

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ З РЕГУЛЬОВАНОЮ ОБ'ЄМНОЮ КОНЦЕНТРАЦІЄЮ ЕНЕРГІЇ

І. І. Туручко, канд. техн. наук, І. В. Косьмин, інж. (ЗАТ "Техновибух")

Приведены результаты исследований физико-химических и взрывчатых свойств промышленных взрывчатых веществ тетрамонов ГС. Показана возможность регулирования объемной концентрации энергии по высоте заряда.

При підриванні гірських порід можуть бути ефективно використані вибухові речовини (ВР) найпростішого складу типу аміачна селітра (АС)– дизельне пальне (ДП) [1, 2], оскільки їх вартість значно менша від вартості загальноновідомих ВР заводського виготовлення. Однак в Україні та інших країнах СНД такі ВР не набули великого поширення через їх нестабільність внаслідок стікання ДП в нижню частину свердловинного заряду, а також через складність розміщення цих ВР в обводнених масивах гірських порід. Багато науковців і виробничників працюють над розв'язанням цієї важливої для України проблеми – забезпечення країни ефективними та безпечними ВР. Зокрема, в ЗАТ "Техновибух" виконують у цьому напрямку комплекс теоретичних, експериментальних, конструкторських, дослідно-промислових робіт.

Автори пропонують призупинити стікання ДП шляхом зменшення його вмісту у вибуховій суміші і введення у суміш сенсифілізатора (порошку залізної руди) та вати полімеру. Технологією приготування таких вибухових сумішей передбачається зрощувати аміачну селітру рідким нафтопродуктом і опудрювати порошком залізної руди, потім додавати вату полімеру і перемішувати до рівномірного розподілу компонентів у суміші.

Для відпрацювання рецептурного складу ВР були виготовлені суміші з різним вмістом компонентів. Поліетиленові циліндри з товщиною стінки 4 мм, діаметром 120 мм і висотою 300 мм заповнювали сумішню масою 2500 г. Ініціювання здійснювалося від проміжного детонатора – наважки амоніту 6ЖВ масою 200 г. За показник ефективності заряду приймалася величина вм'ятини ґрунтової основи. Результати випробувань (табл. 1) показали, що домішка 3... 8 % порошку залізної руди і до 6 % вати полімеру підвищує ефективність вибуху. Стійка детонація спостерігалась при підриванні заряду ВР з вмістом вати полімеру до 10 %. Максимальні значення показника ефективності отримано при підриванні сумішей, що містять 4 % ДП, 4 % порошку залізної руди і 2 % вати полімеру. Для цієї вибухової суміші (суміш 1), а також суміші, що містить 2 % ДП, 4 % порошку залізної руди, 6 % вати полімеру (суміш 2), досліджувалися критичний діаметр детонації і відносна роботоздатність.

Таблиця 1. Результати порівняльних випробувань ефективності вибуху дослідних зразків ВР

Склад вибухової суміші, мас. %		Показник ефективності вибуху, мм, при вмісті вати полімеру, мас. %												
Порошок залізної руды	Дизельне пальне	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	15	30	50
10	4	16,5	17,0	18,2	18,0	-	-	16,4	-	13,0	9,0	-	-	-
8	4	24,5	25,0	26,4	26,0	25,5	25,0	24,1	-	21,1	12,0	6,0	-	-
8	0	10,0	-	-	10,5	-	-	11,0	-	11,5	-	B	-	-
6	4	26,0	27,2	27,0	26,8	-	-	24,8	-	22,0	10,2	-	-	-
6	2	22,3	23,0	23,1	23,0	-	-	24,5	-	22,8	12,8	-	-	-
6	0	10,0	-	-	11,0	-	-	12,2	-	12,8	12,0	B	-	-
4	5	16,3	17,6	16,0	15,2	14,0	-	13,0	-	10,0	6,5	5,0	4,0	B
4	4	26,5	27,5	28,6	28,3	28,0	27,1	26,2	25,2	23,0	11,0	5,5	3,0	-
4	3	25,0	26,4	27,6	27,0	26,8	-	24,5	-	22,0	10,8	6,5	4,0	-
4	2	21,5	22,2	23,0	23,3	24,0	26,0	27,5	25,2	23,3	10,0	-	-	-
4	1	19,8	20,5	21,0	22,0	22,6	23,0	23,3	23,3	22,8	9,8	9,1	7,0	B
4	0	10,8	-	-	11,8	-	12,6	12,8	-	13,4	14,0	B	-	-
3	4	26,0	-	28,1	27,6	-	-	25,7	-	22,5	11,0	5,4	-	-
3	2	21,0	21,8	22,5	23,0	23,0	-	24,0	23,8	22,9	10,0	-	-	-
3	0	9,0	-	-	10,0	-	-	11,2	-	12,8	B	-	-	-
2	4	7,5	7,8	-	8,0	-	-	9	-	9,8	6,8	-	-	-
2	0	B	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примітка: **B** – відмова вибуху.

