

УДК 622. 232.522. 24

Мальцева В.Е., магистр,
Антончик В.Е., магистр,
Уколова Т.М., магистр,
Трохимец Н.Я., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Минеев С.П., д-р техн. наук, профессор
(ИГТМ НАН Украины)

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

Мальцева В.Є., магістр,
Антончик В.Є., магістр,
Уколова Т.М., магістр,
Трохимець М.Я., канд. техн. наук, ст. наук. співр.,
Мінеєв С.П., д-р техн. наук, професор
(ІГТМ НАН України)

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

Maltseva V.Ye., M.S., (Tech.),
Antonchik V.Ye., M.S., (Tech.),
Ukolova T.M., M.S., (Tech.),
Trokhimets N.Ya., PhD. (Tech.), Senior Researcher,
Mineev S.P., D.Sc. (Tech.), Professor
(IGTM NAS of Ukraine)

**METHOD AND TECHNICAL MEAN FOR PREVENTING COAL AND GAS
OUTBURSTS DURING MINING OPERATIONS IN THE GAS-
BEARING COAL SEAMS**

Аннотация. Описан способ и техническое средство предотвращения выбросов угля и газа при проведении добычных выработок в газоносных угольных пластах, которые включают бурение скважин по пласту с забоя выработки и последующее высоконапорное нагнетание жидкости (воды) в пробуренные скважины. В предлагаемом способе перемещение по всей выработке бурового станка для бурения скважин осуществляется совместно с высоконапорной насосной установкой по раме скребкового конвейера с помощью двух тележек, которые соединены со скребками конвейера, размещенного на почве по всей длине добычной выработки. Процесс бурения скважин осуществляется буровым станком, который может бурить скважины диаметром 50 мм и длиной не менее 25,0 м. Также описан агрегатированный комплекс для предотвращения внезапных выбросов угля и газа (далее АКПВ) при проведении добычных выработок в газоносных угольных пластах, который включает в себя сверло с буровой штангой и породоразрушающим инструментом для бурения шпуров или скважин и

высоконапорную насосную установку с устройством для нагнетания жидкости (воды) через шпур или скважину в угольный пласт. Отличительной особенностью комплекса является то, что сверло и насос отдельно располагаются на двух тележках, установленных на раме скребкового конвейера на расстоянии не менее 30 м друг от друга со стороны свежей вентиляционной струи воздуха. Тележки сцепляются со скребками конвейера с помощью зацепов, что позволяет им совместно перемещаться вдоль всего забоя добычной выработки. Предложенный способ и техническое средство позволяют существенно повысить мобильность АКПВ в добычной выработке, увеличить скорость её проходки и повысить безопасность труда горнорабочих.

Ключевые слова: выбросы, буровой станок, скребковый конвейер, агрегатированный комплекс, высоконапорная насосная установка.

Энергообеспечение населения всегда было приоритетной задачей государства. Принимая во внимание то, что в наши дни борьба между странами за углеводороды достигла наивысшего накала, добыча угля в Украине имеет огромное значение. Хотя достижения науки и техники в некоторой степени смогли улучшить условия и обезопасить труд шахтеров, всё же остаются некоторые нерешенные задачи, например, предотвращение выбросов угля и газа из газоносного угольного пласта при проведении в нём добычной выработки.

Сегодня проблема предотвращения внезапных выбросов угля и газа решается разными способами. В настоящее время всё большее применение получает метод предварительного бурения в выбросоопасном газоносном угольном пласте шпуров или скважин с последующим высоконапорным нагнетанием в них жидкости (воды). Этот способ получил название «гидрорыхление» [1]. При проведении добычной выработки этот процесс осуществляется с помощью бурового станка БЧЭ-15 и высоконапорными насосами УНГ или СНТ - 32 [1], при этом насос всегда стационарно размещен на энергопоезде в вентиляционном штреке добычного участка. Однако существенным недостатком этих устройств является то, что они не соединены в единый комплекс, который имел бы механизм совместного перемещения вдоль всего забоя добычной выработки. Ручное перемещение такого комплекса невозможно по причине большой массы бурового станка и высоконапорного насоса (255 кг и 350 кг соответственно). При этом проходческий комбайн, используемый в подготовительных выработках как механизм совместного перемещения комплекса для предотвращения внезапных выбросов угля и газа, использовать невозможно из-за его больших габаритных размеров (2,0 м х 2,0 м х 3,0 м), которые не вписываются в габариты добычной выработки (1,0 м х 1,5 м х 300,0 м).

