

УДК 622.232

Шатравка А.М., Манжос Ю.В., Галиакберова Ф.Н. (ДонНТУ)**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІОНООБМІННОЇ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ НА ОСНОВІ СУЛЬФАТУ АМОНІЮ**

В роботі представленні результати дослідження запобіжної вибухової речовини на основі сульфату амонію, визначення її енергетичних характеристик і запобіжних властивостей, проведення порівняльного аналізу нової вибухової речовини з існуючими вибуховими речовинами V і VI класів.

Ключові слова: запобіжна вибухова речовина, сульфат амонію, енергетичні характеристики, вугленіт, селективна детонація.

У вугільних шахтах, небезпечних за газом і вибухам вугільного пилу, дозволяється застосовувати при вибухових роботах лише запобіжні вибухові речовини (ЗВР). Щорічна витрата ЗВР у вугільних шахтах складає близько 3000 т. При цьому ЗВР IV класу — 2350...2400 т, V і VI класу — 600...650 т. Із аналізу аварій на вугільних шахтах в період з 1983 р. по 2008 р., який проводився МакНДІ, витікає, що 17 із 19 аварій можливо було б уникнути, якби на шахтах замість вибухових речовин (ВР) IV класу застосовували сучасні запобіжні ЗВР V–VII класів. Останніми роками суттєво знизилася використання ВР V і VI класів. До 1986 р. частка ЗВР V класу складала 30–40% від загальної кількості ЗВР, а VI класу — 10–15%. В 2008 р. кількість ЗВР V класу знизилася в три рази, а ЗВР VI класу — в два рази. Падіння попиту пов'язане з високою вартістю і невеликою ефективністю цих ЗВР, порівнянно з амонітами IV класу.

Перспективною задачею є розробка нових рецептур запобіжних ВР, які б мали достатні запобіжні властивості, високу ефективність при проведенні вибухових робіт та відносно низьку собівартість.

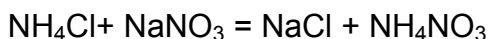
Метою даної роботи є дослідження іонообмінної ВР на основі сульфату амонію, визначення до якого класу належить новий зразок ВР за запобіжними властивостями і енергетичними показниками. Для досягнення поставленої мети потрібно проаналізувати вугленіти V і VI класу і новий зразок за енергетичними характеристиками.

Згідно з класифікацією ЄПБ ЗВР V класу використовують для підривання по вугіллю і породі в підземних виробках з підвищеним виділенням горючих газів, і на пласту, який небезпечний по вибуху пилу. До цього класу відносять: вугленіти 13П і 13П/1, але застосовують лише 13П, оскільки він має вищу працездатність. Новою розробкою є вугленіт П52. Рівень запобіжних властивостей характеризується розміром граничного заряду, під час підриванні якого у вибухонебезпечних сумішах метану і вугільного пилу з повітрям не відбувається запалення метано-повітряної суміші (МПС). Для ЗВР V класу граничний заряд складає 100 г під час випробування в кутовій мортирі.

ЗВР VI класу використовують для підривання по вугіллю і породі в виробках з підвищеним виділенням горючих газів, що проводяться в умовах, коли можливий контакт бокової поверхні шпурового заряду з МПС, яка знаходиться в тріщинах масиву, що перетинає шпур. Також для підривання у вугільних і змішаних забоях виробок, що повстають, в яких виділяється горючий

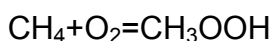
газ. До ЗВР VI класу відносять вугленіт 10П. Для цього класу граничний заряд складає 400 г під час випробування в кутовій мортирі.

