

УДК 622. 232.522. 24

Мальцева В.Є., магістр,
Трохимець М.Я., канд. техн. наук,
Усов О.О., канд. техн. наук,
Мінєєв С.П., д-р техн. наук, професор,
Васильєв Л.М., д-р техн. наук, професор
(ІГТМ НАН України)

**СПОСІБ ТА ТЕХНІЧНИЙ ЗАСІБ ЗАПОБІГАННЯ ВИКИДІВ
ВУГІЛЛЯ ТА ГАЗУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК
В ГАЗОНОСНИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТАХ**

Мальцева В.Е., магістр,
Трохимец Н.Я., канд. техн. наук,
Усов О.А., канд. техн. наук,
Минеев С.П., д-р техн. наук, професор,
Васильев Л.М., д-р техн. наук, професор
(ИГТМ НАН Украины)

**СПОСОБ И ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В ГАЗОНОСНЫХ
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ**

Maltseva V.Y., M.S. (Tech.),
Trokhimets N.Ya., Ph.D. (Tech.),
Usov O.O., Ph.D. (Tech.),
Mineev S.P., D.Sc. (Tech.), Professor,
Vasilev L.M., D.Sc. (Tech.), Professor
(IGTM NAS of Ukraine)

**METHOD AND TECHNICAL MEANS FOR PREVENTING COAL-AND-
GAS OUTBURST DURING DEVELOPMENT OF PREPARATORY
ROADWAYS IN THE GAS-BEARING COAL SEAMS**

Анотація. Описано спосіб та технічний засіб запобігання викидів вугілля та газу при проведенні підготовчих виробок в газоносних викидонебезпечних вугільних пластах, який реалізує ідею вибуруювання випереджальних розвантажувальних свердловин (ВРС) у вугільному масиві в одній площині, що перпендикулярна вектору сумарних сил гірського тиску, паралельних між собою, діаметром не більш 50 мм, довжиною, що перевищує глибину підвищеного гірського тиску, від стінки до стінки виробки на відстані одна від одної, яка залежить від діаметра ВРС, глибини залягання вугільного пласта та фізико-механічних властивостей вугільного масиву. Описано агрегатований прохідницький комплекс (АПК) для проведення підготовчих пластових виробок у газоносних викидонебезпечних вугільних пластах, який складається із прохідницького комбайна із стріловидною телескопічною стрілою, на якій закріплюють знімний буровий станок, що має можливість вибурювати паралельні між

собою ВРС діаметром не більше 50 мм, довжиною не менше 25 м. АПК додатково включає високонапірну гідроустановку типу УНІ-01 з кавітаційним генератором для високонапірного нагнітання рідини у вугільний пласт з метою здійснити процес кавітаційної вібрації привибійної зони вугільного пласта і, як наслідок, запобігти викидів вугілля та газу.

Ключові слова: викиди, випереджальні розвантажувальні свердловини, високонапірна насосна установка, кавітаційний генератор, агрегований прохідницький комплекс.

Вступ. Викидонебезпечність газоносного вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої пластової виробки являється суттєвою проблемою і значно знижує безпеку ведення гірничих робіт.

Відомо, що раптовий викид вугілля та газу у виробку представляє собою складне фізичне явище, яке виникає в процесі гірничих робіт при визначеному поєднанні багатьох факторів, основними з яких є підвищений гірський тиск у привибійній частині масиву, газ, що знаходиться у вугільному пласті та фізико-механічні властивості вугілля. Останнім часом виконані широкі дослідження з обґрунтування безпечного проведення виробок прохідницьким комбайном (далі ПК) по газоносним викидонебезпечним вугільним пластам і породам [1]. Проте, газодинамічні явища продовжують відбуватися при проведенні гірничих робіт. Тому нові дослідження, що спрямовані на вирішення проблеми боротьби з газодинамічними явищами являються актуальними.

Метою цієї роботи є створення способу запобігання викидів вугілля та газу при проведенні підготовчих виробок в газоносних вугільних пластах ПК.

Поставлена задача вирішувалась шляхом розробки на рівні винаходу способу проведення підготовчих виробок по газоносним викидонебезпечним вугільним пластам ПК, а в якості технічного засобу, який здійснює розроблений спосіб, – розробки на рівні винаходу агрегованого прохідницького комплексу.

В розробленому способі запобігання викидів газоносного вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої пластової виробки ПК, ВРС бурять горизонтально та паралельно між собою в нижній частині вугільного пласта від стінки до стінки виробки, потім вугільний пласт, що знаходиться над площиною ВРС, піддають вібрації, при цьому одночасно з цим вимірюють деформацію стінок ВРС, а тривалість вібрації визначають довгочасністю процесу деформації ВРС по діаметру не менше 20% від їх початкового розміру.

