

A WAY TO PREVENT DYNAMIC PHENOMENA DURING A COMBINE HARVESTER CARRYING OUT PREPARATORY WORKINGS

S.P. Mineev^{1}, L.M. Vasyliiev¹, M.Ya. Trokhymets¹, V.Ye. Maltseva¹, A.O. Kostritsya¹*
¹Institute of Geotechnical Mechanics of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine
**Corresponding author: sergmineev@gmail.com*

Abstract. The article describes a method and equipment for the safe development of preparatory working on a gas-bearing, outburst hazardous coal seam by a heading machine. The described method significantly prevents the gas emission during mining operations. Determination of the amount of degassing and relief wells is performed according to the given in article mathematical formulas. This ensures a significant increase in the level of safety processing the preparatory roadway on a gas-bearing, prone to outbursts coal seam by a heading machine. Due to this, the speed of conducting excavation increases and the cost of mining is reduced. The proportionality coefficients of the mathematical models were determined. Mathematical models are used to calculate the number of relief and degassing wells, which are drilled during the impulse hydraulic loosening of the nearby part of the coal seam. Also the duration of liquid injection into a coal seam is also determined. Mathematical models for calculating the number of injection, unloading and degassing boreholes can be used in development of the passports for conducting preparatory workings on a gas-bearing, prone to outburst coal seam by a heading machine with a preliminary impulse hydraulic loosening of the nearby part of a coal seam.

Key words: method, gas-dynamic phenomena, workings, roadheader, seam

СПОСІБ ЗАПОБІГАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ЯВИЩ ПРИ КОМБАЙНОВОМУ ПРОВЕДЕННІ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК

С.П. Мінеєв^{1}, Л.М. Васильєв¹, М.Я. Трохимець¹, В.Є. Мальцева¹, А.О. Костриця¹*
¹Інститут геотехнічної механіки НАН України, Україна
**Відповідальний автор: sergmineev@gmail.com*

Анотація. В статті описано спосіб і обладнання безпечного проведення підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном, який значно запобігає викидонебезпечності пласта в процесі виконання гірничих робіт. Проведено аналіз існуючих способів запобігання викидонебезпечності вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої виробки і виявлено їх недоліки. Розроблено спосіб, в якому перед гідророзпушуванням в привибійної частині пласта додатковим попереднім бурінням розвантажувальних і дегазаційних шпурів та визначенням кількості дегазаційних та розвантажувальних шпурів за математичними формулами, забезпечується значне підвищення рівня безпеки при проведенні підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном та за рахунок цього збільшується швидкість проведення виробки та зменшується вартість гірничих робіт. По результатам гірничо-експериментального проведення підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном з виконанням усіх признаков розробленого способу визначені коефіцієнти пропорційності до математичних моделей для розрахунку кількості нагнітальних, розвантажувальних та дегазаційних шпурів, які бурять при попередньому імпульсному гідророзпушуванні привибійної частини вугільного пласта, та визначена тривалість нагнітання рідини у вугільний пласт, яка запобігає викидонебезпечності останнього. Математичні моделі розрахунку кількості нагнітальних, розвантажувальних та дегазаційних шпурів можуть бути використані при розробці паспортів проведення підготовчих пластових виробок по газоносному

викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном з попереднім імпульсним гідророзпушуванням привибійної частини вугільного пласта.

Ключові слова: спосіб, газодинамічні явища, виробки, прохідницький комбайн, пласт

1. Вступ

При виконанні гірничих робіт, які пов'язані з видобутком вугілля з газоносних вугільних пластів, відбуваються такі явища, як раптові викиди вугілля, породи та газу [1 - 4]. Умови розробки вугільних родовищ надзвичайно різноманітні. Для всього цього різномаїття умов не може бути рекомендовано універсальний спосіб боротьби з газодинамічними явищами. Крім цього, із збільшенням глибини залягання вуглепородного масиву в шахтах України та ускладненням у зв'язку з цим гірничо-геологічних умов їх розробки, ускладнено застосування заходів щодо запобігання викидам вугілля та газу. Над вирішенням цієї проблеми працювали фахівці багатьох науково – дослідних інститутів, таких як: ІГС ім. О.О. Скочинського, ІГТМ НАН України, НТУ «Дніпровська політехніка», МакНДІ, та інші. Теорія раптових викидів вугілля та у газу виробку твердить, що для запобігання ГДЯ достатньо здійснити одне із слідуєчих умов: зменшити напружений стан газоносного вугільного масиву; знизити тиск газу в ньому, змінити властивості вугілля та порід [1 -4].

