

## НОВІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИБУХОВИХ РОБОТАХ

**Б. Б. Кобилянський**

Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут  
Української інженерно-педагогічної академії  
вул. Носакова, 9а, м. Бахмут, Донецька обл., 84510, Україна.  
E-mail: b.b.kobiliansky@gmail.com

**А. Г. Мнухін**

Запорізька державна інженерна академія  
просп. Соборний, 226, м. Запоріжжя, 69006, Україна.  
E-mail: anatoly.mnukhin@gmail.com

**В. А. Мнухін**

ТОВ «Електрогідравліка»  
пер. Кам'яний, 8, м. Запоріжжя, 69006, Україна.

Виробнича діяльність на вугільному підприємстві протікає в складних і мінливих умовах. Ситуація у вітчизняній вугільній галузі ускладнюється тим, що Україна має одні з найбільш важких в світі умов вуглевидобутку. Займаючись питанням забезпечення безпеки при виробництві вибухових робіт, можна встановити, що первісного аналізу в цьому випадку підлягають наступні моменти. Як відомо, вибухові роботи відносяться до особливо небезпечної технології. Щоб уникнути небезпеки для людей, вони не тільки не повинні знаходитися у зоні вибуху, але і повинні віддалитися на безпечну відстань від місця ведення вибухових робіт. У роботі, наведена концепція створення вибухового приладу нового покоління і показані методи його практичної реалізації спрямовані на підвищення безпеки вибухових робіт для підприємств вугільної промисловості України.

**Ключові слова:** прилад вибуховий, безпека вибухових робіт, вугільна промисловість, магістраль вибухова.

## НОВЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ

**Б. Б. Кобылянский**

Учебно-научный профессионально-педагогический  
институт Украинской инженерно-педагогической академии  
ул. Носакова, 9а, г. Бахмут, Донецкая обл., 84510, Украина.  
E-mail: b.b.kobiliansky@gmail.com

**А. Г. Мнухин**

Запорожская государственная инженерная академия  
пр. Соборный, 226, г. Запорожье, 69006, Украина.  
E-mail: anatoly.mnukhin@gmail.com

**В. А. Мнухин**

ООО «Электрогидравлика»  
пер. Каменный, 8, г. Запорожье, 69006, Украина.

## ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА НА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Производственная деятельность на угольном предприятии протекает в сложных и меняющихся условиях. Ситуация в отечественной угольной отрасли осложняется тем, что Украина имеет одни из самых тяжелых в мире условий угледобычи. Занимаясь вопросом обеспечения безопасности при производстве взрывных работ, можно установить, что первоначального анализа в этом случае подлежат следующие моменты. Как известно, взрывные работы относятся к особо опасной технологии. Чтобы избежать опасности для людей, они не только не должны находиться в зоне взрыва, но и должны удалиться на безопасное расстояние от места ведения взрывных работ. В работе, приведена концепция создания взрывного прибора нового поколения и показаны методы его практической реализации направленные на повышение безопасности взрывных работ для предприятий угольной промышленности Украины.

**Ключевые слова:** прибор взрывной, безопасность взрывных работ, угольная промышленность, магистраль взрывная.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ** Займаючись питанням забезпечення безпеки при виробництві вибухових робіт, можна встановити, що до первісного аналізу в цьому випадку підлягають наступні моменти. Як відомо, вибухові роботи відносяться до особливо небезпечної технології. Вибух зарядів промислових вибухових речовин (ВР) супроводжується практично миттєвим виділенням величезної енергії, здатної руйнувати гірський масив, різні споруди і об'єкти, що перебувають у зоні вибуху, а також виділяти в навколишнє середовище велику кількість газоподібних токсичних речовин. Щоб уникнути небезпеки для людей, вони не тільки не повинні знаходитися у зоні вибуху, але і повинні віддалитися на безпечну відстань від місця ведення вибухових робіт.