Саме по собі буріння ВРС з поверхні вибою виробки по газоносному вугільному пласту не забезпечує 100 % запобігання його викидів. Для цього необхідно вугільний пласт, що знаходиться над площиною ВРС, піддати вібрації в присутності ВРС, які являють собою вільний простір. В процесі вібрації у газоносному вугільному пласті виникає мережа тріщин, які досягають поверхні стінок ВРС і спричиняють деформаційні зміни (зменшення в діаметрі), що сприяє просіданню вугільного пласта, і як наслідок, розвантажує привибійну зону гірського масиву від підвищеного гірського тиску і знижує викидонебезпечність газоносного вугільного пласта.

Процес вібрації газоносного вугільного пласта при відсутності ВРС також не може 100% запобігти його викидів. Тільки при використанні способів та технічних засобів для здійснення вібрації газоносного вугільного пласта в прису-

тності ВРС, що бурять раніше по передбачуваній схемі, забезпечується технічний результат - повне запобігання викидів газозносного вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої пластової виробки ПК.

Сумарне зусилля гірського тиску від гірських порід, що розміщені зверху вугільного пласта, не завжди збігається з вертикальною віссю виробки. Якщо вектор цього зусилля знаходиться під кутом α до вертикальної осі виробки, то для максимальної деформації стінок ВРС необхідно, щоб площа, в якій їх вибурюють, була під таким же кутом α до горизонтальної осі виробки, тобто кут між вектором деформації стінок ВРС і площиною їх буріння дорівнював 90° (рис. 1 а), але при вібрації газозносного вугільного пласта і при утворенні в ньому мережі тріщин вектор сумарного зусилля гірського тиску завжди буде вертикальним. Тому при здійсненні запропонованого способу ВРС необхідно вибурювати в горизонтальній площині [2] (рис. 1 б).

Вимір деформації стінок ВРС необхідний для того, щоб визначити тривалість процесу вібрації газозносного вугільного пласта.

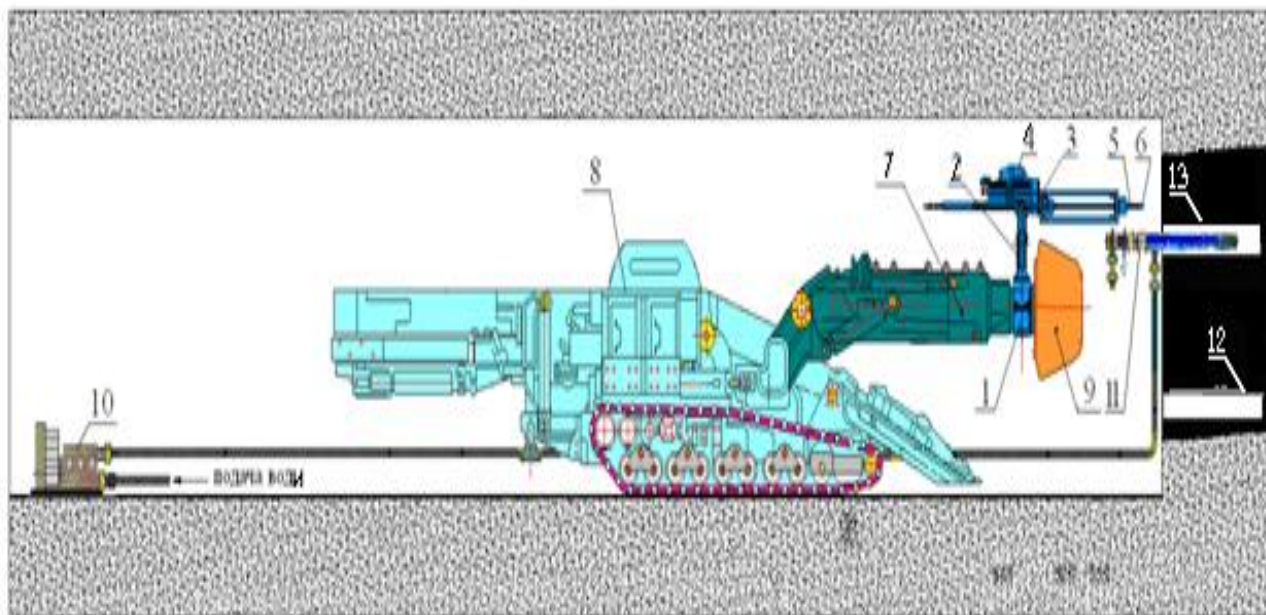
В результаті гірничо-експериментальних робіт, проведених авторами на шахті ім. Скочинського ДП «ДВЕК» (м. Донецьк), встановлено, що для розвантаження привибійної частини гірського масиву від підвищеного гірського тиску і запобігання викидів вугілля та газу з газозносного вугільного пласта необхідно, щоб стінки ВРС були zdeформовані (зменшились в діаметрі) не менше ніж на 20 % від їх початкового розміру.