Розроблений відомий спосіб і обладнання проведення підготовчої виробки по вугільному пласту прохідницьким комбайном [5, 6]. В якості прикладу приведемо запропонований ІГТМ НАН України пристрій для механізованого буріння випереджальних розвантажувальних свердловин (далі ВРС) у викидонебезпечному вугільному пласту при проведенні в ньому підготовчих пластових виробок прохідницьким комбайном з робочим органом на телескопній стрілі [5, 7]. На рис. 1 показано прохідницький комплекс для проведення підготовчої виробки у викидонебезпечних вугільних пластах, який складається з комбайна КСП – 32М конструкції Ясіноватського машзавода, навісного бурового станка БС – 25 на базі бура електрогідравлічного ЕБГП – 1М конструкції Конотопського машзавода і високонапірного гідронасоса УНР – 03 конструкції Теплогірського заводу гідрообладнання.

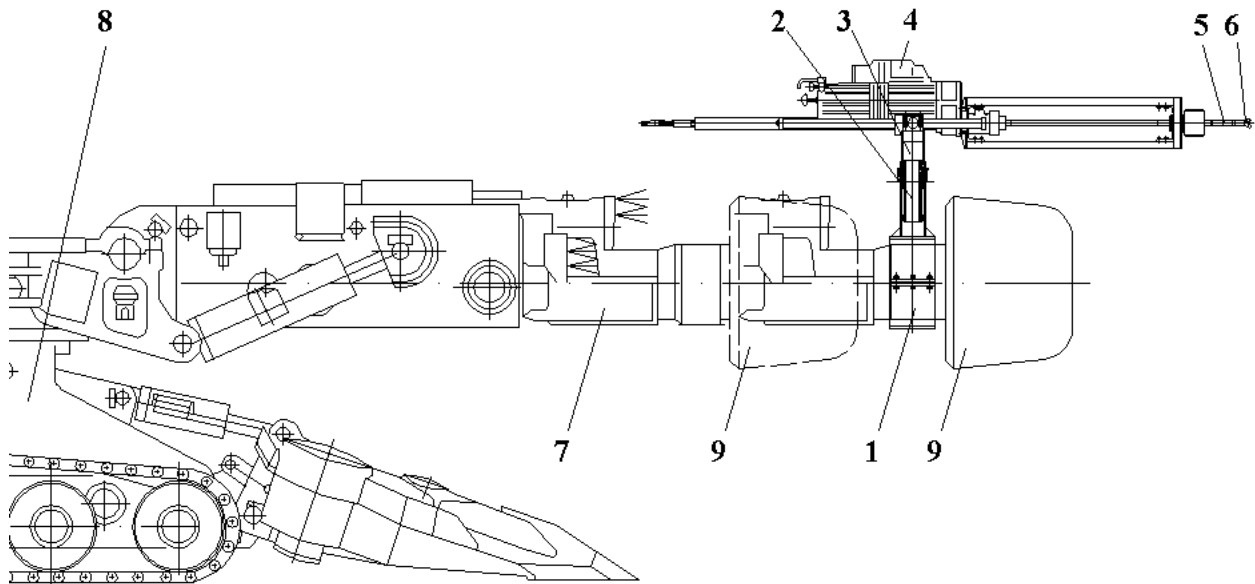


Рис. 1. Прохідницький комплекс для проведення підготовчої виробки у викидонебезпечних вугільних пластах.

Навісний буровий станок ЕБГП-1М, розміщують на телескопній стрілі прохідницького комбайна КСП – 32М позаду його робочого органа і закріплюють його за допомогою хому, а високонапірний насос УНР – 03 розміщують за прохідницьким комбайном на відстані не

ближче 30 м від вибою виробки. На рис. 1 показано: 1 – хомут; 2 – стояк; 3 – двухвилковий кронштейн; 4 – бур електрогідравлічний ЕБГП – 1М; 5 – штанга бурова; 6 – коронка бурова; 7 – телескопна стріла прохідницького комбайна; 8 - прохідницький комбайн КСП – 32М; 9 – робочий орган прохідницького комбайна КСП – 32М.

Комплекс працює в такий спосіб. У способі поворотом хомута 1 на телескопній частині телескопної стріли 7 прохідницького комбайна 8 і поворотом двухвилкового кронштейна 3 на стояку 2 націлюють вісь бурової штанги 5 з породоруйнівним інструментом 6 у визначене місце на поверхні вибою виробки і по напрямку буріння. Після цього переміщують телескопну стрілу 7 з робочим органом 9 в напрямку до поверхні вибою виробки до контакту породоруйнівного інструмента 6 з нею і включають електрогідравлічний бур 4 в енергопостачальну мережу. Недоліком цього способу є те, що він не передбачає заходів проти газодинамічних явищ (ГДЯ) при проведенні підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту..

Для запобігання викидонебезпечності вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої пластової виробки розроблені способи, які застосовують попереднє буріння по пласту випереджальних розвантажувальних свердловин з поверхні вибою по ходу виробки [1, 5]. Наприклад, відомий спосіб запобігання викидонебезпечності вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої пластової виробки, що включає попереднє буріння по пласту випереджальних розвантажувальних свердловин з поверхні вибою по ходу виробки з контролем їх ефективності і подальше руйнування прохідницьким комбайном гірських порід на вибої виробки [4]. Спосіб відрізняється тим, що першу випереджальну свердловину бурять у центрі пласта по осі виробки на глибину, яка більше глибини зони підвищеного гірського тиску в привибійній частині масиву [8].

