

УДК 551.243:553.981.4:533.6

DOI: 10.18524/2303–9914.2021.1(38).234711

В. В. Зберовський¹, доктор техн. наук, ст. наук. співробітник**П. С. Пашенко²**, канд. геолог. наук, ст. наук. співробітник**А. В. Пазиніч¹**, інженер I категорії**С. В. Стефанко²**, інженер II категорії

Інститут геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова

Національної академії наук України

¹відділ Проблем руйнування гірських порід²лабораторії Дослідження структурних змін гірських порід

вул. Сімферопольська 2А, Дніпро, 49000, Україна

arkinstone7@gmail.com

ВПЛИВ ПЛІКАТИВНОГО ПОРУШЕННЯ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА НА ЙОГО ГАЗОДИНАМІЧНИЙ СТАН ТА ВИКИДОНЕБЕЗПЕЧНІСТЬ

На одній з шахт Донецького басейну стався непередбачений раптовий викид вугілля і газу. Особливість цього випадку в тому, що аварія сталася в місці можливого розвитку геологічного порушення, але в якому не було ніяких видимих ознак цього. Обстеження місця викиду і прилеглих горизонтів дозволило зробити висновок, що геологічне порушення належить до плікативного типу. Тому важливо розробити методи визначення порушених зон та дослідити вплив таких порушень на газодинамічний стан пласта. Для досягнення цілей було проведено вимірювання міцності вугільного пласта у понад 50 точках, здійснено відбір проб вугілля і вивчені мікроструктурні особливості. В результаті: побудована схематична карта розвитку порушення на даній ділянці, оконтурена плікативна зона, виявлено центр цієї зони і обґрунтована роль таких порушень у викидонебезпечності пласта.

Ключові слова: плікативне порушення, газодинамічне явище, міцність, коефіцієнт порушеності.

ВСТУП

Гірничо-геологічні умови залягання вугільних пластів і наявність геологічних порушень на великих глибинах негативно впливають на ведення гірничих робіт у шахті, ускладнюючи умови праці у вибоях виробок. Підвищена небезпека склалася в умовах родовищ, де пласти під дією тектонічних процесів набули крутих або похилих форм залягання. Такі пласти мають достатньо високий напружено-деформований стан щоб бути викидонебезпечними з вугілля й газу.

Впровадження технології щитової виїмки вугілля, хоча і в значній мірі підвищило безпеку ведення робіт, однак не вирішило проблему газодинамічних явищ (ГДЯ) в цілому. До теперішнього часу кутова частина лави залишається

найнебезпечнішою зоною за ГДЯ, адже саме в ній найчастіше трапляються різноманітні викиди. При наявності геологічних порушень, вугільні пласти або не відпрацьовуються взагалі, або для їхнього видобутку застосовується новий безпечний план відбору. Однак, сьогодні не завжди вдається вчасно виявити геологічні порушення та дослідити вплив порушення на газодинамічний стан вугілля. Тому, з огляду на цей недолік у застосовуваних сьогодні методах, встановлення зв'язку між порушенням та газодинамічним станом має особливу актуальність насамперед для створення безпечних умов ведення гірничих робіт.

Мета роботи полягає у тому щоб виявити зони розвитку плікативного порушення вугільного пласта в умовах шахти та встановити вплив цього порушення на його газодинамічний стан. Поставлена мета буде досягнута за допомогою аналізу результатів досліджень гірничо-геологічних умов залягання пласта даної шахти з застосуванням інноваційного комплексу методів.

Літературний аналіз. Геологічні порушення бувають двох типів: диз'юнктивні та плікативні (Паффенгольц, 1978, с 488). Якщо перші характеризуються появою тріщин, розривів та зміщенням пачки порід, що не складно виявити при обстеженні гірничих виробок, то другий тип може не мати видимих ознак. Тому, в даний час шахтні геологи фіксують в більшій мері диз'юнктивні порушення, в той час як плікативні залишаються не поміченими. Незважаючи на це, за попередніми розрахунками до 30–40% і більше обсягу вугільних пластів мають порушені зони (Булат, Яценко & Баранов, 2018, с. 12). Оскільки з малоамплітудною тектонікою пов'язані газодинамічні і динамічні явища, самозаймання вугілля, суфлярні виділення газів та інші проблеми з проходкою капітальних виробок, тому їм варто приділити велику увагу. Так, наприклад, при дослідженні шахт Донецького басейну, з плікативними порушеннями пов'язано 42% зареєстрованих випадків проявів суфлярів, з плікативними, ускладнених диз'юнктивними порушеннями, – біля 12% (Булат, Лукинов, Пимоненко, Безручко & Бурчак, 2012, с. 360).

