

УДК 622.235

Кавун С.С., Петрачков Б.Р., студ. гр.ОБ-21

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН З РІДКИМ АКТИВНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ**

Узагальнення досвіду відбійки порід на відкритих гірничих роботах, теоретичні та експериментальні дослідження дозволяють зробити висновок, що обсяг зруйнованої вибухом гірничої маси залежить, в основному, від запасу енергії вибухових речовин (ВР) в зарядній порожнині [1]. Тому регулювання концентрації енергії дозволяє встановлювати оптимальні параметри вибухової відбійки та покращити ступінь дроблення гірничої маси.

Збільшення об'ємної концентрації енергії гранульованих ВР обмежується межею їх ущільненості. Навіть при частковому руйнуванні гранул повітряний простір між ними залишається незаповненим. Суттєвого підвищення об'ємної концентрації енергії можна досягти, заповнивши повітряний міжгранульний простір порошкоподібним наповнювачем. Частково ці питання вирішені за рахунок застосування дрібнодисперсних і стисливих компонентів, що входять до складу сипучих промислових ВР поліміксів і комполайтів [2].

Відомо, що об'ємна концентрація енергії вибуху може регулюватися також заповненням міжгранульних пустот інертними або активними рідкими наповнювачами [3]. Найчастіше в якості інертного наповнювача ВР застосовуються вода, водні розчини неорганічних солей, наприклад бішофіт, в якості активного наповнювача – водні розчини окиснювача.

При наповненні водою аміачно-селітрових ВР, що містять вибуховий сенсibilізатор (грамоніти, амоніти), окиснювач частково розчиняється у воді і міжгранульний простір заповнюється її водним розчином, який за певних умов може брати участь у реакції вибухового перетворення [4]. Недоліком таких ВР є підвищена питома витрата внаслідок часткового розчинення аміачної селітри.

При водонаповненні аміачно-селітрових ВР, що не містять вибухового сенсibilізатора, проявляється флегматизуюча дія води, яка тим сильніше, чим більше поверхня контакту її з ВР. Введення води у вибухові суміші типу AN-FO (ігданіт, грануліти) знижує їх чутливість до засобів ініціювання та швидкість детонації, яка при вмісті 8% води схильна до загасання [5].

Ненасичений водний розчин бішофіту призводить до часткового розчинення селітри і підвищення щільності заряду, однак його застосування не сприяє підвищенню вибухових властивостей ВР. Введення в гранульовані ВР насиченого розчину аміачної селітри підвищує їх щільність в порівнянні з водонаповненням, що покращує вибухові властивості таких ВР [6].

Аналіз досліджень по застосуванню рідких добавок з метою регулювання об'ємної щільності заряду ВР свідчить, що при певному позитивному технічному ефекті вони мають ряд недоліків, пов'язаних з порушенням кисневого балансу промислових ВР, підвищеною питомою витратою ВР, технологічною складністю їх виготовлення і застосування.

Перспективність ВР з наповнювачем може бути підвищена розробкою невибухових активних рідких водних розчинів, що складаються з окиснювача, пального і технологічних добавок і не володіють властивостями розчинника. Вони можуть надати певний енергетичний внесок і, крім того, підвищують ущільненість ВР. Такий склад був розроблений ЗАТ «Техновибух» і має назву – компонент рідкий ущільнюючий (КРУ), що представляє насичений водний розчин солей азотної кислоти, рідкого пального, згущувача і стабілізатора складу.

Випробування КРУ у складі різних ВР показали істотне підвищення вибухових характеристик і водостійкості найпростіших аміачно-селітрових ВР.

Основною перевагою наповнених розчином вибухових сумішей є можливість регулювання щільності і внаслідок цього концентрації енергії в одиниці об'єму зарядної порожнини. Для визначення оптимального вмісту КРУ, що дає максимальний виграш в об'ємній енергії, на моделях були простежені основні закономірності процесу наповнення розчином. Експерименти проводили з ВР полімікс ГР 1/8. Суха суміш містила 37,3% щільної, 52,2% пористої селітри аміачної, 2,5% палива дизельного та 8% компоненту пального набухаючого ГНК-1 [7]. Щільність компонентів при температурі 20°C склала відповідно 1,6; 1,25; 0,86 і 1,4 г/см<sup>3</sup>. Щільність загущеного КРУ – 1,37 г/см<sup>3</sup>.

На рис. 1 представлені результати дослідів зі складами, що показують вплив вмісту КРУ на загальну щільність суміші (крива 1) і середньозважену щільність твердої і рідкої фаз (крива 2).

Повному заповненню системи повинна відповідати точка, в якій відбувається торкання експериментальної залежності загальної щільності від змісту рідкої фази (крива 1) з прямою, що виражає аналогічну розрахункову середньозважену залежність щільності суміші (2).

З рис. 1 видно, що найбільше заповнення суміші спостерігається при вмісті 35% по масі або 27% за об'ємом рідкої фази. Деяке відхилення в більшу сторону від величини щільності пояснюється частковим насиченням розчином пористої селітри, яке становить близько 1,6 %.

При наповненні розчином поліміксу ГР1/8 відбувалося збільшення його щільності як за рахунок «мастильної» дії наповнювача, так і за рахунок збільшення загальної маси заряду. Збільшення щільності даної ВР за рахунок цих чинників відображено кривою 1, яка наведена на рис. 1.

Таким чином, для суміші типу полімікс ГР1/8 дослідженнями встановлена залежність її щільності від вмісту КРУ. При вмісті КРУ 35% по масі (понад 100%) відбувається повне заповнення пор. Експерименти показують, що при цьому забезпечується водостійкість ВР.

