

БЕЗПЕЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВНОЇ РІДКОЇ ДОМІШКИ В СКЛАДІ ПРОМИСЛОВИХ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

В. С. Прокопенко, докт. техн. наук, І. І. Туручко, канд. техн. наук, І. В. Косьмін, інж. (ЗАТ “Техновибух”), К. В. Лотоус, інж. (ВАТ “Полтавський ГЗК”)

Приведены результаты лабораторных и полигонных исследований активной жидкой добавки к промышленным взрывчатым веществам: чувствительности к удару и трению; способности к взрывчатому превращению; воспламеняемости; санитарно-гигиенических характеристик.

Створення безпечних та здорових умов праці при поводженні з різноманітними хімічними сполуками, зокрема з вибуховими речовинами – одне з основних завдань розробників нових технологій.

При підриванні гірських порід можуть ефективно використовуватися промислові вибухові речовини (ВР) найпростішого складу за умови їх водостійкості і можливості регулювання об'ємної концентрації енергії по висоті заряду. Багато науковців та виробничників працюють над розв'язанням цієї важливої задачі. Зокрема, ЗАТ “Техновибух” разом з ВАТ “Полтавський ГЗК” після проведення в цьому напрямку теоретичних, експериментальних, конструкторських та дослідно-промислових робіт запропонували вводити до складу ВР активну рідку добавку – компонент рідкий ущільнюючий (КРУ).

КРУ є комбінованою сполукою, що вміщує солі органічного та неорганічного походження. Відповідно до рубрикації [1], [2] ця сполука є водним розчином алкілнітратів, нітратів амонію та натрію з незначним вмістом етиленгліколю і карбаміду. За стандартних умов КРУ – однорідна рідина від світло-коричневого до темно-коричневого кольору, легкорозчинна, нелетка, з рН = 5...7, щільністю 1,25...1,38 г/см³.

Ефективність КРУ як домішки до ВР досліджувалась при проведенні полігонних і промислових експериментів і була узагальнена в роботі [3]. За результатами досліджень зроблено висновок: застосування КРУ як рідкої домішки до промислових ВР дозволяє регулювати їх щільність та енергетичні характеристики, підвищувати водостійкість аж до повного її забезпечення, удосконалити технологічний процес формування заряду ВР.

Необхідною передумовою застосування КРУ є створення безпечних і нешкідливих для здоров'я людини умов праці. Тому актуальним є встановлення характеристик і особливостей безпечного застосування КРУ.

Для встановлення характеристик безпеки КРУ виконано спеціальні лабораторні та полігонні дослідження.

Мета досліджень – оцінка небезпечних властивостей КРУ у відповідності до існуючих пріоритетів виду небезпеки. Для досягнення поставленої мети розв’язувалися такі задачі:

- 1) визначення чутливості КРУ до удару та тертя;
- 2) оцінка здатності КРУ до вибухового перетворення;
- 3) визначення температури термічного розкладу КРУ;
- 4) визначення окиснювальної здатності КРУ для оцінки ефекту займистості;
- 5) вплив КРУ на електростатичні властивості ВР та їх компонентів;
- 6) визначення санітарно-гігієнічних характеристик КРУ.

Для розв’язання поставлених задач були використані відомі методики визначення показників небезпечності вантажів, наведених в ГОСТ 19433-88 та рекомендаціях експертів ООН [4].

У розв’язанні окремих задач приймали участь організації-експерти: Державний науково-дослідний інститут охорони праці, Павлоградський хімічний завод, Український науково-дослідний інститут паперу, Інститут медицини праці АМН.

Основними формами механічної дії на КРУ при транспортуванні та застосуванні є удар і тертя, дія яких посилюється при можливому висиханні (зневодненні) КРУ. Тому, враховуючи можливість нештатної ситуації, дослідні зразки КРУ попередньо висушувались у сушильній шафі при температурі 70 °С. Висушені зразки КРУ за зовнішнім виглядом нагадували вологий цукор жовтуватого кольору. Чутливість КРУ до удару визначалась по ГОСТ 4545-88, тертя – по ОСТ 84-895 на лабораторному копі К-44-3 (табл. 1).

Таблиця 1. Чутливість КРУ до механічної дії

Найменування показника	Значення показника
Чутливість до удару по ГОСТ 4545: нижня межа в приладі 2, мм	>500
частота вибухів у приладі 1, %	0
Чутливість до тертя у приладі К-44-3, кгс/см ²	>7000

Наведені в табл. 1 результати свідчать про відсутність характерної для промислових ВР чутливості КРУ до удару та тертя. Слід зазначити, що при тривалому знаходженні на відкритому повітрі вологість КРУ збільшувалась, внаслідок чого попередньо висушені зразки ставали желеподібними, що додатково зменшувало чутливість КРУ до механічної дії.

