

УДК 622. 261.35: 622.235.672

Мінєєв С.П., д-р техн. наук, професор,
Янжула О.С., магістр,
Кишкань М.О., магістр
(ІГТМ НАН України),
Мінєєв О.С., канд. техн. наук
(Державний ВНЗ «НГУ»)

ВИКОРИСТАННЯ РЕЖИМУ СТРУСНОГО ПІДРИВАННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Минеев С.П., д-р техн. наук, профессор,
Янжула А.С., магистр,
Кишкань М.А., магистр
(ИГТМ НАН Украины),
Минеев А.С., канд.техн.наук,
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЖИМА СОТРЯСАТЕЛЬНОГО ВЗРЫВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Mineev S.P., D.Sc.(Tech.), Professor,
Yanzhula O.S., M.S. (Tech.),
Kyshkan M.A., M.S. (Tech.)
(IGTM NAS of Ukraine),
Minieiev O.S., Ph.D. (Tech.)
(State HEI "NMU")

USING OF MODE SHAKING EXPLOSION UNDER DRIFTING OF MINE WORKING

Анотація. Провадження струсного підривання при веденні гірничих робіт на вугільних шахтах України регламентується цілим рядом нормативних документів. Разом з цим, при виробництві струсного підривання має місце багато технологічних порушень режиму і нерідко відбуваються газодинамічні явища, у тому числі з людськими жертвами.

Струсне підривання застосовується в шахтах за вельми широких гірничо-геологічних умов. На особливо викидонебезпечних пластах при провадженні струсного підривання рекомендується застосовувати способи зниження інтенсивності і частоти викидів вугілля і газу. Для цього використовуються методи збільшення глибини зони розвантаження привибійної частини вугільного пласта, яка досягається в шахтних умовах за рахунок застосування способів передового розпушення вмшуючих порід, випереджального підривання, підривання шпурових зарядів у вмшуючих породах, передового розпушення (камуфлетного підривання) вугільного масиву. Крім того, застосовується паспорт БВР з утворенням насипної перемички, що перегороджує. Збільшення зони розвантаження привибійної частини пласта досягається застосуванням передового торпедування вугільного масиву або вмшуючих порід і випереджаючого гідропідривання.

Як встановлено, використання режиму струсного підривання при веденні гірничих робіт є одним з найбезпечніших способів боротьби з газодинамічними явищами, але одночасно він

є, як правило, одним з самих економічно витратних, особливо при необхідності ритмічної роботи вугільної шахти, тому основні напрямки досліджень мають бути продовжені у напрямі зменшення витрат і підвищення ефективності застосування даного способу.

Ключові слова: режим, струсне підривання, використання, проведення виробок, газодинамічне явище, прогноз.

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Струсне підривання в підготовчих і очисних виробках застосовується, в основному, при розробці особливо небезпечних ділянок пластів, де локальні способи запобігання викидам не завжди можуть бути виконані в повному обсязі або при їх неефективності, а також в зонах геологічних порушень і ПГТ. Провадження струсного підривання при веденні гірничих робіт на вугільних шахтах України регламентується цілим рядом нормативних документів: "Інструкції по застосування струсного підривання у вугільних шахтах України", "Єдиних правил безпеки при вибухових роботах", "Правил ведення гірничих робіт на пластах схильних до газодинамічних явищ" і "Правил безпеки у вугільних шахтах" [1- 5]. Разом із цим, при провадженні струсного підривання має місце багато технологічних порушень режиму і нерідко відбуваються газодинамічні явища, у тому числі з людськими жертвами.

Аналіз досліджень і публікацій. Струсне підривання – вибухові роботи на пластах, небезпечних і погрозливих по раптових викидах вугілля і газу, а також у виробках, що проводяться по викидонебезпечних породах, виконувані у визначеному режимі, направленою на захист людей від наслідків викидів вугілля, породи і газу.

Вперше струсне підривання застосували в 1890 р. у Франції, у вітчизняній практиці – в 1917 р. в шахті "Червоний Профінтерн" (м. Енакієво) при розкритті пласта "Дерезовка" на гор. 340 м, яке супроводив викид вугілля і газу інтенсивністю 200 т [6].