Також відомий спосіб запобігання викидонебезпечності вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої пластової виробки прохідницьким комбайном, що включає попереднє буріння випереджальних розвантажувальних свердловин (далі ВРС) з поверхні вибою виробки по пласту [8]. Спосіб відрізняється тим, що згадані ВРС бурять горизонтально та паралельно між собою від стінки до стінки виробки в нижній частині вугільного пласта, потім вугільний пласт, що знаходиться над площиною ВРС, піддають вібрації. При цьому одночасно з цим процесом вимірюють деформації ВРС, по їх діаметру, які дорівнюють не менше 20 % від їх початкового розміру [8]. Разом з тим, спосіб має недоліки.

Для зниження метановиділення з не розвантажених газоносних вугільних пластів при проведенні підготовчої виробки розроблений спосіб, що включає: буріння декількох свердловин в площині вибою виробки у вугільному пласті, герметизацію однієї з них з можливістю пропуску рідини через її герметизатор і нагнітання рідини у вугільний пласт. У способі решту свердловин герметизують з можливістю вільного виходу газів із вугільного пласта через їх герметизатори, останні герметично з'єднують з вакуум-насосом і газосховищем, а рідину у вугільний пласт нагнітають у імпульсному режимі [9, 10]. Однак незважаючи на ефективність даного способу для ряду гірничо-геологічних умов вугільних шахт, він не може безпечно використовуватися. Тому пошук нових методів та розробка способів запобігання викидонебезпечності газоносних вугільних пластів є актуальною проблемою сьогодення. У зв'язку з цим у ІГТМ НАН України розробили спосіб безпечного безвзривного проведення виробок по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном, який значно підвищує рівень безпеки гірничих робіт при проведенні підготовчої виробки.

2. Методика

В основу розробки поставлена наступна задача, створення способу, який значно підвищує безпеку проведення підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном, що включає попереднє буріння дегазаційних свердловин та нагнітальних шпурів в площині вибою виробки, нагнітання рідини у нагнітальні шпури, збір газу, що виділився в процесі нагнітання із дегазаційних шпурів у газозбірник.

Розробка цього забезпечить значне підвищення рівня безпеки при здійсненні способу проведення підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном, так як одночасно здійснюються всі три умови згідно теорії запобігання ГДЯ: зменшення напруженого стану газонасиченого вугільного масиву шляхом деформації розвантажувальних шпурів, зниження тиску газу в пласту шляхом нагнітання рідини у нагнітальні шпури і, як наслідок, витиснення газу із пласта через дегазаційні шпури у герметичну частину виробки, а також зменшення пружних показників механічних властивостей пласта внаслідок його зволоження.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі проведення підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном здійснюється попереднє буріння дегазаційних, розвантажувальних та нагнітальних шпурів в площині вибою виробки, нагнітання рідини у нагнітальні шпури, збір газу, що виділився в процесі нагнітання із пласта і поверхні виробки та наступне проведення виробки шляхом механічного руйнування гірських порід на вибії комбайном, при цьому, дегазаційні шпури бурять в кількості, яку визначають за формулою [9,10]

$$n_{дег} = k_{дег} \frac{G \cdot S}{D_{дег} \cdot t_{наг} \cdot Q} \quad (1)$$

де: G – газоносність вугільного пласта, m^3/kg ;

S – площа вибою виробки, m^2 ;

$D_{дег}$ – діаметр дегазаційних шпурів, m ;

$t_{наг}$ – тривалість нагнітання рідини у нагнітальні шпури, s ;

Q – витрата рідини, яку нагнітають у вугільний пласт, m^3 ;

$k_{дег}$ – коефіцієнт пропорційності, $kg \cdot s/m$,

а розвантажувальні шпури бурять в кількості, яку визначають за формулою

$$n_{роз} = k_{роз} \frac{f}{\gamma \cdot H \cdot D_{роз} \cdot t_{наг}} \quad (2)$$

де: f – коефіцієнт міцності гірських порід за шкалою М.М. Протодьяконова;

γ – питома вага гірських порід, kg/m^3 ;

H – відстань від поверхні, на якій проводять підготовчу виробку, m ;

$D_{роз}$ – діаметр розвантажувальних шпурів, m ;

$t_{наг}$ – тривалість нагнітання рідини у нагнітальні шпури, s ;

$k_{роз}$ – коефіцієнт пропорційності, $kg \cdot s/m$,

Дегазаційні шпури у способі бурять по контуру вибою, розвантажувальні – горизонтально знизу площини вибою, нагнітальні - в центрі, а перед нагнітанням рідини у нагнітальні шпури у виробці перпендикулярно її осі на відстані від вибою не менше ніж 30,0 м споруджують герметичну стіну і в ній монтують вакуум-насос, який з'єднують з установкою утилізації газу, що виділиться з поверхні вибою, дегазаційних та розвантажувальних шпурів, підосви, покрівлі і боків виробки. А змінні параметри ($D_{дег}$, $D_{роз}$), що входять у формули (1, 2) приймають такими, що при визначенні необхідної тривалості нагнітання рідини у нагнітальні шпури досягаються безпечні стабільні і одночасні показники. При цьому залишковий вміст газу в атмосфері виробки не більш ніж 1% і величина деформації розвантажувальних шпурів не менше ніж 20% від їх початкового діаметру.

