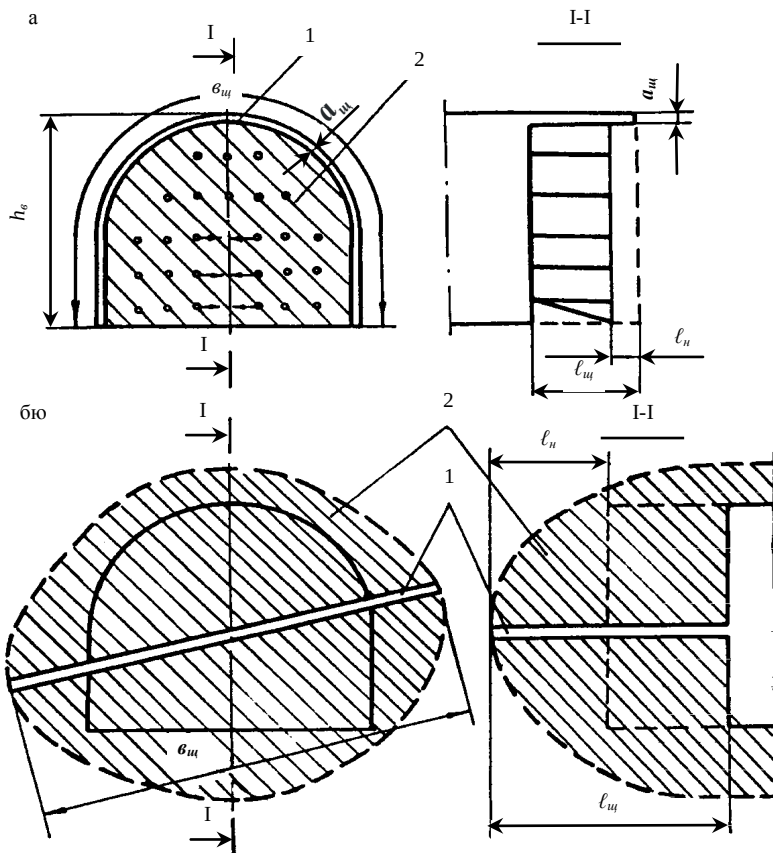


Рис. 5.9 – Схеми розташування розвантажувальних щілин: а – по контуру виробки; б – по ширині виробки (плоска щілина); 1 – розвантажувальна щілина; 2 – захищена зона; $a_{щ}$ – ширина щілини; $v_{щ}$ – довжина щілини; ℓ_i – незнижуване випередження щілини; $\ell_{щ}$ – глибина щілини; h_g – висота виробки

Самий великий викид вугілля й газу при струсувальному підірванні відбувся на шахті ім. Ю. А. Гагаріна 13.07.1969 р. при розкритті крутого пласту ℓ_3 Мазурка. Було викинуто близько 14 тис. т вугілля й 250 тис. м³ метану.

Пласт розкривали головним квершлагом на обрії 710м. У зв'язку з тим, що тиск газу в пласті перед розкриттям не вдалося знизити шляхом нагнітання води у вугільний масив у зоні розкриття до безпечної величини (менше 10ат відповідно до вимог нормативних документів), у вибої квершлагоу зупиненому на відстані 2,5м по нормалі від пласту, був зведений дворядний металевий каркас. Крім того, люди були виведені із шахти на поверхню й зроблене підірвання (також з поверхні) 28 шпурів (44,4кг амоніта ПЖВ-20), при

якому відбувся викид вугілля й газу великої інтенсивності. Квершлаг виявився заповненим викинутим вугіллям протягом 550м від вибою, при цьому вугілля заповнило весь перетин виробки й лише на останніх 100м розташувалося укосом.

Таблиця 5.1.