Промислові ВР V–VII класів побудовано на принципі селективної детонації. Ідея полягає в наступному: ВР цього типу містять в своєму складі компоненти, що різко розрізняються за хімічною активністю, наприклад, нітрогліцерин (сенсibilізатор) і суміш хлористого амонію з нітратом натрію або калію. В процесі вибуху вони здатні взаємодіяти один з одним з виділенням тепла за реакцією:



Такі суміші вибухають вибірково (селективно), залежно від умов протікання детонації. При швидкому спаді тиску в продуктах вибуху, наприклад, під час підривання в шпурах, що перетинаються тріщинами, без внутрішньої гатки, відкритих або напіввідкритих зарядів, в детонаційній хвилі розкладається лише сенсibilізатор. Решта компонентів поводить як інертні речовини, що не встигли прореагувати між собою, і розкидаються із зони вибуху. При підриванні в замкнутій камері, наприклад, в шпурах з міцними стінками і внутрішньою гаткою, у вибуховому перетворенні беруть участь всі компоненти з повним виділенням енергії. Також, в якості компоненту, що впливає на селективність ВР, використовують полістирол. Під час підривання у закритому шпурі весь полістирол згорає зі швидкістю 25 мс., виділяється 100% енергії. Під час підривання відчиненим способом полістирол не запалюється, виділяється 30–50% енергії від теоретичної.

До того ж сіль, що утворюється в наслідок обміну іонами, є інгібітором горіння МПС. Ланцюговий характер займання МПС запропоновано Семеновим в 1934 році. Розгалуження ланцюга в реакції відбувається за рахунок проміжного продукту, який при розпаді утворює два радикали. Під час горіння метану проміжним продуктом є метилгідроперекис:



Радикали починають ланцюг окислення.

На поверхні солі протікає гетерогено-каталітична реакція перетворення активного проміжного продукту (метилгідроперекису) в кінцеві:



Сьогодні в основі іонообмінного процесу лежить реакція взаємодії нітрату натрію з хлоридом амонію, яка була запропонована в 1902 р. Біхелем. У 2003 р. Зеніним В. І. було винесено пропозицію: використовувати як іонообмінну пару солі нітрату натрію і сульфату амонію.

Був створений дослідний зразок ВР на основі вугленіту П52. Цей вибір обґрунтовано наступними принципами:

- відповідальним за інігібування горіння метану є метал, який входить до складу солі, і, в меншому разі, кислотний залишок. Найбільш інтенсивними інгібіторами реакції окислення метану слід вважати солі лужних металів, причому сіль калію більш активна за сіль натрію. До того ж, можна чекати високу активність солей літію і, навпаки, знижену активність солей цезію і рубідію. По аніону найбільш

активні галоїдні солі, до того ж фториди активніші за хлориди, йодиди і броміди. Сірчаноокислі солі активніші за карбонати і бікарбонати;

- активність інгібітору зростає зі збільшенням масової частки металу в солі: вміст натрію в хлориді — 39,3%, у сульфаті — 32,4%;

- досліді Дубнова показують дію різноманітних інгібіторів на параметри спалаху МПС: температура спалаху без інгібітору — 670°C, індукційний період 5,2 с; з хлоридом натрію — 730°C і 3,1 с; з сульфатом натрію — 740°C і 3,2 с.

Сульфат амонію є більш доступним і дешевим матеріалом і отже ЗВР на його основі будуть мати меншу собівартість.

Для визначення, яка з ЗВР є більш ефективна і безпечна при проведенні вибухових робіт в шахтах, небезпечних за газом і вибухам вугільного пилу, проведено розрахунок їх енергетичних характеристик. Цей розрахунок був зроблено на ЕОМ з використанням пакету Mathcad. В програмі наведено розрахунок теплоти вибухового перетворення, температури вибуху, повної ідеальної роботи вибуху, коефіцієнта корисної дії вибуху і тиску продуктів вибуху, складено рівняння вибухового перетворення.

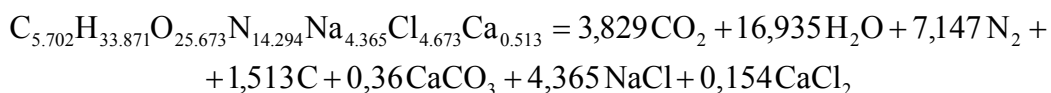
Компонентний склад нітроефіромістких ВР V і VI класів представлений у таблиці 1.