Технічний результат – підвищення рівня безпеки при здійсненні способу проведення підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном шляхом попереднього буріння комплекту дегазаційних, розвантажувальних та нагнітального шпурів у визначених кількостях. Запропоновано схему їх розміщення по поверхні вибою, яка пропонується у способі перед імпульсним гідророзпушуванням привибійної частини вугільного пласта.

Суть технічного рішення пояснюється кресленням (рис. 2), де зображена схема розміщення обладнання для здійснення способу проведення підготовчої виробки по газоносному викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном [11].

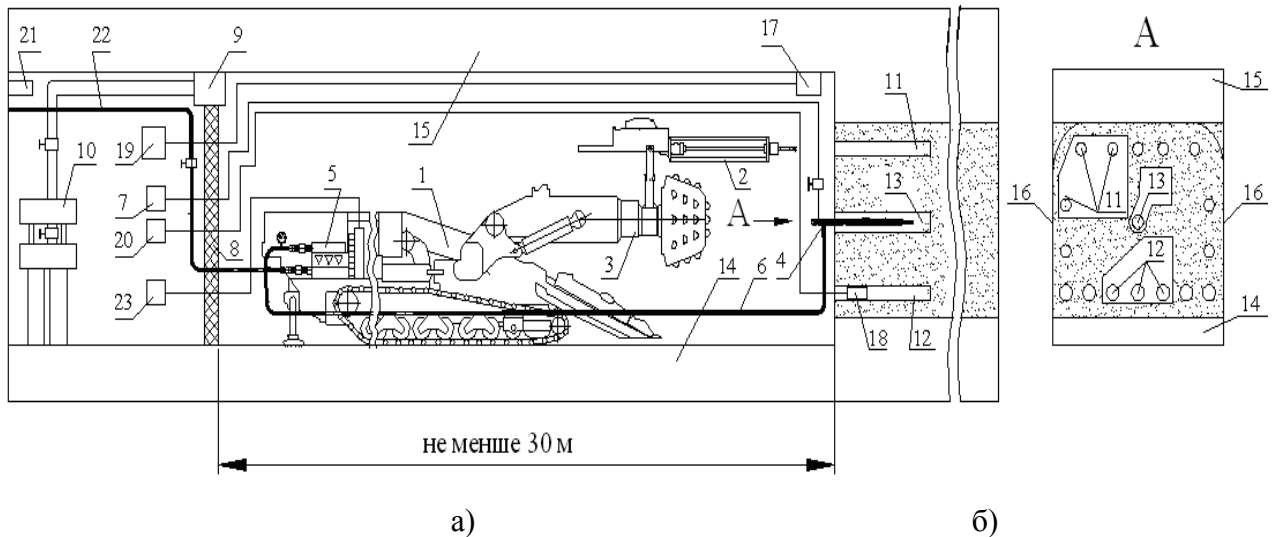


Рис. 2. Схема розміщення обладнання для здійснення способу проведення підготовчої виробки по викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном: а - в площині підготовчої виробки, б - вид А (розміщення дегазаційних, розвантажувальних та нагнітального шпурів у площині вибою).

Схема способу (рис. 2) складається з прохідницького комбайну 1, бурового станка 2, який розміщений на телескопній стрілі 3 прохідницького комбайну 1, пристрою гідроімпульсної дії 4, високонапірної насосної установки 5, що розміщена на прохідницькому комбайні 1, гнучкого високонапірного рукава 6, пульта керування режимом нагнітання води у вугільний пласт 7, герметичної стіни 8, вакуум-насоса 9, установки утилізації газу 10, що виділяється із поверхні вибою, дегазаційних 11, розвантажувальних 12 і нагнітального 13 шпурів, підосви 14, покрівлі 15 і боків 16 виробки, газоаналізатора 17, деформометра 18, дистанційного індикатора 19 газоаналізатора 17 і дистанційного індикатора 20 деформометра 18. Виробка обладнана вентиляційним трубопроводом 21 і протипожежним трубопроводом 22, які підведені до герметичної стіни 8. На виді А зображений вибій підготовчої виробки, на якому показано дегазаційні шпури 11, розвантажувальні шпури 12, нагнітальний шпур 13, підосва 14, покрівля 15, і боки виробки 16.