Газодинамічні явища й травматизм при розкритті вугільних пластів і веденні гірничих робіт по викидонебезпечних пісковиках на шахтах Українського Донбасу

Рік	ГДЯ при розкритті пластів		ГДЯ при СП по викидоне- безпечних пісковиках	
	кількість	смерт. травм.	кількість	смерт. травм.
1991	4	-	36	-
1992	5	-	58	-
1993	4	-	65	-
1994	2	-	24	-
1995	1	-	5	-
1996	1	1	5	-
1997	1	-	23	-
1998	3	1	7	-
1999	1	-	14	-
2000	-	-	14	-
2001	1	-	26	-
2002	-	-	7	-
2003	1	-	15	-
2004	1	-	16	-
2005	-	-	12	-

Газодинамічне явище, що відбулось при розкритті пласту ℓ_3 Мазурка, по своїх масштабах є унікальним і не має собі подібних у світовій практиці розробки кам'яновугільних родовищ. Причиною цього викиду послужило, імовірно, наявність концентрації напруг порід, що вміщують, ℓ_3 пласт Мазурка, ℓ_4^i Дев'ятка й ℓ_5 Солоний, обумовленими залишеними ціликами вугілля у всіх пластах на обрії 591м для охорони головного квершлагоу на обрії 710 м.

ЛЕКЦІЯ № 6. Заходи щодо забезпечення безпеки працюючих

6.1 Виробництво підривних робіт

6.1.1. При веденні гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ, а також у небезпечних зонах, виявлених поточним прогнозом, на загрозованих пластах підривні роботи по вугіллю повинні вироблятися в режимі струсуювального підривання.

Проведення підготовчих виробок за допомогою БВР по викидонебезпечних породах у небезпечних зонах, виявлених прогнозом, також здійснюють у режимі струсуювального підривання,

6.1.2. Очисні й підготовчі вибої, у яких застосовують струсуювальне підривання, повинні бути оснащені апаратурою АКМ із передачею телевимірювань на самописний прилад. Майстер — підривник, особа нагляду й робітники, що направляють для виробництва струсуювального підривання, повинні мати метаносигналізатори, сполучені з головними світильниками.

6.1.3. Виробництво підривних робіт на пластах, небезпечних й загрозованих по газодинамічних явищах, а також при проведенні виробок по викидонебезпечних породах повинне здійснюватися відповідно до вимог «Інструкції із застосування струсуювального підривання у вугільних шахтах України» (Макіївка, Донбас, 1994).

6.2. Регламентації послідовності виконання технологічних процесів і способів запобігання газодинамічних явищ.

6.2.1. На пластах, небезпечних й загрозованих по газодинамічним явищам при роботі в небезпечних зонах установлюють обмеження по сполученню виконання технологічних процесів у часі відповідно до Додатка 12.

6.2.2. Керівники шахт і ділянок повинні при розподілі робіт направляти одночасно на всі види робіт мінімальну кількість людей.

Під час виконання робіт з вугілля на кожному робочому місці повинні перебувати люди тільки однієї зміни.

6.2.3. Допускається, з дозволу технічного директора об'єднання (підприємства), за узгодженням з МакНДІ й територіальним керуванням Держнаглядохоронпраці зміна окремих пунктів обмежень по сполученню технологічних процесів, передбачених Додатком 12.

6.3. Застосування машин і механізмів

6.3.1. Знову створювані машини для виїмки вугілля, проведення підготовчих виробок, нарізки розвантажувальних пазів (щілин) і буріння свердловин по вугіллю діаметром понад 80мм на небезпечних по газодинамічним явищам пластах повинні мати засоби дистанційного керування відповідно до вимог, наведених в Додатку 13.

Місця дистанційного керування повинні бути обладнані засобами життєзабезпечення людей.

До серійного виготовлення очисних, прохідницьких машин і бурових верстатів з дистанційним керуванням допускається дистанційне включення й вимикання їх: очисних — з відстані 15м, прохідницьких і бурових верстатів — з відстані 30м за умови дотримання вимог регламентації послідовності виконання технологічних процесів, наведених у Додатку 12.

6.3.2. У виробках з вихідним струменем повітря на пологих і похилих пластах, небезпечних по газодинамічних явищах, допускається розміщення окремих струмоприймачів — насосів, бурових установок, лебідок, закладних комплексів й ін.