Плікативні дислокації виникають в процесі пластичної деформації в гірських породах під дією тектонічних чинників. При довготривалій дії цих чинників, у рамках трактування терміну, утворюються монокліналі, складки та флексури. Геостатичний тиск, в сукупності з тектонічними процесами, спочатку ініціюють структурні зміни у масиві пласта та, насамперед, у кристалічній ґратці складових мінералів на мікрорівні. Прикладом останнього є сліди тиску, січні мікротріщини, грануляція, блокування, стілолітова структура у мінералах та зернах порід. Однак, оскільки вугілля в більшій мірі складається з залишків органічних решток, то структурні зміни, під дією тектонічних процесів, спочатку спостерігаються у вигляді сітки мікро- та макротріщин. Такі зміни закономірно зменшують характеристики міцності пласта та відкривають канали для проникнення й накопичення газу та флюїдів. Газонакопичення, в свою чергу, призводить до зростання напружено-деформованого стану у масиві. Тому,

особливу увагу варто приділити саме плікативним порушенням, з урахуванням прихованої в них загрози.

На цей час спеціалісти не мають ефективних інструментів для виявлення та прогнозу таких порушень. Проте існує методика перевірки ступеню тріщинуватості вугільного масиву. Саме цей показник є одним з ознак порушеності вугілля.

Дана методика основана на спостереженнях за властивістю речовини при певних енергетичних умовах формувати кристалоподібні тіла або утворювати субпаралельні площини ковзання (Баранов, 1998; Баранов, 2000). Аналіз наявних даних дає змогу розглядати такі новоутворення (зокрема, окремість та блочність), як одну із загальних властивостей порід формувати геометрично правильні тіла. Тому, крім двох крайніх форм організації матерії: найбільш досконалої – кристалічної, і найменш структурованої – аморфної, ймовірно існує проміжна форма – так звана квазікристалічна (Баранов, 1995).

При численних дослідженнях структури вугілля, різними дослідниками були виділені характерні геометричні форми квазікристалів, співвідношення їхніх сторін, зв'язок форми зі станом вугільного масиву, зв'язок концентрації окремоостей з видом геологічних порушень та інше (Баранов, 1998; Баранов, 2000; Баранов, 2008; Карамушка, 2013). Такі дослідження доповнили уявлення про структуру вугілля і вдосконалили методику визначення квазікристалів.

На одній з вугільних шахт Донецького вугільного басейну, з'явилась можливість вперше випробувати методику в умовах круто падаючих пластів з метою виявлення та дослідження плікативного геологічного порушення і його впливу на стан масиву. Випробування здійснювалося у шахті Центрального району у пласті m_3 «Товстий-захід», марочного складу Ж, в умовах панелі № 14 виїмкової ділянки № 42–1146 м, в якій був зафіксований не прогнозований викид вугілля і газу. Тому для з'ясування причин та умов явища, виділення тектонічних дислокацій й оконтурювання небезпечної зони, із застосуванням згаданої методики, проведено комплекс перевірок та досліджень.

МЕТОДИКА ТА ІНСТРУМЕНТИ

В роботі задіяно аналітичні, теоретичні та експериментальні методи досліджень, інструментальні вимірювання у шахті, статистична обробка результатів та їх аналіз.

Проведено ознайомлення з гірничо-геологічними умовами і прогнозом впливу геологічного порушення на пласт m_3 «Товстий-захід» в умовах панелі № 14 виїмкової ділянки № 42–1146 м якій здійснювався відповідно до методичних рекомендації (*Геологические работы*, 2001). Використано гірничо-графічні матеріали та дані геологічних обстежень у гірничих виробках на верхніх горизонтах 916, 1026 та чинному гор. 1146 м, з урахуванням вимог правил безпеки та охорони праці на пластах, схильних до ГДЯ за методиками організації робіт по боротьбі з ГДЯ та розслідування й обліку ГДЯ (п. п. 5.3, 5.4)

(Правила ведення, 2005). Також у дослідженні задіяні методики та методичні рекомендації, які використовувалися при складанні: «Проекту підготовки та відробки виїмкової ділянки № 42–1146 м пласта m_3 «Товстий-захід»; «Плану ліквідації аварії на виїмкової ділянки ...»; «Паспорту робіт на відпрацювання панелі № 14 ...»; «Заходів з безпечного ведення робіт ...» (Інструкція зі складання, 2004; Правила безпеки, 2010).

Для дослідження мікроструктурних властивостей вугілля, а саме визначення коефіцієнтів порушеності вугільного пласта, виконаний відбір, підготовка проб, та їх мікроскопічний аналіз. Дослідження проводилось згідно з методикою визначення концентрації квазікристалів, з використанням мікроскопа МБС-1 (Карамушка, 2013, с. 20). Методика складається з визначення ступеня напружено-деформованого стану конкретного масиву при збільшенні в ньому концентрації квазікристалів, та з порівняння отриманих даних зі значеннями норми для цієї марки вугілля.

Для встановлення міцності вугілля та оконтурювання тріщинуватої зони використовувався вимірювач П-1.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

При складанні гірничо-геологічного прогнозу для панелі № 14 ділянки № 42–1146 м були задіяні гірничо-графічні матеріали і дані геологічних обстежень у гірничих виробках на горизонтах 916, 1026 і 1146 м, що прилягають до панелі № 14 ділянки 42–1146 м.