Виконаний раніше аналіз причин і обставин показав, що за останні 20 років більшість аварій (вибухи метано-повітряної суміші) стались в наступних вибоях підвищеної небезпеки [7-8]:

- вибої виробок, які проводяться по порушеному тріщинуватому масиву, по завалу і впрісечку до нього, зонах геологічних порушень, у змішаних вибоях з верхнім підриванням слабких нестійких порід при інших умовах, де можливо бічне оголення шпурових зарядів ВР. У них відбувається 33,3% аварій від їх загальної кількості;

- вугільні і змішані вибої виробок, що проводяться по пластах, небезпечних і погрозливих за раптовими викидами вугілля і газу. При вибухових роботах з використанням ВР IV класу в таких виробках кількість вибухів і спалахів метану досягає 30,4%.

Постановка задачі. Струсне підривання на вугільних шахтах застосовується для відбою вугільного масиву на викидонебезпечних пластах незалежно від результатів прогнозу і ефективності, виконаних противикидних заходів; на загрозованих пластах в зонах, де поточним прогнозом встановлені значення "небезпечний"; при проведенні виробок по викидонебезпечних вугільних пластах.

У даній статті розглянуті основні вимоги і правила, технології виробництва і організації безпечних умов праці при веденні вибухових робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ.

Виклад матеріалу і результати. Необхідно відзначити, що струсне підривання застосовується в шахтах при: розкритті викидонебезпечних вугільних пластів і пропластків потужністю більше 0,1 м; розкритті погрожуючих вугільних пластів і пропластків, якщо прогнозом встановлені небезпечні значення показників викидонебезпечності або прогноз перед розкриттям не виконувався; розкритті піщаників на глибині 600 м і більш, якщо прогнозом встановлена його викидонебезпечність або прогноз перед розкриттям не виконувався; проведенні виробок по викидонебезпечних піщаниках, якщо прогноз не виконувався або прогнозом встановлені небезпечні значення показників викидонебезпечності; проведенні по вугіллю горизонтальних, похилих (зверху вниз) і таких, що повстають виробок з кутом нахилу до 10° включно; в очисних виробках на пологих і похилих пластах; у щитових вибоях, в монтажних печах щитових лав і комбайнових нішах на крутопохилих і крутих пластах; при камуфлетному підриванні; при пластовому і позапластовому торпедуванні, виконуваному для зниження газодинамічної активності вугільного пласта [1, 9-10].

Як було зазначено вище, при проведенні буро вибухових робіт, в тому числі і при струсному підриванні необхідно забезпечувати безпечні умови праці, що можливо за рахунок оптимізування режиму робіт та запровадженні випереджальних заходів.

Струсне підривання в забоях підготовчих виробок, що проводяться по крутих пластах, схильних до висипання, необхідно здійснювати з попередньою установкою випереджаючого кріплення або з відбоєм бічних порід, або ж з додатковим зміцненням вугільного масиву. На особливо викидонебезпечних пластах при провадженні струсного підривання рекомендується використовувати способи зниження інтенсивності і частоти викидів вугілля і газу.

Для зниження інтенсивності і частоти викидів вугілля і газу при струсному підриванні використовується методи збільшення глибини зони розвантаження привибійної частини вугільного пласта.

Величина зони розвантаження дорівнює

$$\Delta l_{min} = l_{min} - l_{ш}$$

де l_{min} - зона розвантаження; $l_{ш}$ - глибина шпурів, та залежить від багатьох гірничотехнічних факторів і змінюється в широких межах; при виїмці вугілля викиди вугілля і газу тут не відбуваються.

Наявність зв'язку між глибиною шпурів при струсному підриванні, величиною зони розвантаження і дегазації в привибійній частини пласта і ймовірністю виникнення викиду в підготовчих виробках на особливо викидонебезпечних пластах вивчалась в умовах пластів h_7 і h_{10} (шахта ім. Калініна), h_8 «Прасковієвській» (шахта «Глибока») та h_8^1 «Смолянинівській» (шахта ім. Скочинського).

Результати експериментів показали, що частота і сила викидів, спровокованих вибуховими роботами, можуть бути знижені, якщо $l_{uz} < l_{min}$, причому оптимальний варіант, коли $\Delta l_{min} = l_{min} - l_{uz} = 1,5$ м.

Для забезпечення таких умов був розроблений спосіб, суть якого полягає в тому, що в породах покрівлі або ґрунту вибухає ряд посилених зарядів ВР у шпурах, які в 2 рази перевищують глибину шпурів по вугіллю (рис. 1).