Поэтому созрела необходимость создания способа и мобильного агрегатированного комплекса для предотвращения внезапных выбросов угля и газа (далее АКПВ) при проведении добычных выработок в газоносных угольных пластах. В предложенном авторами статьи способе предотвращения внезапных выбросов угля и газа в газоносном угольном пласте при проведении в нём добычной выработки осуществляют совместное механизированное перемещение по всей длине забоя добычной выработки бурового станка для бурения скважин по пласту и высоконапорной установки для последующего высоконапорного нагнетания жидкости в пробуренные шпуры или скважины с помощью АКПВ.

Совместное механизированное перемещение бурового станка и высоконапорной установки осуществляется с помощью двух тележек, которые устанавливаются на раме скребкового конвейера, расположенного вдоль всего забоя добычной выработки. Тележки имеют механическую связь со скребками конвейера, который расположен на грунте вдоль забоя добычной выработки [2]. Бурение скважин осуществляется буровым станком, который может бурить скважины диаметром 50 мм и длиной не менее 25,0 м. Процесс бурения скважин и последующий процесс высоконапорного нагнетания в них жидкости (воды) осуществляется с помощью АКПВ во время профилактической смены, когда процесс добычи угля из пласта не происходит.

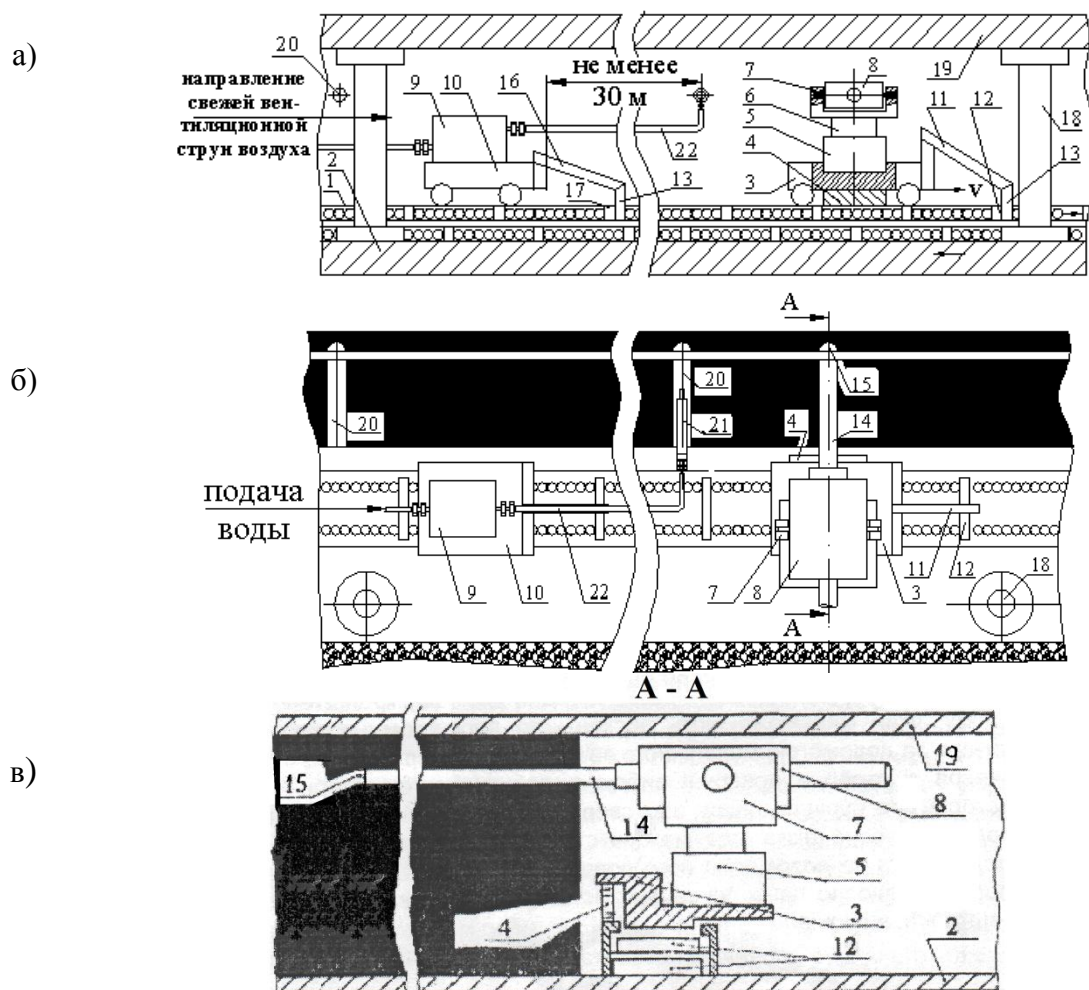
АКПВ включает в себя сверло с буровой штангой и породоразрушающим инструментом для бурения шпуров или скважин и высоконапорную насосную установку с устройством для нагнетания жидкости (воды) через шпур или скважину в угольный пласт. При этом сверло и высоконапорная насосная установка располагаются на тележках на расстоянии не менее 30 м друг от друга, которые сцепляются с помощью зацепов со скребками конвейера, что позволяет им совместно перемещаться вдоль всего забоя добычной выработки. Сверло располагается в двухвилковом кронштейне, что позволяет изменять угол бурения в вертикальной плоскости. Двухвилковый кронштейн, в свою очередь, закрепляется на телескопическом домкрате, поршень которого позволяет сверлу прокручиваться на 360° в горизонтальной плоскости и изменять высоту бурения. Телескопический гидродомкрат