При обігу з вибуховими речовинами необхідно дотримуватися особливої обережності, оскільки при недотриманні цього правила може статися випадкове підривання і ураження людей, захоплених цим вибухом. Тому персонал повинен дотримуватися спеціальних вимог щодо зберігання, транспортування вибухових речовин, спорядження набоїв, заряджання шпурів і, головне, до самого провадження підривання.

У шахтах, небезпечних щодо газу або пилу, вибухові роботи можуть бути джерелом підпалювання вибухової метано-повітряної або пилоповітряної суміші, тобто можуть викликати вибух суміші з наступним небезпечним впливом на людей.

Небезпека травмування людей може виникнути і при виконанні технологічних робіт, пов'язаних з бурінням шпурів, прибиранням гірської маси та іншими роботами. Буріння шпурів проводиться ручними або колонковими електросвердлами або перфораторами з застосуванням електро - або пневмоенергії, різного устаткування, кабельних або пневматичних мереж, тому необхідно застосовувати загальні заходи безпеки для виключення травмування гірників машинами, механізмами і т. п.

Травмування людей, що знаходилися в зоні дії вибуху ВР, відбувається в основному при трьох обставинах:

- 1) Несподіваний випадковий вибух при заряджанні шпурів або монтажу вибу-

## ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА НА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

хової мережі від механічних впливів на електродетонатори або від помилкового (випадкового) вибухового імпульсу, поданого не санкціоновано у вибухову мережу.

2) Вибух спочатку невибухлих зарядів при подальшому механічному впливі на нього, наприклад, при повторному бурінні шпурів.

3) Перебування персоналу поблизу осередку підривання при планових роботах через необґрунтоване бажання персоналу через скорочення часу виконуваної програми.

Займання вибуховою метано - чи пило-повітряної суміші, як показують результати розслідування аварій, відбувається також, якщо для підривних робіт у шахтах, небезпечних щодо газу або пилу, застосовуються незапобіжні ВР, або якщо в результаті порушення регламентації ведення робіт виникають умови утворення відкритого полум'я вибуху або небезпечної іскри в вибухових провадах при наявності небезпечного скупчення метану або звихрених в повітрі пил.

Відкрите полум'я при вибуху виникає, якщо виробляти підривання відкритих або накладних зарядів ВР або електродетонаторів, при вигоранні не сдетонованого заряду, при неякісній набійці шпурів, переущільнення зарядів, при іскрінні в місцях неякісного з'єднання вибухових дротів і т. п.

На практиці відзначені передчасні вибухи зарядів ВР від блукаючих струмів у землі і виникаючих електричних полів або потенціалів в зоні вибухових робіт або в місцях прокладки електропідривних мереж.

В цьому відношенні представляє небезпеку відкачування контактними електровозами, у яких один з робочих проводів – рейки, прокладається по ґрунту гірничих виробок.

Потенційну небезпеку передчасного вибуху зарядів або займання електродетонаторів представляють електростатичні заряди, здатні накопичуватися на пластмасових (полімерних) матеріалах з високим поверхневим опором (більше  $10^8$  Ом). Небезпеки передчасних вибухів зарядів ВР детально розглянуті в монографії [1]. Зважаючи на особливу небезпеку використання вибухових матеріалів та ведення підривних робіт вони повинні виконуватися з дотриманням вимог і положень Єдиних правил безпеки при підривних роботах (ЄПБ) [2, 3].

Характерною аварією передчасного вибуху ВР типу вугленіт Е-6 від вибуху електродетонаторів внаслідок механічного впливу на них є аварія, що сталася 20 квітня 1990 р. на шахті «Червона Зірка» ВО «Торезантрацит», при якій було смертельно травмовано чотири людини.

Майстер-підривник здійснював підготовку вибухових матеріалів для заряджання шпурів у нижній ніші 6-ї східної лави пласта  $k_1$  «Подроновский». На ґрунті на якому лежали електродетонатори впала металева стійка кріплення.

Стався вибух групи електродетонаторів, від якого здетонував 20 кг. ВР. Знаходилися в ніші люди, в тому числі майстер-підривник, залишилися в зоні вибуху і загинули. Причинами аварії стало невжиття заходів щодо запобігання механічних впливів на електродетонатори і, головне, перебування людей у небезпечній зоні.