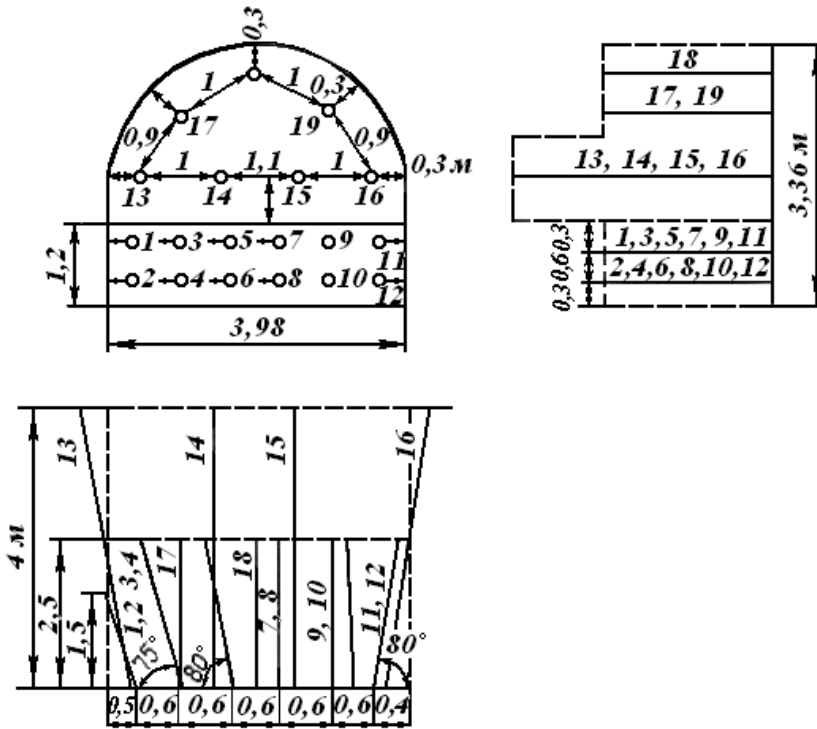


Рисунок 1 – Схема розташування шпурів при попередньому розпушуванні, які вміщують викидонебезпечний пласт порід

шпурах, призначені для розпушування вугільного масиву підривають раніше, ніж у вугільних, ще до відділення вугілля від вибою [11].

Збільшення глибини зони розвантаження привибійної частини вугільного пласта досягається в шахтних умовах за рахунок вживання способів передового розпушення вміщуючих порід, випереджального підривання, підривання шпурових зарядів у вміщуючих породах, передового розпушування (камуфлетного підривання) вугільного масиву. Крім того, застосовується паспорт БВР з використанням насипної перемички. Збільшення зони розвантаження привибійної частини пласта досягається вживанням передового торпедування вугільного масиву або вміщуючих порід і випереджаючого гідропідриву. Нижче розглянемо, основні з цих способів.

Спосіб передового розпушення вміщуючих порід призначений для проведення підготовчих виробок змішаним забоєм на особливо викидонебезпечних пластах, в зонах геологічних порушень, в зонах ПГТ і може здійснюватися шляхом одночасного підривання шпурових зарядів для передового розпушення вміщу-

Під час вибуху зарядів у породному масиві формуються зони дроблення і підвищеної тріщинуватості, що сприяє розвантаженню і дегазації привибійної ділянки пласта і зниженню його викидонебезпечності. Зменшення частоти і сили викидів забезпечується розвантаженням розвантаженої зони, що перевищує глибину шпурів у вугільному масиві в наступному циклі підривання не менше, ніж на 1,5 м.

Необхідне випередження глибини зони розвантаження в пласті створюється тим, що заряди ВВ в породних

ючих порід і відбою вугілля і породи по проходці, причому заряди розпушення повинні вибухати з випередженням.

Спосіб випереджального підривання може здійснюватися, в змішаних вибоях лише при одночасній відбійці вугілля і породи, шляхом підривання зарядів ВР в подовжених шпурах, в донну частину яких поміщається звичайна або випереджаюча гідрозабойка. У якості випереджальної гідрозабойки використовують ампули з розмірами, рівними подовженій частині шпуру. Діаметр ампули має бути на 1-2 мм більше діаметру шпуру. Заповнення ампули водою проводиться після її встановлення в донну частину шпуру спеціальним досилачем. Для випереджальної гідрозабойки в похилих шпурах можуть використовуватися стандартні поліетиленові ампули. Після заповнення ампул водою і досилання їх в донну частину, шпури заливаються водою.