Запропонований спосіб здійснюється наступним чином. Буровим станком 2, наприклад, ЕБГП – 1М, конструкції Конотопського машинобудівного заводу, який серійно випускається для гірничої галузі, бурять комплект дегазаційних 11 та розвантажувальних свердловин 12 в кількостях, які визначаються за формулами 1 і 2, і один нагнітальний шпур 13, як показано на рис. 2 б. Прохідницький комбайн 1 відганяють від вибою виробки і нагнітальний шпур 13 обладнують пристроєм для імпульсного гідророзпушення вугільного пласту 4. В цей час монтують вакуум-насос 9, гнучким рукавом 6 з'єднують високонапірну насосну установку 5 з пристроєм гідроімпульсної дії 4 на вугільний пласт, а пульт керування режимом нагнітання води у вугільний пласт 7 розміщують за герметичною стіною 8. Високонапірну установку 5 з'єднують з протипожежним трубопроводом 22, в якому завжди є вода під тиском не менш 0,3 МПа. Один із розвантажувальних шпурів 12 обладнують деформометром 18, а дистанційний індикатор 20 деформометра 18 розміщують за герметичною стіною 8.

Після цього з пульта керування 23 включають високонапірну установку 5 і нагнітають рідину (воду) у нагнітальний шпур 13 по [12, 13]. В процесі нагнітання рідини у вугільний пласт слідкують по дистанційному індикатору 19 газоаналізатора 17 за темпом виділення газу в виробку між вибоєм і спорудженою герметичною стіною 8. Як тільки концентрація газу перевищить 1% включають вакуум-насос 9 і здійснюють утилізацію виділеного газу із дегазаційних 11 та розвантажувальних 12 шпурів, підосви 14, покрівлі 15, та боків 16 загерметизованої виробки. Пульт керування режимом нагнітання води у вугільний пласт 7

регулюють режим процесу імпульсного нагнітання. Під час нагнітання слідкують за показниками дистанційного індикатора 20 та деформометра 18. Тривалість нагнітання рідини у нагнітальні шпури визначають по безпечним стабільним і одночасним показникам: залишку вмісту газу в атмосфері загерметизованої частини виробки не більше ніж 1% і величині деформації розвантажувальних шпурів не менше ніж на 20% від їх початкового діаметру.

3. Результати та їх обговорення

Що до кількості буріння дегазаційних 11 та розвантажувальних 12 шпурів, то авторами пропонуються математичні формули (1 і 2), в яких невідомими являються $k_{дег}$ і $k_{роз}$. Для їх визначення, наприклад на шахті «Краснолиманська» були проведені гірничо-експериментальні дослідження з використанням запропонованого способу [14]. Технічні умови були наступні: глибина залягання газоносного викидонебезпечного вугільного пласта $H = 611$ м; марка вугілля – Ж; газоносність – $0,059$ м³/кг; питома вага вугілля – 2500 кг/м³; коефіцієнт міцності вугілля по М.М. Протодьяконову $f = 3$; потужність пласта – $1,7$ м; площа поверхні вибою $S = 16$ м²; діаметр дегазаційних 11 шпурів $D_{дег} = 0,045$ м; діаметр розвантажувальних 12 шпурів $D_{роз} = 0,05$ м; діаметр нагнітального 13 шпура – $0,042$ м; кількість розвантажувальних 12 шпурів $n_{роз} = 10$ шт.; кількість дегазаційних 11 шпурів $n_{наг} = 10$ шт.; параметри нагнітання: об'єм води, яку було закачано насосною установкою 5 УН-35 за час виконання гірничо – експериментальних досліджень $Q = 2,1$ м³; пристрій імпульсної дії 4 на вугільний пласт – ПГД-0,1 конструкції ІГТМ НАН України з кавітаційним генератором імпульсного тиску рідини, яку нагнітають у вугільний пласт; тиск нагнітання рідини у вугільний пласт -25 МПа. Один розвантажувальний центральний шпур 12 був обладнаний деформометром шпура 18 конструкції ІГТМ НАН України, відрегульований на 20% деформацію стінок шпура, а у вибої виробки була розміщена апаратура автоматичного контролю метану АКМ 17 відрегульована на видачу видимого і звукового сигналу при перевищенні 1% вмісту газу в атмосфері привибійній частині виробки. Дистанційний індикатор 19 АКМ 17 був розміщений біля високонапірної установки 5.

Крім цього, у вибої виробки знаходився прохідницький комбайн, наприклад, КСП – 32М. Виробка була оснащена прогнозою апаратурою АПСС, яка розміщена на поверхні шахти в приміщенні служби прогнозу викидонебезпечності і підключена до лінії зв'язку з підземним блоком звукоуловлюючої апаратури АПСС, що закріплений на боці 16 виробки на відстані $2,0$ м від вибою. До проведення горно – експериментальних робіт прохідницьким комбайном 1 було пройдено $1,0$ м виробки механічним способом без використання заходів проти ГДЯ. Прогнозний безрозмірний показник викидонебезпечності дорівнював $3,2$. При $K_e \geq 3$ вугільний пласт є викидонебезпечний [14].