Відповідно до документації, наявної на шахті, до гор. 816 м пласт відпрацьовано повністю, геологічних порушень і газодинамічних явищ (ГДЯ) не зафіксовано. При відпрацюванні панелі № 22 гор. 916 м у вентиляційному скаті на позначці 58 м від гор. 816 м і у вуглеспускному скаті на позначці 104 м встановлено геологічне порушення насувного характеру з амплітудою 0,4 м-0,6 м. У межах цієї зони виїмка вугілля супроводжувалась посадкою покрівлі потужністю 0,7–0,8 м на відстані до 10 метрів до і після порушення (рис. 1).

При проведенні квершлягу № 14 з 3-го західного польового штреку (ЗПШ) гор. 1026 м при переході вугільного пласта m_3 «Товстий-захід», було зафіксовано продовження геологічного порушення насувного характеру з амплітудою зміщення до 1 м (рис. 2), що раніше фіксувалось при відпрацюванні смуги № 22 гор. 916 м.

Розташування цього порушення, а також його вплив на горизонт 1146 м по лінії схрещення, відповідно з елементами залягання, було нанесено на гірничо-графічну документацію.

Відповідно до плану ведення гірничих робіт, запаси вугілля, що знаходяться у встановленій зоні геологічного порушення гор. 1026 м, було списано. Тому, пласт в межах панелей № 14–№ 19 гор. 1146 м планувалось відпрацьовувати як одиночний в складних умовах під впливом геологічного порушення та цілику, що розташований на гор. 1026 м.

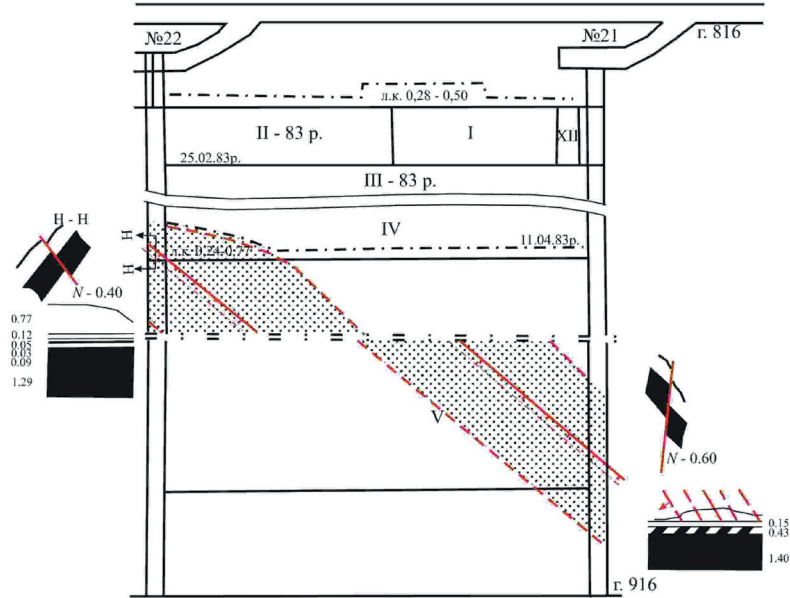


Рис. 1. Схема геологічного порушення у вуглеспускному скаті панелі № 22 від гор. 816 до гор. 916 м на 104 м*

*Побудовано Пащенко П. С.

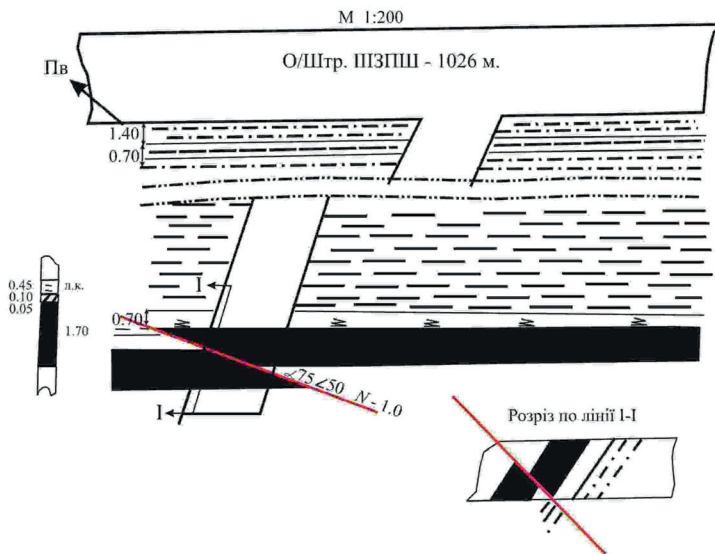


Рис. 2. Схема геологічного порушення у квершлагу № 14 гор. 1026 м*

*Побудовано Пащенко П. С.