6.3.3. На пластах, схильних до газодинамічних явищ, повинні застосовувати машини й механізми, що мають висновок іспитової організації про відсутність небезпеки фрикційного новотвору.

6.4. Забезпечення працюючими ізолюючими саморятувальниками

Всі робочі й посадові особи на шахтах, що розробляють схильні до газодинамічних явищ пласти, повинні мати при собі ізолюючі саморятувальники.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила ведення гіничих робіт на пластах, схильних до газодинамічним явищ. Стандарт Мінвуглепрому України. СОУ.10.1.00174088.011.-2005.-Київ.2005р.
2. Ніколін В.І., Підкопаєв О.Д., Тюрин Е.А., Гончаров О.Д. Бербинєць В.С. Спосіб прогнозування викидонебезпеки привибійної частини вугільного пласту, що враховує фактор часу.// Вугілля України.- 2009.-№1-с.42-45
3. В.І. Ніколін, О.Г. Заболотний, С.Г. Луньов. Сучасні подання природи викидонебезпеки і механізма викидів, як наукова основа безпеки праці. Донецьк, 1999.-96с.
4. Положення про експертну оцінку викидонебезпечних зон на вугільних пластах Донбасу. Макіївка, МакНДІ, 2003. — 14 с.
5. Посібник із застосування на шахтах Донбасу способу визначення величини зони розвантаження привибійної частини викидонебезпечного вугільного пласту. Затв. Мінвуглепромом України 24.09.1996. — Макіївка, 1996. — 12с.
6. Посібник із застосування на шахтах Донбасу способу автоматизованого контролю викидонебезпеки в очисних виробках по параметрах техногенного акустичного сигналу. Затв. Державним департаментом вугільної промисловості Мінтопенерго України 12.12.2000. — Макіївка, 2000. — 16с.
7. Посібник із застосування на шахтах Донбасу способу контролю викидонебезпеки привибійної частини масиву в підготовчих виробках по параметрах акустичного сигналу. Затв. Мінвуглепромом України 24.09.96. — Макіївка, 1996. - 11с.
8. Посібник з локального прогнозу викидонебезпеки вугільних пластів на шахтах України. Затв. першим заступником голови Держвуглепрома України 12.07.93. — Макіївка-Горлівка, 1993. — 24с.
9. Посібник із застосування на шахтах Донбасу способу автоматизованого контролю викидонебезпеки в очисних виробках по параметрах техногенного акустичного сигналу. Затв. Державним департаментом вугільної промисловості Мінтопенерго України 12.12.2000. — Макіївка, 2000. — 11.
10. Бобрів А. И., Сирота О. Ц., Бойко Я. Н. Обпідшвивання параметрів способу поточного прогнозу викидонебезпеки по показниках десорбції вугілля. // Способи й засоби створення безпечних і здорових умов праці у вугільних шахтах. Сб. наук. праць МакНДІ, 1996, с. 47-54.
11. Брюханов А. М., В. П. Коптиков, Г. И. Колчин, А. В. Никифоров. Акустичний контроль динаміки пружно-деформованого стану гірського масиву.
12. Міжнародна науково-технічна конференція «Гірська геологія, геомеханіка й маркшейдерія» присвячена 75-річчю інституту Укр-

НДМІ НАН України 11-15 жовтня 2004 р. Донецьк.