Після закінчення нагнітання води у вугільний пласт прохідницький комбайн 1 КСП–32М був переміщений у вибій виробки для подальшого механічного руйнування гірських порід на вибої (проведення виробки). В самому початку руйнування був здійснений прогноз викидонебезпечності вугільного пласта по амплітудно – частотним характеристикам акустичного сигналу звукоуловлюючої апаратури АПСС. Прогнозний безрозмірний показник викидонебезпечності K_e дорівнював $0,8$. Це підтверджує те, що вугільний пласт був викидобезпечним. Результати досліджень: дистанційний індикатор 19 АКМ 17 показав, що початковий вміст газу в атмосфері привибійній частині виробки складав $0,05\%$, після 30 хв. нагнітання рідини у нагнітальні шпури 13 вміст газу складав $8,5\%$, а після 60 хв. – 1% , а індикатор 20 деформометра 18 показав 20% деформацію стінок розвантажувального шпура 12 від його початкового діаметру.

Із формули (1)

$$k_{дег} = \frac{n_{дег} \cdot D_{дег} \cdot t_{наг} \cdot Q}{\Gamma \cdot S}, \text{ кг} \cdot \text{сек} / \text{м}, \quad (3)$$

Підставив у формулу (3) $n_{дег} = 10$, $D_{дег} = 0,045$ м, $t_{наг} = 3600$ с, $Q = 2,1$ м³, $\Gamma = 59 \cdot 10^{-3}$ м³/кг, $S = 16$ м², получимо $k_{дег} = 3604$ кг·с/м.

Із формули (2)

$$k_{роз} = \frac{n_{роз} \cdot \gamma \cdot H \cdot D_{роз} \cdot t_{наг}}{f}, \text{ кг} \cdot \text{сек} / \text{м}, \quad (4)$$

Підставив у формулу (4) $n_{роз}=10$, $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$, $H = 611 \text{ м}$, $D_{роз}= 0,05 \text{ м}$, $t_{наг} = 3600 \text{ с}$, $f=3$, получимо $k_{роз} = 917 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{м}$.

Таким чином, проведеними шахтними гірничо-експериментальними дослідженнями визначено, $k_{дег} = 3604 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{м}$, а $k_{роз} = 917 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{м}$

На думку авторів статті ці коефіцієнти являються досить універсальними і можуть бути використаними для інших гірничотехнічних умов.

В теперішній час підготовчі виробки в викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном проводяться достатньо часто струсним способом. Цей спосіб здійснюють наступним чином: електричним ручним свердлом СЕР – 19М бурять вибухові шпури по поверхні вибою виробки, заряджають їх зарядами вибухових речовин, виводять робітників на безпечну відстань від вибою виробки і здійснюють вибух у вугільному пласту. Глибина буріння вибухових шпурів – до 3,0 м.

Після вибухових робіт провітрюють виробку, подають прохідницький комбайн у вибій і тільки тоді здійснюють подальше механічне проведення виробки комбайном. Всі ці процеси займають не менше 6-10 годин. З урахуванням часу на ремонт прохідницького комбайна та кріплення виробки максимальна величина добового проведення виробки складає 5 м. Для здійснення запропонованого способу можна використати механізоване буріння комплекту шпурів по [7], яке може здійснити буріння шпурів на глибину до 15,0 м. Це дає змогу збільшити до 2 разів добове проведення підготовчої виробки по викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном, тобто максимальне добове проведення виробки може скласти 6–10 м.

Таким чином, способи запобігання газодинамічних явищ при комбайновому проведенні виробок можуть застосовуватися у вигляді єдиного з комбайном комплексу, як для проведення виробок з використанням буріння випереджальних свердловин, так і для комплекту буріння дегазаційних, розвантажувальних і нагнітальних свердловин і нагнітання рідини в пласт в способі гідророзпушування в імпульсному режимі. Зазначені способи захищені патентами, нормативно оформлені і готові до використання [5, 7-8, 10-13].

4. Висновок

В результаті цієї роботи розроблено, досліджено і запропоновано спосіб запобігання викидів вугілля, породи та газу при проведенні підготовчих виробок у газоносних викидонебезпечних вугільних пластах і прохідницький комплекс для проведення підготовчих пластових виробок. Це дає можливість вирішити проблему безпечної підготовки викидонебезпечних газоносних вугільних пластів до видобутку шляхом використання способу запобігання газодинамічних явищ при комбайновому способі проведенні виробок.

Комбайновий спосіб проведення виробок може застосовуватися у вигляді єдиного з комбайном комплексу, як для проходки виробок з використанням буріння випереджальних свердловин, так і для буріння комплекту буріння дегазаційних, розвантажувальних і нагнітальних свердловин і нагнітання рідини в пласт в способі гідророзпушування в імпульсному режимі. Зазначені способи захищені патентами, нормативно оформлені і готові до використання.