Виходячи з умов, що склалися на дільниці, відповідно до додатка І.2.5 інструкції КД 12.06.204–99 (*Временное руководство*, 1991) був виконаний розрахунок прогнозної зони підвищення тріщиноутворення, зниження міцності вугілля і бокових порід. Ширина зони впливу від геологічного порушення складала до 20 м в кожну сторону від площини порушення, що було встановлено у квершлягу № 14 гор. 1026 м (рис. 3).

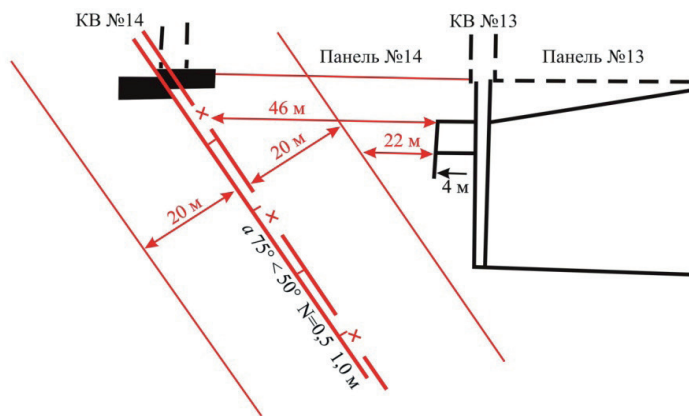


Рис. 3. Прогнозна зона впливу геологічного порушення панелі № 14*

*Побудовано Пашенком П. С.

Для контролю розрахункової прогнозної зони на дільниці було здійснено буріння випереджувальних шпурів глибиною 2,0 м. Обстеження та виміри параметрів вугільного пласта за посуванням вибою проводилось, як у монтажній камері, так і в щитовій лаві. Зміни у потужності, структурі вугільного пласта і елементів його залягання не спостерігалось. При візуальному огляді ознак геологічного порушення також не були виявлені. Інформації про зміну структури і наявності ознак геологічного порушення від дільниці № 42–1146 м не надходило.

На позначці 41 м від вентиляційного квершлягу гор. 1026 м у кутку щитової лави при дозарубці струга стався раптовий викид вугілля й газу (ГДЯ). Для встановлення контуру порожнини викиду були виконані роботи з прибирання порушеного вугілля з меж наступної панелі (масиву). При вийманні порушеного вугілля встановлено, що контури порожнини простягаються на суміжну панель більш, ніж на 8 метрів (рис. 4).

Враховуючи, що при бурінні випереджаючих шпурів в розрахунковій прогнозній зоні ознак геологічного порушення насувного характеру не встановлено, було прийнято рішення про дослідження вугілля з метою уточнення типу зони впливу порушення і причин ініціювання газодинамічного явища. Для цього

го було відібрано 15 проб вугілля з 11 точок відбору у кутку лави біля місця викиду (рис. 5).

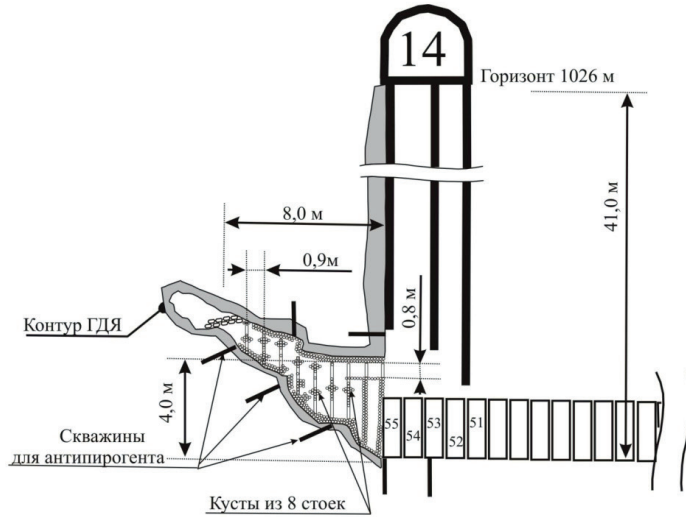


Рис. 4. Ескіз встановленого контуру порожнини, що сформувалась після ГДЯ у наступній панелі № 15 лаві № 42–1146 (Побудовано Пащенком П. С.)

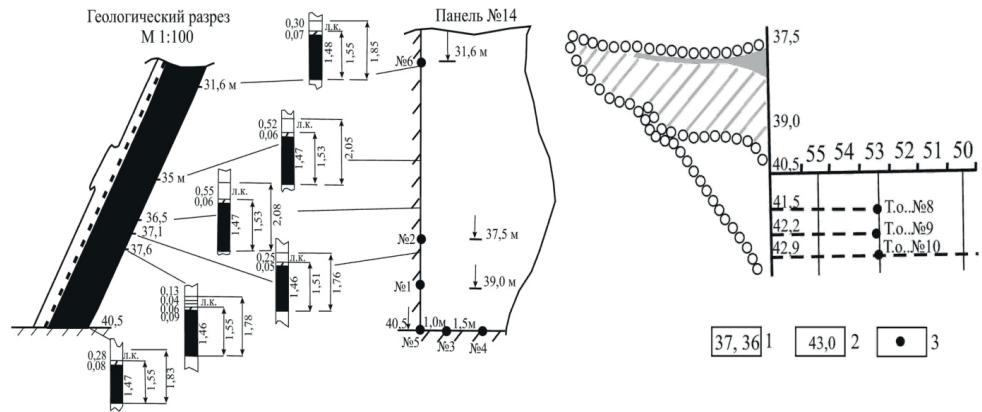


Рис. 5. Схема відбору проб з точок 1–10 у лаві біля місця викиду вугілля й газу*:

1 – секції щитового агрегату АНЩ; 2 – положення секції АНЩ по падінню пласта від верхнього горизонту; 3 – точки відбору проб.

*Побудовано Пащенком П. С.

Дослідження проб (лаб. № 1889–1895 та № 1900–1907) виконані співробітниками лабораторії дослідження структурних змін гірських порід ІГТМ НАН України за методикою (Булат, Яценко & Баранов, 2017; Карамушка, 2013), яка дала змогу встановити значення коефіцієнтів порушеності вугілля ($K_{\text{кв}}$). Цей показник, в свою чергу, характеризує стан вугільного пласта у напружено-деформованій зоні тектонічного порушення пласта. На основі отриманих даних побудовано графік зміни концентрації квазікристалів у точках відбору (рис. 6).

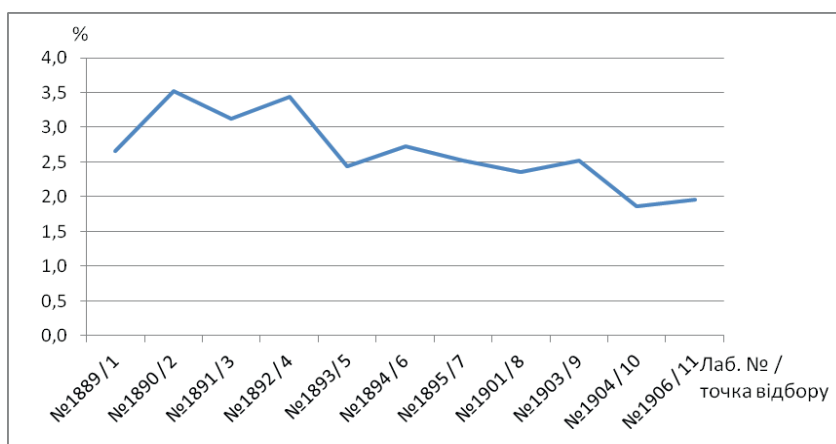


Рис. 6. Концентрація квазікристалів в точках відбору проб для розмірності частинок 0,355–5,0 мм*

*Побудовано Стефанком С. В.

На підставі аналізу отриманих результатів встановлено, що більшість відібраних проб мають $K_{\text{кв}}$ з показниками 2,6–2,8% при нормальному середньому значенні $K_{\text{кв}}$ для цієї марки в не порушених зонах 2,0–2,2%. Значно відрізняються проби № 1890–1892 з місця відбору № 2, 3 та 4. Їх показники становлять $K_{\text{кв}}=3,2–3,5\%$, причому нормальні середні значення $K_{\text{кв}}$ для цієї марки в тектонічно-порушених зонах становлять 3,1–3,2%.

Як видно з цих коефіцієнтів всі точки відбору знаходяться у зоні порушеного вугілля, але максимальні значення коефіцієнта порушеності припадають на точки відбору № 2, 3 та № 4. Тому, у напрямку лінії перетину цих точок у вугільному пласті знаходиться центральна частина напружено-деформованої зони (рис. 7). Верхня частина цієї зони (точки відбору № 1, № 2, № 6) знаходиться на суміжній панелі № 15, а нижня – йде углиб лави по падінню пласта, охоплюючи точки відбору № 3, № 4 та № 8–11. Подальші дослідження контуру порожнини від ГДЯ у лаві та роботи на суміжній панелі № 15 дадуть змогу детальніше визначити напрям розвитку порушення.

Відповідно до п. 6.3.2 «Правил ...» (Правила ведення, 2005) за допомогою вимірювача міцності П-1 також були виконані роботи з встановлення міцності вугілля від кутка лави до секції № 30. Отже, комплекс досліджень дозволив побудувати схему розташування геологічного порушення з виносом ізоліній міцності вугілля (рис. 7).