Спосіб [2] здійснюють наступним чином (рис. 1 а, б, в, і г). Прохідницький комбайн, наприклад КСП-32М конструкції Ясиноватського машинобудівного заводу, оснащують буровим станком, яким бурять по пласту горизонтальні та паралельні між собою ВРС 3 в нижній частині вугільного пласта 1 і одну 7 в верхній частині. Нижні ВРС 3 залишають порожніми, а в верхній 7 розміщують пристрій для здійснення вібрації вугільного пласта.

В процесі вібрації верхньої частини вугільного пласта в одній із ВРС 3 нижньої частини розміщують свердловинний деформометр [3], який протарований на видачу сигналу при 20% деформації стінок ВРС по діаметру.

Для здійснення способу [2] ІГТМ НАН України розробив спосіб управління гідроімпульсною дією на газозносний викидонебезпечний вугільний пласт і пристрій для його здійснення [4 і 5], а також розробив спосіб проведення підготовчих пластових виробок у газозносних викидонебезпечних вугільних пластах агрегатованим прохідницьким комплексом (далі АПК) і пристрій для механізованого буріння шпурів і свердловин для його здійснення [6, 7] (рис. 2).

АПК для проведення підготовчих пластових виробок у газозносних викидонебезпечних вугільних пластах складається із прохідницького комбайна КСП-32М конструкції Ясиноватського машзавода, навісного бурового станка БС-25 на базі бура електрогідролічного ЕБГП-1М конструкції Конопського машзавода і високонапірної насосної установки УНІ-01 з пристроєм гідроімпульсної дії на вугільний пласт конструкції Теплогірського заводу гідрообладнання.



1 – хомут; 2 – стояк; 3 – двовилковий кронштейн; 4 – бур електрогідравлічний ЕБГП-1М; 5 – штанга бурова; 6 – коронка бурова; 7 – телескопічна стріла ПК; 8 – корпус ПК КСП – 32М; 9 – робочий орган ПК; 10 – УНІ-01; 11 – пристрій гідроімпульсної дії на вугільний пласт; 12 - випереджальна розвантажувальна свердловина, 13 – свердловина, в якій розміщують генератор вібродії, наприклад [5].

Рисунок 2 – Агрегатований прохідницький комплекс для проведення підготовчих пластових виробок у газоносних викидонебезпечних вугільних пластах

Навісний буровий станок БС-25 розміщують на телескопічній стрілі ПК КСП–32М позаду його робочого органа і закріплюють за допомогою хомута, високонапірну насосну установку УНІ-01 розміщують за ПК на відстані не ближче 30 м від вибою виробки, а пристрій гідроімпульсної дії – у шпурі, який пробурений у верхній частині вугільного пласта.

Прохідницький комплекс працює таким чином. Поворотом хомута 1 (див. рис.2) на телескопічній частині телескопічної стріли 7 ПК 8 і поворотом двовилкового 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 телескопічну 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.

Допоміжні ВРС для розвантаження привибійної зони вугільного пласта від дії гірського тиску бурять в боки підготовчої виробки за її контур на глибину до 4 м у відповідності до [8].

Після буріння шпурів чи свердловин у викидонебезпечному вугільному пласті навісний буровий станок БС–25 (1, 2, 3, 4, 5, 6) знімають із стріли 7 ПК 8 і виконують процес вібрації в свердловині 7 (див.рис. 1) у привибійній зоні вугільного пласта. При отриманні сигналу від свердловинного деформометра [3]

при 20% деформації стінок ВРС зупиняють процес вібрації вугільного пласта. Далі виконують процес руйнування гірських порід на вибої виробки робочим органом 9 ПК КСП-32М 8.