вертикально жестко закрепляется сбоку на сверловой тележке с противоположной стороны относительно поверхности забоя добычной выработки. Высоконапорная насосная установка, расположенная на насосной тележке, имеет возможность дискретно перемещаться по раме конвейера с помощью механической связи между тележкой и скребком конвейера. После остановки АКПВ и последующего якорения сверловой тележки за раму конвейера со стороны поверхности забоя добычной выработки осуществляется бурение шпура или скважины в угольном пласте для высоконапорного нагнетания в них жидкости (воды).

Скребковый конвейер необходим как механизм перемещения по нему тележек, на которых размещается предложенный АКПВ. Сверловая тележка жестко крепится якорем на раме скребкового конвейера со стороны поверхности забоя добычной выработки при бурении шпура или скважины, предохраняя сверловую тележку от опрокидывания в противоположную сторону относительно поверхности забоя, так как в процессе бурения реакция на буровое сверло от поверхности забоя выработки может достигать 10 кН [3]. Телескопический гидродомкрат, поршень которого прокручивается на 360° в горизонтальной плоскости, ориентирует буровой станок относительно поверхности забоя добычной выработки по высоте и по направлению бурения. Он размещается сбоку на тележке с противоположной стороны относительно поверхности забоя добычной выработки потому, что расстояние от центра тележки до поверхности забоя равно 0,6 - 0,7 м, а длина буровой штанги сверла 0,8 - 1,0 м и длина самого сверла равна 0,8 - 0,9 м. Таким образом, расстояние от забоя выработки до цен-

тра тяжести сверла равно, как минимум, 1,2 м. Центр тяжести сверла должен совпадать с осью телескопического гидродомкрата. А поскольку $1,2 > 0,8$ м, то телескопический гидродомкрат должен быть размещен сбоку на сверловой тележке с противоположной стороны относительно поверхности забоя добычной выработки. Сверло размещается в двухвилковом кронштейне, который жестко закреплён на поршне телескопического гидродомкрата, что позволяет сверлу прокручиваться в горизонтальной плоскости на 360° и поворачиваться в вертикальной плоскости относительно вертикальной оси телескопического гидродомкрата.