Спосіб підривання шпурових зарядів у вміщуючих породах може використовуватися при проведенні виробок по пластах потужністю до 1 м. При проведенні виробок на крутих пластах, схильних до висипання, глибина заходки повинна прийматися не більше 1,1-1,3 м, а маса заряду в шпурах в контакт з вугільним пластом - не більше 0,6 кг. При проведенні виробки по пласту; не схильному до висипання, глибина заходки вибирається виходячи з технологічної доцільності.

Насипна перегороджувальна перемичка, утворюється з гірської маси, що відбивається з уповільненням після відбою вугілля, і перешкоджає розвитку спровокованого вибухом викиду.

Спосіб передового розпушення (камуфлетного підривання) вугільного масиву рекомендується для зниження інтенсивності і частоти викидів в щитових лавах крутих пластів, у тому числі на ділянках сполучення з вентиляційним скастом.

Слід мати на увазі, що в забоях виробок, де проведена попередня виїмка вугілля, випередження вугільним забоем кінців шпурів заходки по породі має бути не менше 0,5 м. При меншому значенні цього випередження вибухові роботи у вміщуючих породах повинні вестися в режимі струсного підривання. У місцях геологічних порушень підривання по вугіллю і породі повинне проводитися одночасно.

Крім того, встановлено, що вибуховий імпульс у ВР IV класу - амоніта Т-19 в 1,5 рази більше, ніж у ВР V класу вугленіту 13П, і в 2,1 рази, ніж у ВВ VI класу вугленіту 10П. Тому для кардинального підвищення безпеки вибухових робіт у вибоях виробок, що проводяться по пластах, небезпечних і загрозливих за раптовими викидами вугілля і газу, необхідно обмежити застосування ВР IV класу за рахунок розширення області використання безпечніших V і VI класів [7-8]. Тобто кількість займань МПС (метано-повітряної суміші) від вибуху частково оголених зарядів запобіжних ВВ IV, V і VI класів зростає зі збільшенням площі їх оголення: чим вищий клас ВВ, тим менше частота займань МПС при однакових площах оголення зарядів.

Використання ПВВ IV класу для вибухових робіт у вугільних шахтах, небезпечних щодо газу, в умовах можливого оголення шпурових зарядів ВР непри-

пустимо. Використання ПБВ V класу допустимо, але при впровадженні додаткових заходів забезпечення безпеки вибухових робіт (вибухозахист від займань МПС). Вугленіт 10П можна застосовувати в забоях виробок підвищеної небезпеки щодо газу без додаткових засобів вибухозахисту [7-8].

Висновки і напрям подальших досліджень. Таким чином, передове розпушування дозволить підвищити безпеку виконання технологічних операцій. За весь період випробувань не було раптових викидів вугілля і газу, викликаних випадковим впливом на пласт ручних інструментів або механізмів, а в процесі буріння шпурів по вугіллю були відсутні газодинамічні явища і ознаки виникнення раптових викидів. Відсутність газодинамічних явищ пояснюється тим, що вибухові роботи виконувалися в розвантаженій зоні приви́бійної частини пласта, розміри якої були більше глибини шпурів. Оскільки використання режиму струсного підривання при веденні гірничих робіт є одним з найбезпечніших способів боротьби з газодинамічними явищами, але одночасно він є, як правило, одним з найбільш економічно витратних, особливо при необхідності ритмічної роботи вугільної шахти, то основні результати досліджень мають бути продовжені у напрямі зменшення витрат і підвищення ефективності застосування даного способу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Инструкция по применению сотрясательного взрывания в угольных шахтах Украины.- Макеевка-Донбасс: Госуглепром Украины, 1994.- 46 с.
2. Единые правила безопасности при взрывных работах: ДНАОП 0.00-1.17-92. – [Действ. с 25.03.1992]. - Офиц. изд. – Киев: Норматив, 1992. – 171 с. (Нормативный документ Госгортехнадзора Украины).
3. 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).
4. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.10.10. – [Дійсн. від 22.03.2010]. - Офіційне видання. - Київ: Основа, 2010.- 430 с. - (Нормативний документ Мінуглепрому України. Стандарт).
5. Информация о выбросах угля и газа, произошедших при нарушении требований режима сотрясательного взрывания на шахтах Донбасса. – Макеевка: МакНИИ, 1981.- 7 с.
6. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов. – 4-е издание переработанное и дополненное / Н.Р. Шевцов, П.Я. Таранов, В.В. Левит, А.Г. Гудзь. – Донецк: ДонНТУ, 2003. – 253 с.
7. Взрывные работы в забоях выработок повышенной опасности / М.К. Песоцкий, А.Ю. Бутуков, А.В. Белодед, М.М. Песоцкий // Уголь Украины. - 2001. - № 11-12. – С. 41-43.
8. О возможности применения предохранительных ВВ V класса на пластах, опасных и угрожаемых по внезапным выбросам / М.К. Песоцкий, А.Ю. Бутуков, К.С. Толстых, М.М. Песоцкий // Уголь Украины. - 2001. - № 6. – С. 27-29.
9. Сборник нормативных документов по взрывным работам в угольных шахтах: КД 12.01.1201-99 – Макеевка-Донбасс, 2000. – 240 с.
10. Минеев, С.П. Способы прогноза и борьбы с газодинамическими явлениями на шахтах Украины / С.П. Минеев. – Днепропетровск: Восточный издательский дом, 2016.- 286 с.
11. Большинский, М.И. Снижение частоты и силы выбросов при сотрясательном взрывании / М.И. Большинский, Г.А. Поляк, В.И. Грач // Уголь Украины. – 1987 - № 11. – С. 39-40.