Прикладом аварії від такого вибуху відмовлення шпурі попереднього циклу підривання є аварія, що сталася 31 серпня 1991 р. в розрізній печі 8-ої цілікової лави пласта  $h_3$  «Ремовський» ш. «Ремовська» ВО «Торезантрацит».

## ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА НА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Перед тим вироблялися підривання 6 шпурів глибиною 1,6 м. (з відстанню між шпурами 0,4-0,5 м.) для відбивання вугілля. Після підривання майстер-підривник разом з гірничим майстром технологічної ділянки оглянули забій, але не виявили зарядів що відмовили, дозволили робітникам вивантаження вугілля і кріплення вибою для подальшого буріння шпурів. При забурюванні першого шпуру в правому верхньому куті забою штанга бурового інструменту натрапила на відмовлений заряд амоніту Т-19, внаслідок чого був ініційований вибух зазначеного не здетонували раніше ВР, в наслідок чого було важко травмовано двох гірників.

Комісія, що розслідувала аварію, встановила, що причиною відмови вибуху ВР стало, невитримана мінімальна відстань між шпурами, а також виконання вибухових робіт без паспорта буровибухових робіт (БВР), в тому числі безконтрольне перебування людей у небезпечній зоні.

Прикладом передчасного вибуху ВР від поданого в ціль імпульсу струму є аварія, що сталася 10 березня 1992 р. в забої квершлага № 16 ш. «Свердловська».

Для підривання по забою були заряджені 9 шпурів довжиною 2 м амонітом 63В. При включенні для підривання майстром-підривником приладу ПІВ-100М вибуху не сталася. Майстер-підривник, вважаючи, що відмова сталася через порушення цілісності вибухової мережі, взяв з собою прилад ПІВ-100М зі вставленим ключем у гніздо приладу «заряд-вибух» і відправився разом з одним із прохідників в забій для перевірки цілісності вибухового ланцюга, де і стався вибух 9 шпурів, що призвели до загибелі двох людей.

Як встановила комісія, що розслідувала аварію, причиною нещасного випадку стало вимірювання опору вибухового ланцюга приладом ПІВ-100М при вставленому в гніздо «заряд-розряд» ключі, чому в ланцюг зарядів ВР був поданий вибуховий імпульс, замість вимірювального імпульсу з безпечною величиною струму, а також те, що операція по перевірці справності ланцюга проводилася не з укриття, а безпосередньо у вибої.

Характерним прикладом вибуху метано-повітряної суміші з участю пилу при вибуху ВР відкритим зарядом є аварія, що сталася 4 липня 1992 р. в тупиковій частині південного конвеєрного штреку пласта  $l_4$  гор. 1017 м. шахти ім. В.Р. Мержинського ВО «Первомайськвугілля».

Підривання проводилося з відстані 102-109 м від гирла проведеної виробки. При підриванні стався вибух метано-повітряної суміші, внаслідок чого були смертельно травмовані майстер-підривник і троє прохідників, а також обпалено гірничого майстра дільниці прохідницьких робіт.

Комісією, що розслідувала аварію, встановлено, що джерелом займання стало вигорання амоніту Т-19, з-за його переущільнення у зближених шпурах, пробурених по вугіллю на відстані між ними менше 0,6 м, поєднане з перебуванням персоналу в недозволеному місці.

Розслідування аварій, при яких сталися смертельні нещасні випадки, виконуються згідно з «Положенням про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві», затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2001 року № 1094.

## ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА НА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Зазначене положення не виділяє особливостей з розслідування аварій, пов'язаних з вибуховими роботами, тому такі аварії розслідуються та враховуються подібно іншим аварій, у тому числі і включаючи призначення і формування складу комісії з розслідування аварій.