Тележка с высоконапорной насосной установкой размещается на скребковом конвейере со стороны подхода свежей вентиляционной струи воздуха, сцепляется со скребком конвейера и, согласно [4], располагается на расстоянии не меньше 30 м от шпура или скважины, в которые осуществляют нагнетание жидкости (воды) в угольный пласт.

На рисунке 1 (а, б и в) показана конструктивная схема размещения АКПВ в добычной выработке.



а) вид сбоку; б) вид сверху; в) разрез А-А

Рисунок 1 - Схема размещения оборудования АКПВ в добычной выработке

АКПВ состоит из скребкового конвейера *1* (см. рис.1), размещенного на почве *2*, вдоль всего забоя добычной выработки, сверловой тележки *3* с якорем *4*, размещенной на скребковом конвейере *1*, телескопического гидродомкрата *5* с поршнем *6*, жестко закреплённого вертикально сбоку на сверловой тележке *3* с противоположной стороны относительно поверхности забоя добычной выработки, двухвилкового кронштейна *7*, размещенного и жестко закрепленного на поршне *6*, сверла *8*, размещенного в двухвилковом кронштейне *7*, и высоконапорной насосной установки *9*, закрепленной на насосной тележке *10*. При этом сверловая тележка *3* имеет возможность дискретно перемещаться со сверлом *8* по раме конвейера *1* с помощью каната *11*, скребка *12* конвейера *1* и зацепа *13*, а также якорения за раму конвейера *1* с помощью якоря *4*. Сверло *8* относительно своей тележки *3* имеет возможность прямолинейного перемещения по оси телескопического гидродомкрата *5* при помощи его поршня *6*, а также прокручивания в горизонтальной и вертикальной плоскостях относительно той же оси с помощью поршня *6* телескопического гидродомкрата *5* и двухвилкового кронштейна *7* соответственно. Для бурения шпуров в угольном пласте сверло *8* оснащено буровой штангой *14* с породоразрушающим инструментом *15*. Высоконапорная насосная установка *9* расположена и жёстко закреплена на насосной тележке *10*, расположенной также на раме скребкового конвейера *1* на расстоянии не менее 30 м от сверловой тележки *3* со стороны подхода свежей вентиляционной струи воздуха, и сцеплена канатом *16* со скребком *17*. Всё оборудование АКПВ размещается непосредственно в добычной выработке, укрепленной гидростойками *18* между почвой *2* и кровлей *19*. Для высоконапорного нагнетания жидкости (воды) в шпур *20* высоконапорная насосная установка *9* оснащена устройством управления гидроимпульсным воздействием *21* на угольный пласт [5] и высоконапорным гибким рукавом *22*.

Сверло *8* с буровой штангой *14* и породоразрушающим инструментом *15* поршнем *6* телескопического гидродомкрата *5* поднимается и поворачивается в двух плоскостях, нацеливаясь в определённое место на поверхности забоя добычной выработки и по направлению бурения. Затем с помощью механизма перемещения сверла *8* перемещается буровая штанга *14* с породоразрушающим инструментом *15* в направлении к поверхности забоя добычной выработки до контакта породоразрушающего инструмента *15* с нею, и осуществляется процесс бурения. После этого высоконапорной насосной установкой *9*, и устройством *21* [5], осуществляется высоконапорное нагнетание жидкости (воды) в готовый шпур или скважину *20*. После окончания этого процесса сверловая тележка *3* снимается с якоря и с помощью каната *11*, скребка *12*, зацепа *13* перемещается по конвейеру *1* на новое место бурения шпура и нагнетания в него жидкости. Совместно со сверловой тележкой *3* перемещается и насосная тележка *10*, сцепленная канатом *16* со скребком *17*.