Висновок. В результаті цієї роботи запропоновано спосіб запобігання викидів вугілля та газу у вироблений простір з газоносних вугільних пластів при проведенні в них підготовчих пластових виробок і агрегатований прохідницький комплекс для проведення підготовчих пластових виробок у викидонебезпечних вугільних пластах, що дає можливість повністю вирішити проблему підготовки викидонебезпечних газоносних вугільних пластів до видобутку з них вугілля.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Минеев, С.П. Проведение выработок проходческими комбайнами по выбросоопасным угольным пластам и породам / С.П. Минеев, А.А. Рубинский. – Днепропетровск: Дніпро, 2006.-384 с.
2. Пат. № 108176 UA, МПК E21F 5/00. Спосіб запобігання викидонебезпечності вугільного пласта при проведенні в ньому підготовчої пластової виробки прохідницьким комбайном / С.П. Минеев, О.О. Потапенко, М.Я. Трохимець; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – а 2014 02303; заявл. 06.03.2014; опубл. 25.03.2015, Бюл. № 6.
3. А.с. 825949 UA, МКИ³ E21C 39/00. Скважинный деформометр / Б.И. Грицаюк, Ю.А. Наливайко. - № 2708344/22-03; заявл. 02.01.79, опубл. 30.04.81; Бюл. № 16.
4. Пат. № 67767 UA, МПК E21 F 5/00. Спосіб управління гідроімпульсною дією на вугільний пласт / Л.М. Васильєв, О.О. Усов, О.О. Потапенко; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – у 201108104; заявл. 29.06.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5.
5. Пат. № 68355 UA, МПК E21F 5/02. Пристрій управління гідроімпульсною дією на вугільний пласт / Л.М. Васильєв, О.О. Усов, О.О. Потапенко; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – у 2011 09864; заявл. 08.08.11; опубл. 26.03.12, Бюл. № 6.
6. Пат. №7203 UA, МПК E21F 5/02. Спосіб проведення підготовчих пластових виробок в газонасичених викидонебезпечних вугільних пластах / О.А. Ангеловський, О.О. Усов, Є.О. Вялушкін; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – у 2011 14375; заявл. 05.12.2011; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15.
7. Пат. № 104681 UA, 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 / О.А., Ангеловський, І.Ф. Чугунков., О.О. Потапенко, [та ін.]; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – а 201214464; заявл. 17.12.2012; опубл. 25.07.2013, Бюл. № 4.
8. Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям: СОУ 10.1.001740088-2005. – [Действ. с 30.12.2005] / А.Ф. Булат, С.П. Минеев [и др.]. - Офиц. изд. – Киев: Минуглепром Украины, 2005. – 225 с. – (Нормативный документ Минуглепрома Украины. Стандарт).

REFERENCES

1. Mineev, S.P. and Rubinsky, A.A. (2006), *Provedenie vyrabotok prokhodcheskimi kombainami po plastam i porodam* [Carrying out of tunnel excavation kombain according outburst coal seams and rocks], Dnipro, Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Mineev, S.P, Potapenko, A.A. and Trohimets, M.Ya., M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the NAS of Ukraine (2014), *Sposib zapobigannya vykydonebezpechnosti vugilnogo plasta pry provedenni v nyomu pidgotovchoyi plastovoyi vyrobky prokhidnitskim kombayinom* [A method of preventing outburst coal seam during its preparatory reservoir in roadheader excavation], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 108176.
3. Hrytsayuk, B.I. and Nalivayko, Y.A. (1979), *Skvazhynnyi deformometr* [Downhole deformometr], State Register of Patent of USSR, Moscow, USSR, AS № 825949.
4. Vasilyev, L.M., Usov, O.O. and Potapenko, A.A., M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (2011), *Sposib upravlinnya gidroimpulsnoyu diyeyu na vugilniy plast* [The control method of hydropuls action on coal seam], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 67767.

5. Vasilyev, L.M., Usov, O.O. and Potapenko, A.A., M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (2011), *Prystryi upravlinnya gidroimpulsnoyu diyeyu na vugilnyy plast* [The device of management Hydropuls action on coal seam], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 68355.

6. Anhelovskiy, O.A., Usov, O.O. and Vyalushkin, Ye. O., M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (2011), *Sposib provedennya pidgotovchikh plastovykh vyrobok v gazonasychchennykh vykydonebezpechnykh vugilnykh plastakh* [The method of preparatory workings reservoir in gas saturated outburst coal seams], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 72037.

7. Anhelovskiy, O.A., Chuhunkov, I.F. and Potapenko, A.A., M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (2012), *Prystryi dlya mekhanizovanogo burinnya shpuriv i sverdlolvyn u vykydonebezpechnomu vugilnomu plasti pry provedenny v nyomu pidgotovchikh plastovykh vyrobok prok-hidnytskim kombayinom z robochim organom na teleskopichnyi strily* [The device for mechanized drilling boreholes and wells in outburst coal seam during it preparation reservoir excavation tunneling machines with working body on the telescopic boom], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 104681.