В даний час на Україні вже досить широко застосовується вибуховий прилад типу ВП-75 [4], який дозволяє підключити одночасно послідовно до 75 електродетонаторів ЕД-8, з'єднаних вибуховим дротом ВП2 x 0,7, що містить в жилі один мідний дріт діаметром 0,7 мм. Відсутність в такому приладі вибухонебезпечних внутрішніх і зовнішніх електричних ланцюгів робить в принципі можливим його ефективне застосування на підприємствах всіх категорій небезпечних по газу або пилу. Однак при аналізі умов роботи такого вибухового приладу, були випадки, коли персонал здійснював виконання вибухових робіт, виконував їх з порушенням, що складається в тім, що безпосередньо в момент вибуху персонал знаходиться поблизу місця вибуху і міг бути травмований вибуховою хвилею або вторинним виникненням вибуху на елементах навколишнього середовища.

Оскільки чисто організаційні заходи попередження нещасних випадків при вибухових роботах виявляються не завжди ефективними, раніше пропонувався вибуховий прилад нової конструкції, що не дозволяє здійснювати застосування ВР при перебуванні людей в небезпечній зоні [5, 6].

Метою роботи є створення вибухового приладу нового покоління і представлення методів його практичної реалізації спрямованих на підвищення безпеки вибухових робіт для підприємств вугільної промисловості України.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Розроблений пристрій відноситься до виробів, що перетворює енергію, запасену в конденсаторах в безпечний підпалюючий імпульс, що служить для займання детонаторів, які використовуються для вибухових робіт у вибухонебезпечному агресивному середовищі, наприклад, вугільних шахт, всіх категорій по газу або пилу, кар'єрах і тому подібних виробництвах.

Зазначеного недоліку, в визначеною мірою позбавлений новий вибуховий прилад нового покоління [5, 6], який не дозволяє при виконанні підривання вкорочувати або змотувати вибухові дроти (магістралі), залишаючись безпосередньо поблизу об'єкта вибухового впливу. Як раніше було встановлено, виникає цей ефект на практиці шляхом несанкціонованого змотування під час роботи вибухових магістралей, з утворенням відповідної індуктивності, величина якої, далі враховується схемою приладу.

Однак статистика травмування гірників, які здійснюють вибухові роботи, показує, що при довільному згортанні вибухових магістралей діаметр згортання може бути визначений в значній мірі довільно, внаслідок чого в створювану зовнішню індуктивність приладу можуть бути внесені певні похибки (див. патент України [5, 6]). Для виключення такого явища на рис. 1, 2 показана конструкція вибухового приладу, котрий позбавлений зазначеного недоліку, для чого на корпусі вибухового приладу 1 закріплюється стандартизована котушка 2 для змотування у разі необхідності вибухової магістралі кільцями встановленого діаметра.

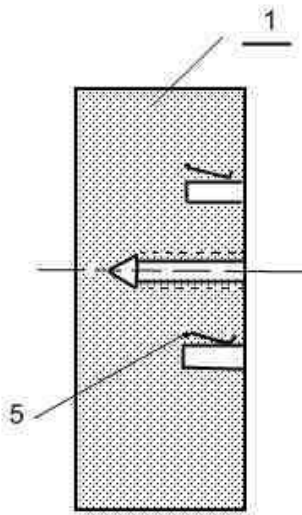


Рисунок 1 – Корпус вибухового приладу

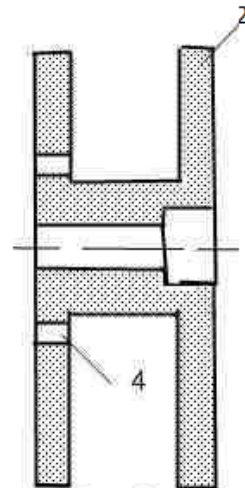


Рисунок 2 – Котушка для намотування вибуховою магістралі

Для виключення в період використання вибухового приладу несанкціонованого зняття стандартизованої котушки, вона закріплюється на приладі за допомогою спеціального замка 3 (рис. 3) при спорядженні на поверхні особою, відповідальною за безпеку виробництва всього комплексу вибухових робіт. При цьому, одночасно із зміцненням на корпусі котушки, усередині корпусу через отвори 4 котушки (рис. 2), відбувається фіксація кінців проводів вибухових магістралей (на рис. не показані) в корпусі 1 (рис. 1), причому всі ці операції виконуються оперативними спеціальними затискачами 5 (рис. 1). Ці операції можуть виконуватися теж тільки на поверхні, тобто у невибухонебезпечному середовищі за допомогою спеціального замка 3, розташованому в захисному кільці 6 (рис. 3) з подальшим з'єднанням з фіксатором 7 (рис. 4).