Во время работы добычного комбайна АКПВ находится в вентиляционном штреке добычного участка шахты, а во время профилактического осмотра или ремонта добычного комбайна тележка *3* со сверлом *8* и тележка *10* с высоконапорной насосной установкой *9* устанавливаются на скребковый конвейер *1*, что

позволяет механизировано передвигать АКПВ в то место, где надо бурить шпур или скважину для высоконапорного нагнетания жидкости в угольный пласт. В совокупности предложенный (АКПВ) для предотвращения внезапных выбросов угля и газа при проведении добычных выработок в газоносных угольных пластах обеспечивает технический результат – повышение мобильности технологического оборудования в добычной выработке, существенное увеличение скорости её проходки и повышение безопасности труда шахтёров.

Выводы. Для механизации технологических процессов бурения шпуров или скважин и нагнетания в них жидкости (воды) для предотвращения внезапных выбросов угля и газа при проведении добычных выработок в газоносных угольных пластах предложен способ, при котором осуществляется совместное механизированное перемещение по всей длине забоя добычной выработки бурового станка и высоконапорной насосной установки для последующего высоконапорного нагнетания жидкости (воды) в пробуренный шпур или скважину с помощью двух тележек, которые устанавливаются на раме скребкового конвейера, расположенного на почве добычной выработки.

Описан вариант осуществления предложенного способа с применением мобильного агрегатированного комплекса для предотвращения внезапных выбросов угля и газа при проведении добычных выработок в газоносных угольных пластах. Применение этого комплекса содействует: во-первых, повышению мобильности технологического оборудования в добычной выработке, во-вторых, существенно увеличивает скорость её проходки и, в-третьих, повышает безопасность труда шахтёров.

Дальнейшими научными исследованиями предусматривается проведение работ по определению оптимальной длины бурения шпуров или скважин в выбросоопасном угольном пласте при проведении в нём добычной выработки, параметров сетки бурения на забое добычной выработки и определению эффективности применения предлагаемого способа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение эффективности гидрорыхления выбросоопасных угольных пластов / С.П. Минеев, А.А. Потапенко, Т.Я. Мхатвари [и др.]. - Донецк: Східний видавничий дім, 2013. – 216 с.
2. Пат. № 112600 UA, МПК E21F 5/02. Пристрій для запобігання викиднебезпечності газонасиченого вугільного пласта при проведенні в ньому видобувної виробки / С.П. Минеев, М.Я. Трохимець, Є.О. Вялушкін; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – а 2015 01844; заявл. 02.03.2015; опубл. 12.09.2016, Бюл. № 18.
3. Васильев, Л.М. Параметры машин для вращательного бурения скважин малого диаметра /Л.М. Васильев, В.С. Демченко. - Д.: ООО «Лира», 2006. – 101 с.
4. 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).
5. Пат. № 68355 UA МПК E21 F 5/02. Пристрій управління гідроімпульсною дією на вугільний пласт / О.А. Ангеловський, О.О. Потапеко, М.Я. Трохимець [та ін.]; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – U 201109864; заявл.08.08.2011; опубл.26.03.2012, Бюл. №6.

REFERENCES

1. Mineev, S.P., Potapenko, A.A., Mhvatvari, T.Ya., et al. (2013), *Povyshenie effektivnosti gidrorukhlyeniya vybrosopasnykh ugolnykh plastov* [Improving the efficiency of hydro breaking on outburst coal seams], Shidnyi vydavnychiy dim, Donetsk, Ukraine.
2. Mineev, S.P., Trohimets, N.Ya., Vyalushkin Ye.O, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (2015), *Prystryi dlya zapobigannya vykidonebezpechnosti gazonasyshchennogo vugilnogo plasta pry provedenny v nyomu vydobuvnoyi vyrobky* [The device for preventing outburst in the gas bearing coal seams during its preparatory mining working], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 112600.
3. Vasilyev, L.M. and Demchenko, V.S. (2006), *Parametry mashyn dlya vrashchatelnogo bureniya skvazhyn malogo diametra* [Options machines for rotary drilling small diameter boreholes], Lira, Dnepropetrovsk, Ukraine.
4. Ukraine Ministry of Coal Industry (2005), 10.1.001740088-2005. *Pravila vedeniya gornykh robot na plastakh, sklonnykh k gazoddinamicheskim 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.
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 vugilniy plast* [The device of management Hydropuls action on coal seam], State Register of Patent of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 68355.