13. Бойко Я. Н., Сирота О. Ц., Радченко А. Г., Бабенко И. В. Деякі результати виділення викидонебезпечних зон шахтним десорбміром ДШ // Способи й засоби створення безпечних і здорових умов праці у вугільних шахтах. Макіївка-Донбас, 1995. С. 27-34.
14. Коптиков В. П., Бабенко И. В., Колчин Г. И. Програмне забезпечення акустичного контролю викидонебезпеки // Способи й засоби створення безпечних і здорових умов праці у вугільних шахтах. Макіївка-Донбас, 2004. С. 117-121.
15. В.И. Николин, С.Н. Александров. Теория выбросов и прогнозирование выбросоопасности. -Киев.1989.-116с.
16. В.И. Николин, С.Н. Александров. Проблемы безопасной разработки выбросоопасных пластов. -Киев.1990.-156с.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕМИ:

1. Які явища відносяться до газодинамічних? Їхні відмінності?
2. Які роботи й де не слід виконувати в очисних і підготовчих виробках для одержання вихідних даних для поточного прогнозу викидонебезпеки по початковій швидкості газовиділення?
3. З яких елементів складається комплекс мір запобігання викидів вугілля й газу при розробці викидонебезпечних пластів?
4. Критичне значення початкової швидкості газовиділення. Від чого вони залежать? Їхня величина для вугільних шахт Донбасу.
5. Яким підрозділом шахти виконуються способи запобігання раптових викидів вугілля й газу?
6. Вимоги до ведення поточного прогнозу небезпечних зон по початковій швидкості газовиділення в очисних і підготовчих виробках небезпечних пластів.
7. Хто відповідає за забезпечення безпечних умов праці при розробці викидонебезпечних вугільних пластів?
8. Вимоги до ведення поточного прогнозу небезпечних зон по початковій швидкості газовиділення на небезпечних пластах.
9. Хто розглядає питання безпеки ведення гірничих робіт на викидонебезпечних вугільних пластах у випадках, не передбачених інструкцією?
10. Вимоги до ведення поточного прогнозу небезпечних зон на викидонебезпечних шахтопластах при підході до геологічного порушення, у якому на вищележачих обріях не відбувалися викиди, не визначалися небезпечні зони й не ускладнені зонами ПГТ.
11. З ким погоджується й ким затверджується комплекс заходів щодо боротьби з викидами для конкретних умов проведення підготовчих виробок, ведення очисних робіт і розкриття вугільних пластів?
12. Як установлюється границя небезпечних зон при прогнозі по початковій швидкості газовиділення?
13. швидкості газовиділення?
14. Яким повинен бути режим роботи на шахтах, небезпечних по раптових викидах?
15. Як часто проводять розвідницькі спостереження при поточному прогнозі викидонебезпеки по початковій швидкості газовиділення?
16. З якої відстані вводиться режим струсуювального підривання при наближенні польової виробки до викидонебезпечного пласту?
17. Критерії, по яких визначають вихід вибою з небезпечної по викидах зони у випадку використання поточного прогнозу викидонебезпеки по початковій швидкості газовиділення.
18. При яких кутах нахилу підготовчі виробки повинні проводитись тільки звернувши вниз?
19. Ким затверджується й ким погоджується перелік вибоїв, у яких ведеться поточний прогноз по початковій швидкості газовиділення?

20. Які способи керування покрівлею необхідно застосовувати на викидонебезпечних пластах?
21. Що розуміється під динамікою газовиділення?
22. Хто повинен дозволити струсуювальне підривання в очисних вибоях, небезпечних по викидах пластів?
23. Як розташовуються шпури для контролю ефективності гідророзпушування, гідровіджиму, розвантажувальних пазів, випереджаючих свердловин?
24. Кого необхідно повідомити у випадку виникнення викиду в шахті?
25. Параметри контролю ефективності противикидних заходів щодо динаміки газовиділення.
26. Хто повинен бути включений у комісію для розслідування раптового викиду, із нещасним випадком?
27. Чи можна вести виїмку вугілля вузькозахватними комбайнами, що працюють за односторонньою схемою, без застосування противикидних заходів?
28. З кого повинна складатися комісія, що розслідує раптові викиди вугілля породи й газу, що відбулися при струсуювальному підриванні, дистанційному керуванні механізмами, гідровіджиму?
29. У чому суть механізму захисної дії випереджальної розробки захисних пластів?
30. Яку технічну документацію варто вести для обліку раптових викидів вугілля, породи й газу?
31. Де розташовані ділянки лави, що характеризуються підвищеною небезпекою при використанні випереджального відпрацьовування захисних пластів? Основні вимоги до розробки захисних пластів.
32. Порядок застосування (послідовність) прогнозів викидонебезпеки в шахтах Донбасу.
33. Які необхідно знати вихідні дані, щоб установити в конкретних умовах границі захисної дії випереджального відпрацьовування захисних пластів?
34. По яких параметрах при розкритті вугільних пластів ситуація оцінюється як викидобезпечна? Значення параметрів.
35. Як здійснюється контроль ефективності захисної дії по виходу бурового дріб'язку й початкової швидкості газовиділення?
36. Призначення й область застосування локального прогнозу викидонебезпечного пласту. Які роботи й у якій послідовності виконуються при розкритті викидонебезпечного вугільного пласту?
37. Який вид прогнозу викидонебезпеки застосовують у підготовчих виробках, проведених по падінню пласту нижче горизонту, обстежуваного локальним прогнозом?
38. Від яких факторів залежить періодичність обстежень викидонебезпеки локальним прогнозом?
39. З якої відстані від вугільного пласту вводиться струсуювальне підривання й коли його можна скасувати при виконанні робіт з розкриття