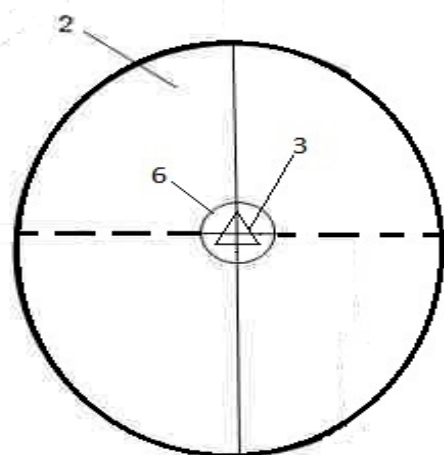


Рисунок 3 – Котушка з замком і захисним кільцем

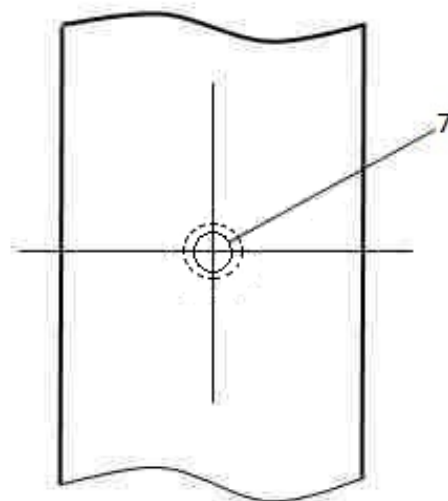


Рисунок 4 – Фіксатор спеціального замка

## ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА НА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

ВИСНОВКИ. Таким чином, запропонована конструкція вибухового приладу нового покоління і реалізована з його допомогою технологія вибухових робіт є досить серйозною основою для суттєвого зниження травматизму на підприємствах вугільної промисловості всіх категорій по газу або пилу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Граевский М.М., Ермошин В.Ф., Колосюк В.П. и др. Защита зарядов взрывчатых веществ от преждевременных взрывов блуждающими токами. Под ред. М.М. Граевского.-Москва: Недра, 1987. 381 с.
2. Единые правила безопасности при взрывных работах. Киев: «Норматив», 1992. 171 с.
3. ДСТУ 2293: ОХОРОНА ПРАЦІ. Терміни та визначення основних понять:– [Чинний від 01.05.2015.] Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України. 2015.
4. Вибуховий прилад: пат. 50670 Україна: МПК F42D 1/08, F42D 3/04. №2002043336; заявл. 22.04.2002; опубл. 15.10.2002; бюл. № 10. 3 с.
5. Мнухин А.Г. Технологии XXI века. Макеевка-Донецк: ВИК, Том 2. 2012. 224 с.
6. Вибуховий пристрій: пат. 77428 Україна: МПК F42D 1/08, F42D 3/04. №u201210148; заявл. 27.08.2012; опубл. 11.02.2013; бюл. № 3. 7 с.

### NEW METHODS FOR ENSURING SAFETY DURING BLASTING OPERATIONS

#### **B. Kobylanskyi**

Educational Scientific Professional Pedagogical Institute  
of the Ukrainian Engineering Pedagogics Academy  
vul. Nosakova, 9a, Bahmut, Donetsk region, 84510, Ukraine.  
E-mail: b.b.kobiliansky@gmail.com

#### **A. Mnukhin**

Zaporizhzhia state engineering academy  
prosp. Soborny, 226, Zaporizhzhia, 69006, Ukraine.  
E-mail: anatoly.mnukhin@gmail.com

#### **V. Mnukhin**

LLC «Electrohidravlika»  
lane Kamyany, 8, Zaporizhzhia, 69006, Ukraine.