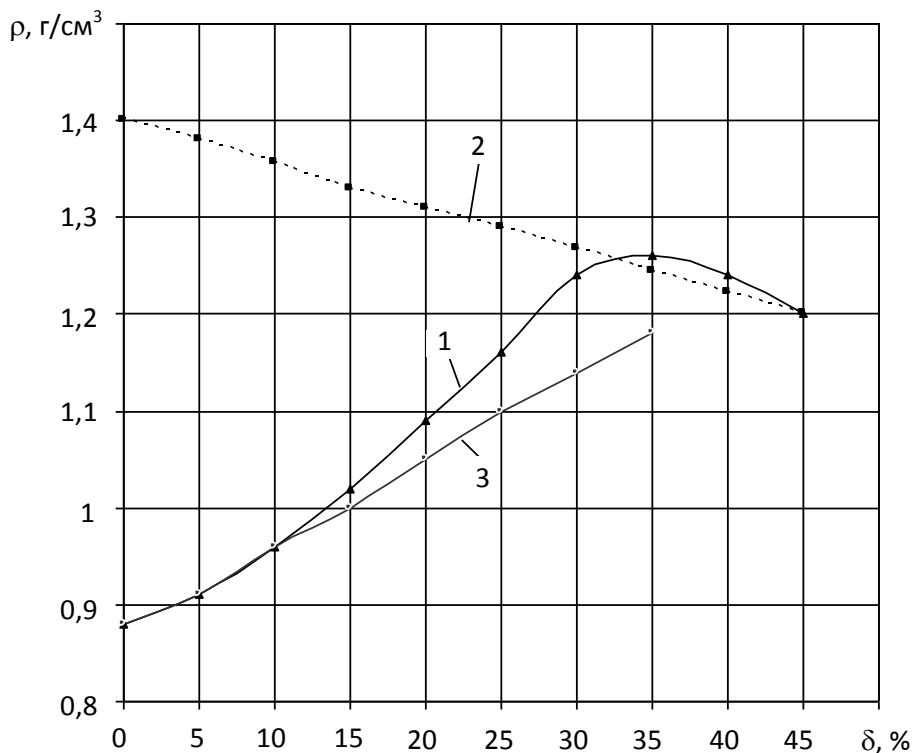


Рис. 1. Залежність щільності  $\rho$  поліміксу ГР 1/8 від вмісту  $\delta$  КРУ: 1 – загальна експериментальна; 2 – титома середньозважена твердої і рідкої фази; 3 – загальна розрахункова

Аналогічні дослідження були проведені і для інших ВР. Результати цих досліджень наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Залежність щільності ВР від змісту КРУ

Назва ВР	Щільність ВР, г/см <sup>3</sup> при вмісті КРУ, %								Мінімальна кількість КРУ, яка забезпечує водостійкість ВР, %
	0	5	10	15	20	25	30	35	
полімікс ГР1/10	0,9	0,95	1,02	1,09	1,16	1,22	1,27	-	32
полімікс ГР4-Т10	0,95	1,0	1,12	1,16	1,2	1,25	-	-	25
комполайт ГС6	0,91	0,96	1,02	1,1	1,13	1,17	1,19	1,21	36

Вибухові характеристики оцінювалися по повноті детонації заряду ВР відповідно до вимог ГОСТ 14839.19-69. Підривали як сухі заряди, так і заряди з підливкою КРУ. Заряди встановлювали у вертикальному положенні на сталеву підкладку-лист розміром 250×250 мм, товщиною 8 мм. Про повноту детонації зарядів судили по наявності і глибині прогину пластини на місці установки зарядів і по відсутності залишків ВР після вибуху. Одночасно проводилися виміри швидкості детонації ВР (табл. 2).

Таблиця 2

## Вибухові характеристики промислових ВР за результатами випробувань

Назва ВР	Масова частка КРУ, %	Водостійкість заряду ВР	Щільність ВР, г/см <sup>3</sup>	Прогин пластини, мм	Швидкість детонації, км/с
комполайт ГС 6	0	-	0,91	67	2,6
	3	-	0,95	73	2,9
	10	-	1,02	90	3,2
	36	водостійкий	1,27	80	3,5
полімікс ГР1/8	0	-	0,88	44	2,88
	10	-	0,97	67	3,14
	17,5	-	1,04	78	3,8
	25	-	1,15	75	3,6
	35	водостійкий	1,23	70	2,39

За результатами випробувань вибухових властивостей ВР можна зробити наступні висновки: застосування КРУ у складі ВР дає значний енергетичний вигравш в порівнянні з сипучими ВР без КРУ і при повному заповненні пор забезпечує їх водостійкість [8]. Таким чином, проведеними дослідженнями встановлено, що застосування КРУ в складі ВР дозволяє регулювати їх щільність, енергетичні характеристики та підвищити водостійкість.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сторчак С.О., Кривцов М.В., Поплавський В.А. Виготовлення і застосування емульсійних вибухових речовин на кар'єрах. – К., Експоната, 2004. – 95 с.
2. Туручко І.І., Косьмін І.В. Нові вибухові речовини з регульованою об'ємною концентрацією енергії // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво»: Зб. наук. праць. – К.: НТУУ «КПІ», 2002. – Вип. 5. – С. 52–56.
3. Дубнов Л.В., Бахаревиц Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 358 с.
4. Беляев А.Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. – М.: Наука, 1968.
5. Поздняков З.Г. Развитие и совершенствование гранулированных ВВ. – М.: Недра, 1971. – 143 с.
6. Демидюк Г.П., Бугайский П.Н. Средства механизации и технология взрывных работ с применением гранулированных ВВ. – М.: Недра, 1975. – 312 с.
7. Прокопенко В.С., Лотоус К.В. Разрушение твердых горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ в рукавах. – К.: «Техновзрыв». – 2003. – 82 с.
8. 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.