Список літератури

1. Минеев, С.П. Прогноз и предотвращение выбросов угля и газа на шахтах Украины / С.П. Минеев. - Мариуполь: Східний видавничий дім, 2016.- 254 с.
2. Минеев, С.П. Свойства газонасыщенного угля / С.П. Минеев. - Днепропетровск, НГУ, 2009.- 220 с.

3. Минеєв, С.П. Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных пластах / С.П. Минеєв, А.А. Рубинский, О.В. Витушко, А.В. Радченко. - Донецк: Східний видавничій дім, 2010.- 603 с.

4. Коптиков, В.П. Совершенствование способов и средств безопасной разработки угольных пластов, склонных к газодинамическим явлениям / В.П. Коптиков, Б.В. Бокий, С.П. Минеєв, И.А. Южанин, А.В. Никифоров. - Донецк: Проминь, 2016. – 480 с.

5. Минеєв, С.П. Проведение выработок проходческими комбайнами по выбросоопасным угольным пластам и породам / С.П. Минеєв, А.А. Рубинский. – Днепропетровск: Дніпро, 2007.- 384 с.

6. Минеєв, С.П. Вскрытие выбросоопасных угольных пластов проходческими комбайнами / С.П. Минеєв, А.В. Ильющенко, Н.А. Вострецов, В.В. Медведев, К.И. Воловецкий. – Днепр-Киев: ФЛП Халиков, 2018. – 136 с.

7. Патент України № 104681 МПК E21C 27/24. Пристрій для механізованого буріння шпурів і свердловин у викидонебезпечному вугільному пласті при проведенні в ньому підготовчих пластових виробок прохідницьким комбайном з робочим органом на телескопічній стрілі / Ангеловський О.А., Чугунков І.Ф., Потапенко О.О., Васильєв Л.М., Антончик В.Є., Трохимець М.Я., (Україна); заявник і патентовласник ІГТМ НАН України - а 201214464; заявл. 17.12.2012; опубл. 25.07.2013, Бюл. №4.

8. Патент України № 108176 МПК E21F 5/00. Спосіб запобігання викидоебезпечності вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої пластової виробки прохідницьким комбайном / Минеєв С.П., Потапенко О.О., Трохимець М.Я., Никифоров О.В., Вялушкін Є.О., Ангеловський О.А. (Україна); заявник і патентовласник ІГТМ НАН України - а 201402303; заявл. 06.03.2014; опубл. 25.03.2015, Бюл. № 6.

9. Минеєв, С.П. Повышение эффективности гидрорыхления выбросоопасны угольных пластов / С.П. Минеєв, А.А. Потапенко, Т.Я. Мхатвари, А.В. Никифоров, С.В. Кузюра, Є.И. Тимофеев. - Донецк: Східний видавничій дім, 2013.- 216 с.

10. Патент України № 68478 МПК E21F 5/02. Спосіб дегазації газонасиченого викидонебезпечного вугільного пласта / Усов О.О., Трохимець М.Я., Васильєв Д.Л., Поляков Ю.Є., Потапенко О.О., Ангеловський О.А. (Україна); заявник і патентовласник ІГТМ НАН України - у 201111042; заявл. 15.09.2011; опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6.

11. Позитивне рішення Укрпатенту на видачу патента на винахід. Спосіб проведення підготовчої виробки по газонасиченому викидонебезпечному вугільному пласту прохідницьким комбайном / Трохимець М.Я., Мальцева В.Є., Вялушкін Є.О., Васильєв Л.М., Минеєв С.П. (Україна) заявник і патентовласник ІГТМ НАН України - а 201811866; заявл. 30.11.2018;

12. Патент України № 67767 МПК E21F 5/00. Спосіб управління гідроімпульсною дією на вугільний пласт / Васильєв Л.М., Усов О.О., Потапенко О.О., Ангеловський О.А., Трохимець М.Я. (Україна) заявник і патентовласник ІГТМ НАН України - у 201108104 заявл. 29.06.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5.

13. Патент України № 68355 МПК E21F 5/02. Пристрій управління гідроімпульсною дією на вугільний пласт / Васильєв Л.М., Усов О.О., Потапенко О.О., Ангеловський О.А., Трохимець М.Я. (Україна) заявник і патентовласник ІГТМ НАН України - у 201109864 заявл. 08.08.2011; опубл. 26.03.2012, Бюл. №6.

14. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ. СОУ 10.1.06174088.011. - Київ: Мінвуглепром України, 2005. - 224 с.

References

1. Mineev, S.P. (2016), *Prognoz I predotvrashcheniye vybrosov uglja I gaza na shakhtakh Ukrainy* [Forecast and prevention of coal and gas emissions from Ukraines mines], Skhidny vidavnichiy Dim, Donetsk, Ukraine.

2. Mineev, S.P. (2009), *Svoystva gazonasyshchennogo uglja* [Properties of gas-saturated coal], NMU, Dnepropetrovsk, Ukraine.