8. Ukraine Ministry of Coal Industry (2005), 10.1.001740088-2005. *Pravila vedeniya gornykh robot na plastakh, sklonnykh k gazoddinamicheskym yavleniyam: Normativniy document Minugleproma Ukraine Standart* [10.1.001740088-2005 Mining rule in seams prone to gas-dynamic phenomena: Regulatjry Dokument Coal Industry of Ukraine. Standard], Ukraine Ministry of Coal Industry, Kiev, Ukraine.

Про авторів

Мальцева Віра Євгенівна, магістр, провідний інженер відділу проблем руйнування гірських порід, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАНУ), Дніпро, Україна, sergmineev@gmail.com.

Трохимець Микола Якович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу проблем руйнування гірських порід, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАНУ), Дніпро, Україна, sergmineev@gmail.com.

Усов Олег Олександрович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу проблем руйнування гірських порід, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАНУ), Дніпро, Україна, sergmineev@gmail.com.

Мінсєв Сергій Павлович, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу керування динамічними проявами гірського тиску, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАНУ), Дніпро, Україна, sergmineev@gmail.com.

Васильєв Леонід Михайлович, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу проблем руйнування гірських порід, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАНУ), Дніпро, Україна, sergmineev@gmail.com.

About the authors

Maltseva Vera Yevgenivna, Master of Science, Principial Engineer in Department of Rock Breaking Problems, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Trokhimets Nicolay Yakovich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher in Department of Rock Breaking Problems, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Usov Oleg Oleksadrovich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher in Department of Rock Breaking Problems, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Mineev Sergiy Pavlovich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Professor, Head of Department of Pressure Dynamics Control in Rocks, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Vasilev Leonid Mikhailovich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Professor, Head of Department of Rock Breaking Problems, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Аннотация. Описан способ и техническое средство предотвращения выбросов угля и газа при проведении подготовительных выработок в газоносных выбросоопасных угольных пластах, реализующий идею выбуривания опережающих разгрузочных скважин (ОРС) в

угольном массиве в одной плоскости, перпендикулярной вектору суммарных сил горного давления, параллельных между собой, диаметром не больше 50 мм, протяженностью более глубины повышенного горного давления, от стенки до стенки выработки на расстоянии друг от друга, которое зависит от диаметра ОРС, глубины залегания угольного пласта и физико-механических свойств угольного массива. Описаны агрегатированный проходческий комплекс (АПК) для проведения подготовительных пластовых выработок в газоносных выбросоопасных угольных пластах, состоящий из проходческого комбайна со стреловидной телескопической стрелой, на которой закрепляют съемный буровой станок, который имеет возможность выбуривать параллельные между собой ОРС диаметром не более 50 мм, длиной не менее 25 м. АПК дополнительно включает высоконапорную гидроустановку типа УНИ-01 с кавитационным генератором для высоконапорного нагнетания жидкости в угольный пласт с целью осуществить процесс кавитационной вибрации призабойной зоны пласта и, как следствие, предотвратить выбросов угля и газа.

Ключевые слова: выбросы, опережающие разгрузочные скважины, высоконапорная насосная установка, кавитационный генератор, агрегатированный проходческий комплекс.

Abstract. The article describes method and technical means for preventing coal- and gas-outbursts during development of preparatory roadways in the gas-bearing prone-to-outburst coal seams. The method employs an idea of boring the advancing discharging wells (ADW) in the coal mass in the plane, which is perpendicular to the vector of total forces (parallel to each other) of rock pressure; the wells, with diameter not exceeding 50 mm and length which exceeds the depth of high rock pressure, are drilled from wall to wall of the roadway at a distance from one another, which depends on diameter of the ADW, depth of the coal seam and physical and chemical properties of the coal mass. Further the article describes an integrated tunneling system (ITS), which is used for in-seam development of preparatory roadways in the gas-bearing prone-to-outburst coal seams, and which includes a tunneling machine and telescopic boom with removable borer, which is able to bore parallel ADWs with diameter of 50 mm and length of at least 25 m. The ITS also includes high-pressure hydroelectric power plant of the УНИ-01 type with cavitation generator for high-pressure pumping of fluid into the coal seam in order to initiate a process of cavitation vibration in the face area of the coal seam and, consequently, prevent coal and gas outbursts.

Keywords: outbursts, advancing discharging wells, high-pressure pumping plant, cavitation generator, integrated tunneling system.

Стаття поступила в редакцію 21.09.2016

Рекомендовано к публікації д-ром технічних наук Софійським К.К.