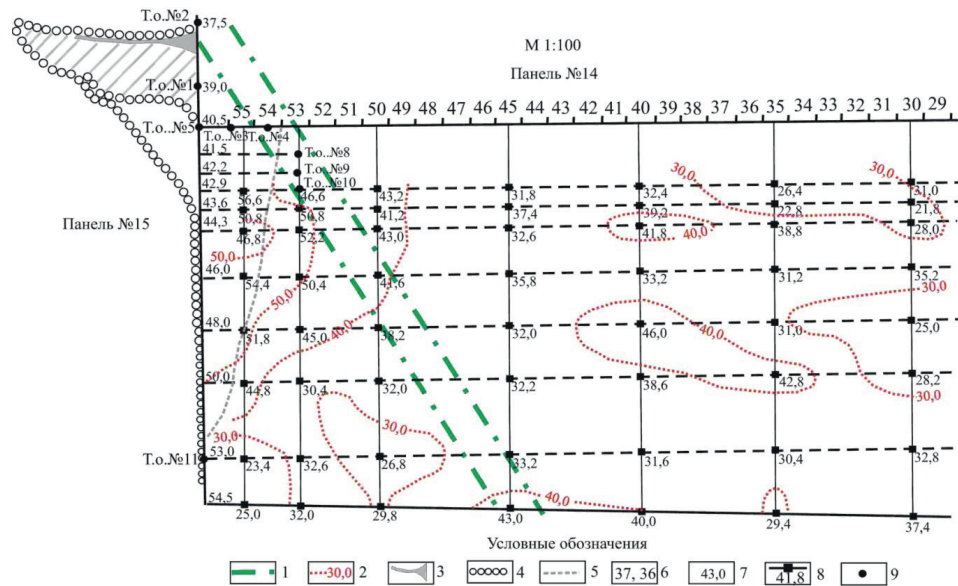


Рис. 7. Схема розташування прогнозованої порушеної зони з урахуванням міцності вугілля у масштабі 1:100*:

1 – контури порушеної зони; 2 – ізолінії міцності вугілля; 3 – контури порожнини після ГДЯ; 4 – контури порожнини після збирання пухкого вугілля; 5 – контур пухкого вугілля; 6 – секції АНЩ; 7 – положення АНЩ від вентиляційного гор. 1026 м; 8 – значення міцності вугілля; 9 – місце відбору проб.

*Побудовано Пашенком П. С.

Нормальні значення міцності вугілля знаходяться в інтервалі до 30 одиниць. На схемі добре помітний контур найменш міцного вугілля, який розташований поблизу місця ГДЯ. Ця зона простягається поруч з передбачуваним центром плікативного порушення, який помічений у результаті отримання даних про коефіцієнт порушеності. Тому, ці доволі різні методи дослідження доповнюють один одного і ймовірно, мають об'єктивний характер. Також простежується закономірність розподілу ділянок з менш підвищеною тріщинуватістю – такі зони знаходяться у вигляді віялоподібного оконтурювання місця ГДЯ. Отже, загалом, дана схема вказує на те, що більшого розвитку плікативна ділянка повинна набути в сусідній панелі № 15.

ВИСНОВКИ

При виїмці вугілля у лаві ознак розривного геологічного порушення, раніше зафіксованого у квершлагу № 14 гор. 1026 м не виявлено, але встановлено що частина контуру порожнини викиду вугілля та зона малої міцності вугілля знаходяться у межах плікативної порушеності пласта.

Вугільний пласт по його падінню на позначці 41,0 м від вентиляційного горизонту, та від кутка лави до секції № 48 знаходиться в зоні напружено-деформованого стану. Це підтверджується як встановленням $K_{кв}$ так і сіткою значень міцності вугілля.

Центральна частина напружено-деформованої зони знаходиться в межах секцій № 55–52 і продовжується далі вглиб масиву панелі № 14. Встановлений контур порушеного вугілля вхрест її простягання починається з секції № 53 панелі № 14 і закінчується в кутку лави на позначці 49 метрів від гор. 1026 м. Подальша частина порожнини ГДЯ, що заповнена пухким вугіллям, знаходиться у суміжній панелі № 15.

Дослідження вугільних проб з точок відбору та встановлення коефіцієнтів порушеності в комплексі з результатами досліджень міцності вугілля дають змогу зробити висновок, що плікативне порушення має вісь максимального напруження в великою кількістю пор та тріщин. Така зона є колектором газу і стає причиною газодинамічних явищ.

Розподіл квазикристалів в точках відбору проб дозволяє зробити висновок що вісь максимального напруження зміщена у ліву частину порушеної зони. Така особливість говорить про те що праве крило порушеної зони є частиною тектонічно рухомого блоку.

Напружено-деформований стан залишає свій відбиток у мікроструктурі вугілля. Як показали результати впровадження методики вияву таких зон за допомогою встановлення коефіцієнтів порушеності, ця методика спроможна виявити структурні перетворення у вугіллі і з її допомогою стає можливо визначати контури, центр, подзвони, та інші геометричні параметри прихованого плікативного порушення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Баранов В. А. Образование квазикристаллов в горных породах в результате термодинамических процессов. *Высокоэнергетическая обработка материалов*: сб. науч. трудов, Т. 2, г. Днепропетровск: ГГАУ, 1995. С. 112–116.