REFERENCES

1. Ukraine Ministry of Coal Industry (1994), *Instruktsiya po primeneniyu sotryasatel'nogo vzryvaniya v ugolnykh shakhtakh Ukrainy* [Instructions for use of shake blasting in coal mines of Ukraine], Ukraine Ministry of Coal Industry, Kiev, Ukraine.

2. State mine technical inspection of Ukraine (1992), *Edinye pravila bezopasnosti pri vzryvnykh rabotakh* [Uniform safety rules for blasting operations], Normativ, Kiev, Ukraine.
3. Ukraine Ministry of Coal Industry (2005), 10.1.001740088-2005. *Pravila vedeniya gornykh robot na plastakh, sklonnykh k gazodinamicheskim yavleniyam: Normativnyu document Minugleproma Ukrainy. Standart* [10.1.001740088-2005 Mining rule in seams prone to gas-dynamic phenomena: Regulatory Document Coal Industry of Ukraine. Standard], Ukraine Ministry of Coal Industry, Kiev, Ukraine.
4. Ukraine Ministry of Coal Industry (2010), 10.0-1.10.10. *Pravyla bezpeky u vugilnykh shakhtakh: Normativnyu document Minugleproma Ukrainy. Standart* [10.0-1.10.10. Safety in Coal Mines: Regulatory Document Coal Industry of Ukraine. Standard], Ukraine Ministry of Coal Industry, Kiev, Ukraine.
5. MakNII (1981), *Informatsiya o vybrosakh, proizoshedshikh pri narushenii trebovaniy rezhima sotryasatel'nogo vzryvaniya na shakhtakh Donbassa* [Information about coal and gas outburst occurred in violation of the requirements of the regime of shake blasting in the mines of Donbass], MakNII, Makeevka, Ukraine.
6. Shevtsov, N.R., Taranov, P.Ya., Levit, V.V. and Gudz, A.G. (2003), *Razrushenie gornykh porod vzryvom* [Destruction of rocks by explosion], Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine.
7. Pesotsky, M.K., Butuk, A.Yu., Beloded, A.V. and Pesotsky, M.M. (2001), "Blasting in the mines faces high-risk", *Coal of Ukraine*, no.11-12, pp. 41-43.
8. Pesotsky, M.K., Butukov, A.Yu., Tolstykh, K.S. and Pesotsky, M.M. (2001), "On the possibility of the use of explosives safety class V in seams, dangerous and threatened to sudden outbursts", *Coal of Ukraine*, no. 6, pp. 27-29.
9. Ukraine Ministry of Coal Industry (2000), 12.01.1201-99. *Sbornik normativnykh dokumentov po vzryvnykh robotam v ugolnykh shakhtakh* [12.01.1201-99. Collection of normative documents for blasting in coal mines], Makeevka-Donbass, Ukraine.
10. Mineev, S.P. (2016), *Sposoby prognoza i borby s gazodinamicheskimi yavleniyami na shakhtakh Ukrainy* [Methods of prediction and control of gas-dynamic phenomena in mines Ukraine], Vostochnyi izdatelskiy dom, Dnepr, Ukraine.
11. Bolshinsky, M.I., Polyak, G.A. and Grach, V.I. (1987), "Reducing the frequency and intensity of emissions sotryasatel'nom blasting", *Coal of Ukraine*, no. 11, pp. 39-40.