Об авторах

Мальцева Вера Евгеньевна, магистр, ведущий инженер отдела проблем разрушения горных пород, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, sergmineev@gmail.com.

Антончик Владимир Евгеньевич, магистр, главный конструктор отдела проблем разрушения горных пород, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, sergmineev@gmail.com.

Уколова Татьяна Михайловна, магистр, ведущий инженер отдела проблем разрушения горных пород, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, sergmineev@gmail.com.

Трохимец Николай Яковлевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела проблем разрушения горных пород, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, sergmineev@gmail.com.

Минеев Сергей Павлович, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом управления динамическими проявлениями горного давления, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, sergmineev@gmail.com.

About the authors

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

Antonchik Vladimir Yevgeniyevich, Master of Sciences (M.S.), Chief Designer in Department of Rock Breaking Problems, N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Ukolova Tatyana Mihaylovna, Master of Sciences (M.S.), Principal Engineer in Department of Rock Breaking Problems, N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

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

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

Анотація. Описано спосіб і технічний засіб запобігання викидам вугілля і газу при проведенні видобувних виробок в газоносних вугільних пластах, які включають буріння свердловин по пласту з вибою виробки і подальше високонапірне нагнітання рідини (води) в пробурені свердловини. У пропонованому способі переміщення по всій виробці бурового верстата для буріння свердловин здійснюється спільно з високонапорною насосною установкою по рамі скребкового конвеєра за допомогою двох візків, які з'єднані зі скребками конвеєра, розміщеного на ґрунті по всій довжині видобувних виробок. Процес буріння свердловин здійснюється буровим верстатом, який може бурити свердловини діаметром 50 мм і довжиною не менше 25,0 м. Також описаний агрегатований комплекс для запобігання раптових викидів вугілля і газу (далі АКПВ) при проведенні видобувних виробок в газоносних вугільних пластах, який включає в себе свердло з буровою штангою і породоруйнівним інструментом для буріння шпурів або свердловин і високонапірну насосну установку з пристроєм для нагнітання рідини (води) через шпур або свердловину в вугільний пласт. Відмінною особливістю комплексу є те, що свердло і насос окремо розташовуються на двох візках, встановлених на рамі скребкового конвеєра на відстані не менше 30 м одна від одної з боку свіжого вентиляційного струменя повітря. Візки зчіплюються зі скребками конвеєра за допомогою зачепів, що дозволяє їм спільно переміщатися уздовж всього забоя видобувних вироблення. Запропонований спосіб і технічний засіб дозволяють істотно підвищити мобільність АКПВ у видобувних виробках, збільшити швидкість її проходки і підвищити безпеку праці гірників.

Ключові слова: викиди, буровий верстат, скребковий конвеєр, агрегатований комплекс, високонапірна насосна установка.

Abstract. A method of and technical equipment for preventing coal and gas outbursts during the mining operations in the gas-bearing coal seams are described, which assume seam drilling from the face and further high-pressure injection into the drilled wells. The proposed method assumes that a drilling rig and high-pressure injector move together on the scraper conveyor frame with the help of carriages, which are connected with the scrapers of conveyor installed on the tunnel floor. The wells with diameter of 50 mm and length of at least 25.0 m are drilled by the drilling rig. A modular complex is described, which is designed for preventing gas and coal outbursts (hereinafter the MCPO) during the mining operations in the gas-bearing seams, and which consists of a bore, bore bar, rock cutting tool for drilling blastholes or wells and high-pressure pumping plant for pumping fluid into the coal seam through the blasthole or well. The MCPO differs by its design in which drill bit and pump are arranged on two separate carriages installed on the scraper conveyor frame at a distance of not less than 30 m from each other. As the carriages are connected with the conveyor scraps by anchors they can move simultaneously along the whole length of the face. This method and equipment essentially improves the MCPO mobility, drifting rate and safety of miner labor.

Keywords: outburst, drilling rig, scraper conveyor, aggregate complex, high-pressure pump installation.

Статья поступила в редакцию 07.12.2016

Рекомендовано к публикации д-ром технических наук Четвериком М.С.