Баранов В. А. Квазикристаллы в кварце песчаников Донбасса. *Геотехническая механика*. 1998. № 10. С. 35–40.

Баранов В. А. Структурні перетворення пісковиків Донбасу і прогноз їх викидонебезпечності: автореф. дис. ... д-ра. геол. наук: 04.00.16. Дніпропетровськ, 2000. 36 с.

Булат А. Ф., Ященко И. А., Баранов В. А. Влияние нарушенных зон на безопасность работ в угольной отрасли Украины. *Уголь Украины*. 2018. № 4–5. С. 11–23.

Булат А. Ф., Ященко И. А., Баранов В. А. Влияние условий формирования угольных месторождений и горно-геологических условий на безопасность работ в шахтах. *Уголь Украины*. 2017. № 11–12. С. 30–38.

«Временное руководство по оборудованию и эксплуатации систем аэрогазового контроля в угольных шахтах». Министерство угольной промышленности СССР. Киев, 1991.

- Геологические основы и методы прогноза выбрсоопасности угля, пород и газа. А. Ф. Булат, В. В. Лукинов, Л. И. Пимоненко, К. А. Безручко, А. В. Бурчак. Днепропетровск: Монолит, 2012. 360 с.
- «Геологические работы на угледобывающих предприятиях Украины. Инструкция» КД 12.06.204–99. Киев, 2001.
- Геологический словарь / под ред. К. Н. Паффенгольца. Москва: Недра, 1978. Т. 1. 488 с.
- Інструкція зі складання планів ліквідації аварій. До п. 1.1.12 Правил безпеки у вугільних шахтах: Затв. наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.10.2004 р. № 236. Київ: Мінвуглепром України, 2004. 21 с.
- Карамушка О. О. Структурні критерії виділення порушених зон у вугільних пластах Донбасу: автореф. дис. ... канд. геол. Наук: 04.00.01. Дніпропетровськ, 2013. 20 с.
- Правила безпеки у вугільних шахтах. Київ, 2010.
- Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ: Затв. Мінвуглепромом України. Київ: Мінвуглепром України, 2005. 225 с.
- Спосіб визначення порушених зон у вугільних пластах: пат. 33252 Україна: МПК (2006) E21C39/00, № u 2008 02438; заявл. 25.02.2008; опубл. 10.06.2008, Бюл. № 11. 4 с.

REFERENCES

- Baranov, V.A. (1995), *Образование квазикристаллов в горных породах в результате термодинамических процессов* (Formation of quasicrystals in rocks as a result of thermodynamic processes), *High-energy processing of materials*, Vol.2, Dnepropetrovsk: GGAAU, pp. 112–116.
- Baranov, V.A. (1998), *Квазикристаллы в кварце песчаников Донбасса* (Quasicrystals in quartz of Donbass sandstones), *Geotechnical mechanics*, No. 10, pp. 35–40.
- Baranov, V.A. (2000), *Структурні перетворення піскових кив Донбасу і прогноз їхньої небезпечності* (*Structural transformations of sandstones of Donbass and the forecast of their emission danger*), Extended abstract of doctors thesis, Dnepropetrovsk: NMA of Ukraine, 36 p.
- Bulat A.F., Yashchenko I.A., & Baranov V.A. (2017) *Vliyanie narushennykh zon na bezopasnost rabot v ugolnoy otrasli Ukrainy* (Influence of conditions of formation of coal deposits and geological conditions on safety in mines), *Coal of Ukraine*, № 11–12, pp. 30–38.
- Bulat A. F., Yashchenko I. A., & Baranov V. A. (2018), *Vliyanie usloviy formirovaniya ugolnykh mestorozhdeniy i gorno-geologicheskikh usloviy na bezopasnost rabot v shakhtakh* (The Influence of disturbed zones on the safety of work in coal industry of Ukraine), *Coal Ukraine*, № 4–5, pp. 11–23.
- Bulat A. F., Lukin V. V., Pimonenko L. I., Bezruchko K. A., & Burchak A. V. (2012), *Geologicheskie osnovy i metody prognoza vybrasoopasnosti uгля, пород i gaza* (*Geological foundations and methods for predicting the outburst hazard of coal, rocks and gas*), Dnepropetrovsk: Monolith, 360 p.
- Геологические работы на угледобывающих предприятиях Украины. Инструкция. (2001) (Geological work in the coal-mining enterprises of Ukraine. Manual) CD12.06.204–99, Kiev.
- Геологический словарь (Geological Dictionary) (1978) ed. K. N. Paffenholz, Moscow: Nedra, 1978, T. 1, 488 p.
- Інструкція зі складання планів ліквідації аварій. До п. 1.1.12 Правил безпеки у вугільних шахтах (2004) (Manual for preparation of emergency response plans. P. 1.1.12 Rules of safety in coal mines) Approved. by order of the state Committee of Ukraine dated 26.10.2004, No. 236, Kyiv: The Ministry Of Coal Industry Of Ukraine, 21 p.
- Karamushka, O.O. (2013), *Структурні критерії виділення порушених зон у вугільних пластах Донбасу* (*Structural criteria for the selection of disturbed zones in the coal seams of Donbass*), Extended abstract of candidate's thesis, Dnipropetrovsk: NMU of Ukraine, 20 p.
- Правила безпеки у вугільних шахтах (The Rules of safety in coal mines). (2010) Kiev, 89 p.
- Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ (Rules for conducting mining operations on formations prone to gas-dynamic phenomena) (2005). Approved. Ministry of Coal Industry of Ukraine, Kyiv: The Ministry Of Coal Industry Of Ukraine, 225 p.
- Спосіб визначення порушених зон у вугільних пластах (Method of determining disturbed zones in coal seams) pat. 33252 Ukraine: МПК (2006) E21C39/00, № u 2008 02438; declar. 25.02.2008; publ. 10.06.2008, Бул. № 11. 4 p.
- Временное руководство по оборудованию и эксплуатации систем аэрогазового контроля в угольных шахтах (Interim guidance for equipment and operation of systems of aerogas control in coal-Shah-tah). (1991). The Ministry of coal industry of the USSR, Kiev.