Про авторів

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

Янжула Олексій Сергійович, магістр, інженер відділу управління динамічними проявами гірського тиску, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАНУ), Дніпро, Україна, sergmineev@gmail.com.

Кишкань Максим Олександрович, магістр, інженер відділу управління динамічними проявами гірського тиску, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАНУ), Дніпро, Україна, sergmineev@gmail.com.

Мінєєв Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри системного аналізу і управління, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпро, Україна, skullik@i.ua.

About the authors

Mineev Sergey 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 Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Yanzhula Aleksey Sergeevich, Master of Science, Engineer in of Department of Pressure Dynamics Control in Rocks, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Kyshkan Maxim Aleksandrovich, Master of Science, Engineer in of Department of Pressure Dynamics Control in Rocks, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, sergmineev@gmail.com.

Minieiev Aleksandr Sergieievich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associated Professor of System Analyzes and Management Department, State Higher Educational Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnepr, Ukraine, skullik@i.ua.

Аннотация. Производство сотрясательного взрывания при ведении горных работ на угольных шахтах Украины регламентируется целым рядом нормативных документов. Вместе с этим, при производстве сотрясательного взрывания имеет место много технологических нарушений режима и нередко происходят газодинамические явления, в том числе с человеческими жертвами.

Сотрясательное взрывание применяется в шахтах при весьма широких горно-геологических условиях. На особо выбросоопасных пластах при производстве сотрясательного взрывания рекомендуется применять способы снижения интенсивности и частоты выбросов угля и газа. Для этого используются методы увеличения глубины зоны разгрузки призабойной части угольного пласта, которая достигается в шахтных условиях за счет применения способов передового рыхления вмещающих пород, опережающего взрывания, взрывания шпуровых зарядов во вмещающих породах, передового рыхления (камуфлетного взрывания) угольного массива. Кроме того, применяется паспорт БВР с образованием насыпной преграждающей перемычки. Увеличение зоны разгрузки призабойной части пласта достигается применением передового торпедирования угольного массива или вмещающих пород и опережающего гидровзрывания.

Как установлено, использование режима сотрясательного взрывания при ведении горных работ является одним из самых безопасных способов борьбы с газодинамическими явлениями, но одновременно он является, как правило, одним из самых экономически затратных, особенно при необходимости ритмичной работы угольной шахты, поэтому основные направления исследований должны быть продолжены в направлении уменьшения затрат и повышения эффективности применения данного способа.

Ключевые слова: режим, сотрясательное взрывание, использование, проведении выработок, газодинамические явления, прогноз.

Abstract. Executes of shaking explosion at the mine workings on the coal mines of Ukraine is regulated by a number of specification documents. At the same time, when the implementation of shaking explosion holds many technological violations of condition and the gas-dynamic phenomenas often occur, including with human victims.

The mode of shaking explosion is used in mines with a very wide geological conditions.

To specific outburst seams under executes of shaking explosion are recommended ways to reduce the intensity and frequency of emissions of coal and gas.

For this purpose methods of increasing the depth of area discharge of the bottomhole zone of the coal seam, which is achieved in the mine conditions through the use of advanced methods of loosening the host rocks, outstrip blasting, to explosives blast-hole charges in the host rocks, outstrip loosening (camouflet explosives) of coal array. In addition, the passport of blasting with forming of bulk block jumper are used. Increasing the area of unloading of bottomhole segment of coal seam formation is achieved by using outrunning torpedo of coal array or host rocks and outrunning gidroexplosion.

As stated, the use of the regime shaking explosion during mining operations is one of the safest ways to deal with gas-dynamic phenomena, but at the same time it is usually one of the most economically costly, especially when the need for smooth operation of the coal mine, so the main areas of research should be continue in the direction of reducing costs and improving the efficiency of the process.

Keywords: mode, shaking explosion, use, conducting mine working, gas-dynamic phenomena, forecast.

Статья поступила в редакцию 31.10.2016

Рекомендовано к публикации д-ром геологических наук Барановым В.А.