З метою оцінки детонаційної здатності КРУ виконано полігонні випробування згідно з рекомендаціями [4] з використанням безшовних сталевих труб довжиною 600 мм, внутрішнім діаметром 107 мм, товщиною стінки 16 мм. У верхній частині труби, заповненої КРУ, розміщали бойовик – шашку Т-400Г.

Додатково здійснювали підривання зарядів КРУ, сформованих у безшовних сталевих трубах внутрішнім діаметром 270 мм, довжиною 1000 мм,

з товщиною стінки 16 мм. У верхній частині труби, заповненої КРУ, розміщали бойовик з семи шашок Т-400Г, присипаних зверху 1,5 кг гексогену.

Аналогічні випробування (для порівняння) проводились з водним розчином аміачної селітри, насиченим при температурі 15 °С.

Фотографію характерного експерименту з оцінки детонаційної здатності КРУ наведено на рис. 1.



Рис. 1. Результати експерименту з визначення детонаційної здатності КРУ

Фотографії та результати вимірювань свідчать про те, що труби були зруйновані лише у верхній частині, яка прилягає до бойовика. Зона руйнування становила 1,5...2,5 висоти шашки Т-400Г, центральна частина труби розірвана вздовж твірної на кілька смуг у вигляді пелюсток, нижня частина труби залишилась незруйнованою. Окремих уламків не було. Крім того, стінки воронки, в яких розміщались заряди, після підривання були змочені КРУ; воронка викиду під нижнім торцем заряду, наявність якої є характерною при детонації ВР, була відсутня, що, поряд з характером руйнування сталевих труб, свідчить про відсутність вибухового перетворення в досліджуваній рідині. Аналогічні результати зафіксовані і в експериментах з насиченим розчином аміачної селітри.

Температуру початку термічного розкладу КРУ масою 200 г визначали методом диференціально-термічного аналізу на дериватографі Q-1500 фірми “Паулік” в режимі лінійного зростання температури в діапазоні 19...500 °С швидкістю 10 °С/хв (табл. 2).

Таблиця 2. Результати дериватографічних досліджень КРУ

№ дослідного зразка КРУ	Технологічна домішка	Маса технологічної домішки, %	Температура термічного розкладу, °С		Втрата маси на початок (закінчення) термічного розкладу, %
			початок	закінчення	
1	відсутня	0	217,0	282,5	4,5 (71,0)
2	карбамід	1,5	207,5	285,0	4,0 (70,0)
3	гуаргам	0,5	207,5	286,0	4,0 (67,5)

Результати, наведені в табл. 2, свідчать про те, що температура на початку термічного розкладу КРУ без технологічних домішок (зразок № 1)

становить 217 °С, з домішкою 1,5% карбаміду (зразок № 2) – 207,5 °С, з домішкою 0,5% гуаргаму (зразок № 3) – 207,5 °С. Після нагрівання зразків до температури 500 °С зольний залишок склав 21...30 % по масі. Отже, температура термічного розкладу КРУ перевищує 200 °С і не досягається в технологічному процесі при його застосуванні.

Випробування з метою оцінки займистості КРУ проводили у відповідності до вимог ГОСТ 19433-88, порівнюючи час горіння суміші КРУ з органічною речовиною і час горіння суміші окиснювача з органічною речовиною. Стандартним зразком була суміш тирси дуба з броматом калію, яка підпалювалась полум'ям газового пальника з діаметром сопла 7 мм. Зразки з співвідношенням тирси дуба та бромату калію 1:1 і 1:4 згоріли протягом 15...20 с. Тирса дуба після змішування з КРУ в таких же пропорціях не спалахувала взагалі (навіть після висихання рідини). Фотографії характерного експерименту з визначення займистості КРУ наведені на рис. 2. Таким чином, КРУ не належить до горючих матеріалів і за критеріями ГОСТ 19433-88 не є окиснювачем.



а



б

Рис. 2. Визначення займистості КРУ: *а* – горіння стандартного зразка: тирси дуба з броматом калію у співвідношенні 1:1; *б* – горіння тирси дуба з КРУ у співвідношенні 1:1

Електростатичні властивості сипучих матеріалів при додаванні до них КРУ досліджувались нами з участю фахівців лабораторії охорони праці УкрНДП.

Аналіз результатів, наведених у табл. 3, свідчить, що введення до складу сумішей не менше 3% КРУ виключає їх небезпечну електризацію.