**Purpose.** In dealing with the issue of safety in the process of blasting operations, it can be determined that the initial analysis in this case are the following points. It is known that blasting operations are a particularly dangerous technology. The explosion of industrial explosives is accompanied by an almost instantaneous release of huge energy that is capable to destroy the rock massif, various structures and objects in the explosion zone, also can release a large amount of gaseous toxic substances into the environment. In order to avoid danger to people, they not only should be in the explosion zone, but must also move to a safe distance from the blasting site. When handling explosives, special care must be taken because if this rule is not observed accidental explosion and defeat of people caught by this explosion can occur. Therefore, special requirements should be met concerning the storage, transportation



of explosives, charging equipment, loading of blastholes and most importantly to the blasting process itself. In mines hazardous for gas or dust, blasting operations can be a source of ignition of an explosive methane-air or dust-air mixture, i.e. may cause explosion of the mixture with subsequent hazardous effects on people. In practice, premature explosions occurred of explosive charges from stray currents in the ground and emerging electric fields or potentials in the blasting zone or in the places of the construction of electric explosive networks. The potential danger of premature explosion of charges or ignition of electric detonators is electrostatic charges, capable of accumulating on plastic (polymeric) materials with a high surface resistance (more than  $10^8$  ohms). **Originality.** The developed device refers to products that convert energy stored in capacitors to a safe ignition pulse, served to ignite detonators used for explosive work in explosive corrosive environments, for example in coal mines, all categories of gas or dust, quarries and other. A new-generation explosive device that does not allow shortening or winding up blasting wires (lines) while remaining directly near the object of the explosive effect. It was previously proved that this effect in practice arises in practice by unauthorized cleaning during the operation of blasting lines, with the formation of an appropriate inductance, the value of which is further taken into account by the device circuit. **Practical value.** However, the statistics of injuries of miners carrying out blasting operations shows that with arbitrary folding of blasting lines the diameter of the folding can be determined to a large extent arbitrarily, so that certain errors can be introduced into the created external inductance of the device. To exclude such a phenomenon the construction of an explosive device is presented without indicated defect. References 6, tables 0, figures 4.

**Key words:** explosive device, explosion safety, coal industry, explosive highway.

#### REFERENCES

1. Graevskiy, M.M., Yermoshin, V.F., Kolosyuk, V.P. and others (1987), *Zaschita zaryadov vzryivchatyih veschestv ot prezhdevremennyih vzryivov bluzhdayuschimi tokami* [Protection of charges of explosives from premature explosions by stray currents], Nedra, Moscow, Russia.
2. *Edinyie pravila bezopasnosti pri vzryivnyih rabotah* (1992) [Uniform safety rules for blasting operations] Normativ, Kyiv, Ukraine
3. DSTU 2293: *OHORONA PRATSI. Termini ta viznachennya osnovnih ponyat* [LABOR PROTECTION. Terms and definitions of key concepts: effective from 05/01/2015], MInekonomrozvitku Ukrayiny, Kyiv, Ukraine.
4. Patent. 50670 Ukraine, MPK F42D 1/08, F42D 3/04. *Vibuhoviy prilad* [Explosive device], (Ukraine); DerzhNDIHP, no. 2002043336; Declared 22.04.02; Published 15.10.02, Bull. no. 10.
5. Mnykhin, A. (2012) *Tehnologii XXI veka. Tom 2* [Technologies of the 21st century. Volume 2], VIK, Makeevka-Donetsk, Ukraine
6. Patent. 77428 Ukraine, MPK F42D 1/08, F42D 3/04. *Vibuhoviy pristryi* [Explosive device], (Ukraine); DerzhNDIHP, no. u201210148; Declared 27.08.12; Published 11.02.13, Bull. no. 3.

Стаття надійшла 30.05.2018.