- небезпечного пласту?
40. По яких параметрах визначається критична глибина появи викидів?
 41. Чи варто застосовувати струсювальне підривання для розкриття пласту, якщо в місці розкриття виконаний комплекс противикидних заходів?
 42. У яких випадках необхідно проводити позачергові обстеження шахтопласта локальним прогнозом?
 43. Вимоги до розкриття пропластків потужністю 0,1-0,3м.
 44. Які ви знаєте засоби для ведення локального прогнозу?
 45. З якої відстані варто застосовувати противикидні заходи при розкритті пологих і крутих пластів? Яка величина зони контуру виробки повинна бути оброблена противикидними заходами?
 46. Призначення поточного прогнозу викидонебезпеки вугільних пластів.
 47. Яка величина породної пробки повинна бути в момент оголення пласту при розкритті крутих і пологих пластів?
 48. Вимоги до розташування шпурів для ведення поточного прогнозу викидонебезпеки по початковій швидкості газовиділення?
 49. З якої відстані від пласту, що розкривається, у вибій виробки, що розкриває, допускається обмежена кількість людей?
 50. У яких випадках переривають прогноз викидонебезпеки пласту по початковій швидкості газовиділення, а зону пласту вважають небезпечною?
 51. Назвіть противикидні заходи, застосовувані при розкритті вугільного пласту.
 52. Назвіть противикидні заходи, що вживаються при розкритті вугільного пласту.
 53. Що повинен робити гірничий майстер прогнозу у випадку виявлення небезпечної по викидах зони?
 54. Назвіть локальні способи запобігання викидів вугілля й газу?
 55. Що повинен робити начальник служби прогнозу при одержанні від гірничого майстра повідомлення про виявлення небезпечної по викидах зони?
 56. Способи прогнозу викидонебезпеки порід.
 57. Ким здійснюється прогноз викидонебезпеки вугільних пластів, контроль параметрів, способів запобігання викидів й оцінка їхньої ефективності?
 58. Які Ви знаєте способи запобігання й локалізації викидів порід і газу?

ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Номера контрольних питань										
Остання цифра залікової книжки	Передостання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1, 10, 20, 30, 40, 50	2, 11, 21, 31, 41, 51	3, 12, 22, 32, 42, 52	4, 13, 23, 33, 43, 53	5, 14, 24, 34, 44, 54	6, 15, 25, 35, 45, 55	7, 16, 26, 36, 46, 56	8, 17, 27, 37, 47, 57	9, 18, 28, 38, 48, 58	1, 11, 22, 33, 44, 55
1	2, 19, 29, 39, 49, 53	3, 13, 24, 35, 46, 54	4, 14, 25, 36, 47, 55	5, 15, 26, 37, 48, 56	6, 16, 27, 38, 49, 57	7, 17, 28, 39, 49, 56	8, 18, 29, 40, 41, 55	9, 19, 30, 42, 49, 54	1, 12, 20, 31, 42, 53	2, 13, 21, 30, 43, 52
2	3, 14, 23, 30, 42, 51	4, 15, 24, 35, 41, 50	5, 11, 21, 32, 41, 49	6, 11, 22, 31, 40, 48	7, 12, 20, 33, 43, 50	8, 13, 24, 36, 44, 52	9, 16, 25, 34, 45, 53	1, 11, 20, 31, 46, 54	2, 12, 21, 37, 47, 55	3, 13, 26, 38, 48, 56
3	4, 10, 21, 31, 42, 57	1, 12, 21, 32, 40, 51	2, 13, 22, 33, 41, 52	3, 14, 20, 34, 43, 53	5, 15, 23, 30, 44, 54	6, 11, 24, 35, 45, 56	7, 17, 25, 36, 47, 55	8, 19, 26, 38, 48, 50	9, 20, 27, 39, 49, 57	1, 13, 20, 39, 41, 50
4	2, 13, 21, 38, 42, 51	3, 14, 22, 37, 43, 52	4, 15, 23, 36, 44, 53	5, 16, 24, 35, 45, 54	6, 17, 25, 34, 46, 55	7, 18, 26, 33, 47, 56	8, 19, 27, 32, 48, 57	9, 10, 28, 31, 49, 50	1, 19, 29, 30, 41, 51	2, 18, 28, 31, 42, 52
5	3, 17, 27, 32, 43, 53	4, 16, 26, 33, 44, 54	5, 15, 25, 34, 45, 55	6, 14, 24, 35, 46, 56	7, 13, 23, 36, 47, 57	8, 12, 22, 37, 48, 56	9, 11, 21, 38, 49, 55	2, 10, 20, 39, 42, 54	1, 19, 29, 31, 41, 53	2, 18, 28, 30, 43, 52
6	3, 11, 27, 31, 44, 51	4, 12, 26, 32, 45, 50	5, 13, 25, 33, 46, 50	6, 14, 24, 34, 47, 51	7, 15, 25, 35, 48, 52	8, 16, 26, 36, 47, 53	9, 17, 27, 37, 48, 54	9, 18, 28, 38, 49, 55	8, 19, 29, 39, 48, 56	7, 20, 30, 39, 47, 57
7	6, 19, 21, 38, 46, 56	5, 18, 22, 37, 45, 55	4, 17, 23, 36, 44, 54	3, 16, 24, 35, 43, 53	2, 15, 25, 34, 42, 52	1, 14, 26, 33, 41, 51	1, 13, 27, 32, 40, 50	2, 12, 28, 31, 41, 57	3, 11, 29, 30, 42, 56	4, 10, 21, 31, 43, 55
8	5, 11, 20, 32, 44, 54	6, 12, 22, 33, 45, 53	7, 13, 23, 34, 46, 52	8, 14, 24, 35, 47, 51	9, 15, 26, 36, 48, 50	9, 16, 25, 37, 49, 50	8, 18, 27, 38, 41, 51	7, 17, 28, 39, 42, 53	6, 20, 29, 30, 43, 54	5, 19, 30, 31, 44, 55
9	4, 20, 29, 32, 45, 56	3, 19, 28, 33, 46, 57	2, 18, 27, 34, 47, 56	1, 17, 26, 35, 48, 55	2, 16, 25, 36, 49, 50	3, 15, 24, 37, 47, 51	4, 14, 23, 38, 46, 52	5, 13, 22, 39, 45, 53	6, 12, 21, 40, 44, 54	7, 11, 20, 32, 43, 55

Навчальне видання

**Ніколін Віктор Ігнатович
Куцерубов Валерій Михайлович
Нестеренко Василь Миколайович
Ляшок Ярослав Олександрович
Бачурін Леонід Леонідович**

КУРС ЛЕКЦІЙ

і контрольні завдання

з дисципліни

«Проблеми безпечної розробки викиднебезпечних пластів»