Надійшла 30.05.2021 р.

В. В. Зберовский¹, доктор техн. наук, ст. науч. сотрудник;

П. С. Пащенко², канд. геолог. наук, ст. науч. сотрудник;

А. В. Пазынич¹, аспирант, инженер I категории;

С. В. Стефанко², аспирант, инженер II категории;

Институт геотехнической механики им. М. С. Полякова

Национальной академии наук Украины (ІГТМ НАНУ)

¹отдел Проблем разрушения горных пород

²лаборатория Исследования структурных изменений горных пород

ул. Симферопольская 2А, Днепр, 49000, Украина

arkinstone7@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ПЛИКАТИВНОГО НАРУШЕНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА НА ЕГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Аннотация

На одной из шахт Донецкого бассейна произошел непредвиденный внезапный выброс угля и газа. Особенность этого случая в том, что авария произошла в месте предположительного развития геологического нарушения, но не имеющее никаких видимых признаков. Обследование места выброса и прилегающих горизонтов позволило сделать вывод, что авария произошла в месте развития пликативного нарушения. Поэтому становится важным исследовать влияние таких нарушений на газодинамическое состояние пласта и разработать методы определения нарушенных зон. Для достижения целей был проведен замер прочности угольного пласта в более чем 50 точках, осуществлен отбор проб угля и изучены микроструктурные особенности. В результате: построена схематическая карта развития нарушения на данном участке, оконтурена зона пликативного нарушения, выявлен центр нарушенной зоны и обоснована роль таких нарушений в выбрасоопасности пласта.

Ключевые слова: пликативное нарушение, газодинамическое явление, напряженно-деформированное состояние, прочность, коэффициент нарушения пласта.

V. V. Zberovskiy¹

P. S. Pashenko²

A. V. Pazynich¹

S. V. Stefanko²,

M. S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under
the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU)

¹Department of Rock Breaking Problems

²Laboratory of the Study of Structural Changes of Rocks

st. Simferopolskaya 2A, Dnipro, 49000, Ukraine

arkinstone7@gmail.com

INFLUENCE OF TECTONIC DISTURBANCES OF COAL LAYER ON HIS GAS DYNAMIC STATE

Abstract

Problem Statement and Purpose. At one of the coal mines of the Donetsk basin, there was a sudden release of coal and gas. The peculiarity of this case is that the accident happened in the place of the alleged development of a geological disturbance, but without any visible signs of this. Inspection of the ejection site and adjacent horizons made it possible to conclude that the emergency site is located in the place of the plicative disturbance development. Thus, it is necessary to study in more detail the influence of disturbed zones hidden nature on the gas-dynamic state of the reservoir, as well as to develop and implement methods for determining such zones.

Data & Methods. To achieve this goal, a new method was tested, based on the property of structureless substances to form crystal-like units. This phenomenon has been studied for decades; therefore, such new formations have long been given the name quasicrystals. It was noted that the increase in the concentration of such forms is associated with the presence of geological disturbances. Consequently, the increase in quasicrystals in the rock is an indicator of its disturbance due to the influence of tectonic pressure. Thus, in order to test the technique and reveal the hidden geological disturbance of the coal seam, coal samples were taken, microstructural features were studied, and the strength of the coal seam was measured at 56 points.

Result. As a result the values of the concentration of quasicrystals, data on the strength of the formation were obtained, a schematic map of the development of the disturbance in this area was built, its contours were determined, the center of the disturbed zone was identified and the role of such disturbances in the outburst hazard of the formation was substantiated. It has been established that geological disturbances, even of plicative nature, have a high degree of fracturing. Such pores and cracks in coal reduce the strength properties and are able to concentrate sufficient volumes of gas for manifestation of GDP.

Keywords: plicative disturbance, gas-dynamic phenomenon, stress-strain state, strength, formation disturbance coefficient, quasicrystals.