3. Mineev, S.P., Rubinskiy, A.A., Vitushko, O.V. and Radchenko, A.V. (2010), *Gornye raboty v slozhnykh usloviyakh na vybrosoopasnykh plastakh* [Mining operations in difficult conditions in the outburst seams], Skhidny vidavnychiy Dim, Donetsk, Ukraine.
4. Koptikov, V.P., Bokiy, B.V., Mineev, S.P., Yuzhanin, I.A. and Nikiforov, A.V. (2016), *Sovershenstvovaniye sposobov i sredstv bezopasnoy razrabotki ugolnykh plastov, sklonnykh k gazodinamicheskim yavleniyam* [Improvement of Methods and Means of Safe Development of Coal Plates Prone to Gasodynamic Phenomena], Promin, Donetsk, Ukraine.
5. Mineev, S.P. and Rubinskiy, A.A. (2007), *Provedeniye vyrabotok prokhodcheskimi kombaynami po vybrosoopasnym ugolnym plastam i porodam* [Vine working by passing combines on emissions of hazardous coal seams and rocs], Dnipro, Dnepropetrovsk, Ukraine.
6. Mineev, S.P., Iliushchenko, A.V., Vostretsov, N.A., Medvedev, V.V. and Volosetskiy, K.I. (2018), *Vskrytiye vybrosoopasnykh ugolnykh plastov prokhodcheskimi kombaynami* [Autopsy of hazardous coal seams by passing combines], Dnepr-Kiyev: FLP Khalikov, Ukraine.
7. Potapenko, O., Anhelovskiy, O., Vasylev, D., Trokhymets, M., Nykyforov, O., Chuhunkov, I., Antonchuk, V., Vasylev, L., Vialushkin, Ye., Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (2006), *Prystriy dlya mekhanizovanoho burinnya shpuriv i sverdlodyn u vykydonebezpechnomu vuhil'nomu plasti pry provedenni v nomu pidhotovchykh plastovykh vyrobok prokhidnytskym kombaynom z robochym orhanom na teleskopnyi strili* [A device for mechanized drilling of bore-holes and wells in an prone to outburst coal seam during conducting it in preparatory workings by a heading machine with a working body on a telescopic boom], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 104681.
8. Mineev, S.P., Potapenko, O.O., Nykyforov, O. V., Anhelovskiy, O. A., Vialushkin, Ye.O., Trokhymets, M.Ya, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (2015), *Sposib zapobihannya vykydonebezpechnosti vuhilnoho plastu pry provedenni v nomu pidhotovchoyi plastovoyi vyrobky prokhidnytskym kombaynom* [A method of preventing the outburst of coal seams during caring out a preparation working in it by a heading machine], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 108176.
9. Mineev, S.P., Potapenko, O.O., Mkhatvari, T.Ya., Nykyforov, A. V., Kuzyara. S.V. and Timofeyev E.I. (2013), *Povysheniye effektivnosti gidrorykhleniya vybrosoopasnykh ugolnykh plastov* [Increasing the efficiency of hydraulic loosening of hazardous coal seams], Skhidny vidavnychiy Dim, Donetsk, Ukraine.
10. Usov, O.O., Trokhymets, M.Ya., Vasylev, D.L., Poliakov, Yu.Ye., Potapenko, O.O., Anhelovskiy, O.A., Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (2012), *Sposib dehzatsiyi hazonasychenoho vykydonebezpechnoho vuhilnoho plastu* [Method for degassing a gas-saturated outburst-dangerous coal seam], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 68478.
11. Trokhymets, M.Ya., Maltseva, V.Ye., Vialushkin, Ye.O., Vasilev, L.M. and Mineev, S.P., Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine - a 201811866 (2018), *Sposib provedennya pidgotovchoy vyrobky po gazonosnomu vykydonebezpechnomu vugilnomu platu prokhidnytskym kombainom* [Method of carrying out preparatory workings in a gas-saturated outburst-dangerous coal seam by a tunneling combine], positive decision of the State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA.
12. Vasilev, L.M., Potapenko, O.O., Anhelovskiy, O.A., Vasilev, D.L., Usov, O.O., Trokhymets, M.Ya., Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (2012), *Sposib upravlinnya hidroimpulsnoyu diyeyu na vuhilnyy plast* [Method for control of hydropulse effect on a coal seam], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 67767.
13. Vasilev, L.M., Usov, O.O., Potapenko, A.A., Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (2011), *Prystriy upravlinnya hidroimpulsnoyu diyeyu na vugilnyy plast* [The device of management hydropulse action on coal seam], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 68355.
14. Ukraine Ministry of Coal Industry (2005). *Pravila vedeniya gornykh robot na plastakh sklonnykh k gazodinamicheskim yavleniyam: Normativniy dokument Minugleproma Ukrainy, Standart* [Rules for conducting minning cracks in layers prone to gas-dynamic phenomena: Regulatory Document Coal Industry of Ukraine. Standart], Ukraine Ministry of Coal Indusry, Kiev, Ukraine.