Таблиця 3. Електростатичні властивості сипучих матеріалів з домішкою КРУ

Найменування суміші	Маса КРУ, %	Питомий електричний опір, Ом·м	ТУ на суміш
Комполайт ГС6	0	$1,4 \cdot 10^6$	ТУ У 24.6-25274773.016-2002
те ж	3	$2,03 \cdot 10^4$	те ж
–"–	5	$1,96 \cdot 10^4$	–"–
–"–	7	$1,82 \cdot 10^4$	–"–
Комполайт ПС1	0	$5,95 \cdot 10^7$	ТУ У 24.6-25274773.017-2002
те ж	3	$2,17 \cdot 10^4$	те ж
–"–	5	$2,00 \cdot 10^4$	–"–
–"–	7	$1,30 \cdot 10^4$	–"–
Полімікс ГР1/8	0	$1,82 \cdot 10^6$	ТУ У 24.6-25274773.024-2004
те ж	3	$2,17 \cdot 10^4$	те ж
–"–	5	$2,07 \cdot 10^4$	–"–
–"–	7	$2,03 \cdot 10^4$	–"–
ГСК 6	0	$4,76 \cdot 10^{10}$	ТУ У 24.6-25274773.018-2002
те ж	4,2	$1,46 \cdot 10^6$	те ж
–"–	8,3	$9,8 \cdot 10^5$	–"–
–"–	16,7	$5,6 \cdot 10^4$	–"–

Санітарно-гігієнічні характеристики КРУ досліджувались в Інституті медицини праці АМН. Для вивчення можливого шкідливого впливу КРУ на організм людини були проведені дослідження токсичності препарату, а саме: встановлення смертельних ефектів, виявлення кумулятивних властивостей та їх кількісна характеристика, вивчення шкірно-подразливої, шкірно-резорбтивної та сенсibiliзуючої дії, а також місцево-подразнюючої дії на слизові оболонки очей. Основні результати цього дослідження наведені в роботі [5] і знайшли відображення в токсиколого-гігієнічному паспорті КРУ, згідно з якими КРУ є нелетким продуктом і являє собою суміш компонентів III та IV класів небезпеки (речовини помірно- та малонебезпечні згідно з ГОСТ 12.1.007-76). При потраплянні КРУ до шлунку його необхідно ретельно промити водою і випити суспензію активованого вугілля (2 столові ложки на стакан води). У разі потрапляння КРУ на шкіру потрібно ретельно промити уражені місця теплою водою з милом. При потраплянні препарату на слизові оболонки очей їх ретельно промивають водою. Виготовлення КРУ має проводитись відповідно до санітарних правил організації технологічних процесів і гігієнічних вимог до виробничого обладнання в приміщеннях з припливно-витяжною вентиляцією. Всі особи, що працюють з КРУ, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) згідно з ГОСТ 12.4.011-89. Ніяких спеціальних ЗІЗ при поводженні з КРУ не вимагається.

За результатами проведених випробувань можна зробити такі висновки:

на відміну від промислових вибухових речовин КРУ нечутливий до механічної дії (удару та тертя);

КРУ не є детонаційноздатним;

КРУ термічно стабільний і не горючий у широкому діапазоні температур, який значно перевищує всі технологічні та експлуатаційні температури його застосування;

КРУ не належить до небезпечних окиснюючих та горючих речовин згідно з ГОСТ 19433-88 і не підпадає під дію правил та стандартів з перевезення небезпечних вантажів;

введення КРУ до сумішевих продуктів знижує їх можливу небезпечну електризацію;

за токсиколого-гігієнічними характеристиками КРУ являє собою водний розчин помірно- та малонебезпечних речовин.

Таким чином, КРУ можна віднести до найбільш безпечних у поводженні компонентів, що використовуються для приготування вибухових сумішей.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розроблення безпечної та ефективної технології приготування КРУ, а також засобів механізованого додавання КРУ до промислових ВР при формуванні зарядів ВР.

1. *Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V–VIII групп.* Справочник / Под общей ред. В. А. Филова. – Л.: Химия, 1989. – С. 44–55.

2. *Вредные химические вещества. Азотсодержащие органические соединения.* Справочник / Под общей ред. Б. А. Курляндского, В. А. Филова. – С.-Пб: Химия, 1992. – 432 с.

3. *Прокопенко В. С., Лотоус К. В.* Влияние жидких добавок холодного приготовления на свойства промышленных взрывчатых веществ // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія “Гірництво”. – Зб. наук. праць. – К: НТУУ “КПІ”. – 2004. – Вип. 10. – С. 54–59.

4. *Рекомендации по перевозке опасных грузов.* Руководство по испытаниям и критериям / ООН. – 2003. – Изд. 4. – 423 с.

5. *Токсиколого-гігієнічна характеристика компонента рідкого ущільнюючого – домішки до промислових вибухових речовин / О. Б. Леоненко, І. В. Губар, І. І. Туручко, К. В. Лотоус // Вісник ННДІОП. – К., 2004. – № 10. – С. 21–23.*