Результати проведених випробувань свідчать про те, що критичний діаметр детонації в сумішах 1 і 2 дорівнює 90 і 110 мм відповідно. Роботоздатність вибухових сумішей визначалася методом воронкоутворення при підриванні зарядів висотою 1,5 м у свердловинах діаметром 250 мм, глибиною 3 м. З результатів випробувань (табл. 2) випливає, що роботоздатність вибухових сумішей 1 і 2 на 20...30 % більша від роботоздатності грамоніту 79/21.

Таблиця 2. Результати порівняльних випробувань роботоздатності вибухових сумішей

Вибухова суміш	Грамоніт 79/21	Грануліт КС-1	Суміш 1	Суміш 2
Об'єм воронки вибуху, м ³	11,7	10,6	14,0	15,2
Роботоздатність відносно грамоніту 79/21	1	0,9	1,2	1,3

Розроблені вибухові суміші 1 і 2 були названі відповідно тетрамон ГС2 і тетрамон ГС6. Інші фізико-хімічні і вибухові характеристики тетрамонів ГС були встановлені при проведенні контрольних випробувань (табл. 3).

Таблиця 3. Фізико-хімічні та вибухові характеристики тетрамонів ГС

Показники	Значення показників для	
	ГС2	ГС6
Кисневий баланс, %	-0,7	-3,5
Теплота вибуху, кДж/кг (ккал/кг)	3680(880)	3460(826)
Об'єм газів вибуху, л/кг, в т. ч. отруйних (в перерахунку на СО)	930 10	947 49
Насипна щільність, г/см ³	0,8...0,9	0,7...0,8
Швидкість детонації при насипній щільності, км/с	2,9	2,4
Чутливість до удару по ГОСТ 4545-88:		
частота вибухів у приладі 1, % (перетерта суміш)	28	20
нижня межа в приладі 2, мм	> 500	> 500
Чутливість до тертя у приладі К-44-3, кг/см ²	2925	2800

Важливою особливістю тетрамонів ГС є їх висока стисливість, обумовлена наявністю в складі ВР вати полімеру. Це дозволяє регулювати об'ємну концентрацію енергії по висоті заряду. На рис. 1 наведено залежність відносної деформації експериментальних зразків ВР (3 % ДП, 4 % порошку залізної руди, аміачна селітра і вата полімеру) від вмісту вати полімеру W при стискальному напруженні $\sigma = 0,1$ МПа. Аналіз залежності показує, що відносна деформація ВР нелінійно зростає при збільшенні вмісту вати полімеру до 10 %, причому різке зростання відносної деформації ВР спостерігається при $W = 2...8$ %.

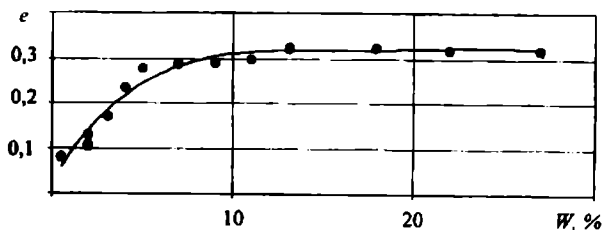


Рис. 1. Залежність відносної деформації ВР від вмісту в ній вати полімеру

Для визначення діапазону регулювання об'ємної концентрації енергії були проведені лабораторні та полігонні дослідження залежностей $e = f(\sigma)$ та $Q_0/Q_i = f(H_z)$, де $e = \Delta H/H_0$ – відносна деформація ВР; ΔH – зміна висоти заряду при стискальному напруженні σ ; H_0 – початкова висота заряду; Q_0, Q_i – об'ємна теплота вибуху відповідно неущільненої та ущільненої ВР, ккал/дм³.

Результати досліджень наведено на рис. 2, звідки випливає, що відносна деформація ВР в діапазоні навантажень 0...20 МПа змінюється від 0 до 0,34 для тетрамону ГС6 і від 0 до 0,19 для тетрамону ГС2, що значно перевищує відносну деформацію грануліту КС-1 і грамоніту 79/21. Це дозволяє регулювати величину відносної об'ємної теплоти вибуху в межах 0...34 % для тетрамону ГС6 і 0...19 % для тетрамону ГС2.

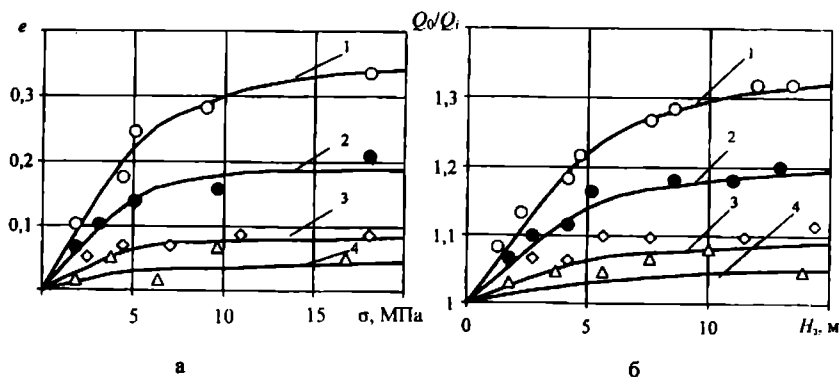


Рис. 2. Залежності відносної деформації ВР від стискальних напружень (а) та відносної об'ємної енергії Q_0/Q_i по висоті заряду H_z (б): 1 – тетрамон ГС6; 2 – тетрамон ГС2; 3 – грануліт КС-1; 4 – грамоніт 79/21

При формуванні заряду в еластичному з гладкого матеріалу рукаві стисливість тетрамонів збільшується, особливо якщо ВР знаходиться в

оболонці, діаметр якої менший за діаметр свердловини. Це пояснюється зменшенням сили зчеплення стовпа ВР з поверхнею свердловини. Таким чином, формуючи заряд безпосередньо в свердловині або в поліетиленовій оболонці з діаметром, більшим або меншим за діаметр свердловини, можна регулювати щільність заряду і об'ємну концентрацію енергії по висоті заряду. Слід зазначити, що формування зарядів у поліетиленових оболонках значно підвищує ефективність вибуху внаслідок наявності водного або повітряного проміжку між оболонкою та стінкою свердловини [3] і дозволяє підбирати оптимальні параметри імпульсу вибуху відповідно до властивостей руйнованих порід.

На цей час тетрамони ГС проходять промислові випробування на залізорудному кар'єрі ВАТ "Полтавський ГЗК". За період випробувань (01.09.1999–30.12.2001 рр.) було виготовлено і випробувано біля 800 т таких ВР. Заряди розміщували як у сухих, так і частково обводнених (до 1/3 висоти заряду) свердловинах. В останньому випадку тетрамони ГС заряджали в поліетиленові оболонки за технологією, розробленою ЗАТ "Техновибух" [4].

Аналіз результатів масових вибухів зарядів із тетрамонів ГС показав можливість:

- механізації приготування ВР і заряджання свердловин;
- регулювання щільності заряду, а, отже, об'ємної концентрації енергії вибуху;
- рівномірного дроблення порід, що забезпечується оптимальними або близькими до них параметрами імпульсу вибуху;
- зниження виходу некондиційних (переподрібнених та негабаритних) фракцій;
- підвищення безпеки підричних робіт завдяки відсутності у складі ВР тротилу та незначному виділенню отруйних газів при вибуху;
- зниження вартості підричних робіт не менше, ніж у 2 рази порівняно з грамонітом 79/21.

1. Барон В. Л., Кантор В. Х. Техника и технология взрывных работ в США. – М.: Недра, 1988. – 376 с.

2. Деревяльников П. А. Опыт производства и применения простейших гранулированных и эмульсионных ВВ в АО «Ураласбест» // Горный журнал. – № 11–12. – 1995.

3. Прокопенко В. С. Обгрунтування ефективності вибуху свердловинних зарядів у полімерних оболонках // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – К.: НТУУ "КПІ": ЗАТ "Техновибух". – 1999. – Вип. 1. – С. 52–67.

4. Гидроизолированные заряды неводоустойчивых ВВ при взрывах / В. Д. Воробьев, А. И. Крючков, В. С. Прокопенко, И. В. Косьмин // Уголь Украины. – К.: Техніка. – 1998. – № 10. – С. 15–18.