Таблица 1. Компонентный состав ВР

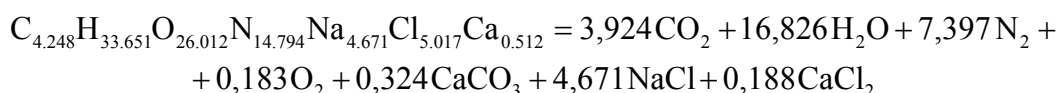
Найменування компоненту	Норма, % для нітроефіромістких ВР марки				
	Вугленіт П52	Вугленіт 10П	Вугленіт 13П	Вугленіт 13П\1	Новий зразок
Нітроефіри (суміш нітрогліцерину і діетиленглікольдиніту (60-70):(40-30))	11,5	10	13	13	11,5
Амоній хлористий	27	32	25	30	-
Сульфат амонію	-	-	-	-	28,5
Натрій азотнокислий	39	48	36,4	47,7	36
Стеарат кальцію або стеарат цинку	0,7	0,5	0,8	0,5	0,7
Хлопок колоїдний	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Полістирол, що спінюється, ПСВ-С	1	1,5	2,5	1,5	1
Селітра аміачна водостійка	15	-	15	-	15
Натрієва сіль карбоксиметилцелюлози	2	2	2	2	2
Кальцій вуглекислий	5	5	5	5	5

Після виконання розрахунку були отримані реакції вибухового перетворення для ЗВР V класу.

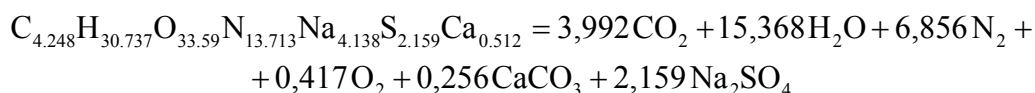
Реакція вибухового перетворення для вугленіту 13П:



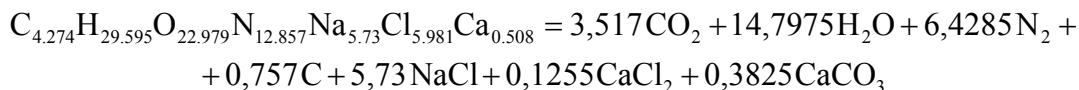
Реакція вибухового перетворення для вугленіту П52:



Реакція вибухового перетворення для нового зразку:



Реакції вибухового перетворення для ЗВР VI класу:



Розраховані енергетичні показники ЗВР наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Енергетичні показники ЗВР V класу

Показник	Вугленіт 13П	Вугленіт П52	Вугленіт 10П	Новий зразок
Кисневий баланс, %	-4,843	0,586	-1,2	1,3
Теплота вибуху, $\frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$	700,662	667	609,239	592,68
Температура вибуху, К	2152	2101	2020,2	1859,9
Початковий тиск газів, $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	4241,9	4205	3530	3498
Коефіцієнт корисної дії	0,658	0,67	0,63	0,63
Повна ідеальна робота вибуху, $\frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$	460,75	446,17	385,02	375,129
Об'єм продуктів вибуху, $\frac{\text{л}}{\text{кг}}$	625,22	634,6	554,24	596,58

На базі заводу ім. Петровського були проведені випробування на запобіжні властивості вугленіту П52 і нового зразку. Була визначена гранична маса заряду ВР, при якій не відбувається запалення МПС, під час випробування на кутовій мортирі з відбивною стінкою на відстані 0.6 м. Для вугленіту П52 ця маса складає 300 г, для нового зразку маса граничного заряду не менша, аніж у вугленіту 10П.

Після проведеної роботи можна зробити висновок, що нову ВР за запобіжними властивостями можна віднести до ЗВР VI класу.

Подальша робота буде спрямована на визначення оптимального співвідношення компонентів нової вибухової речовини, а також вивчення процесу інгібування горіння МПС сіллю сульфату натрію.

Література

1. Дубнов Л. В. Бахаревич Н. С., Романов А. И. Промышленные взрывчатые вещества / 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1988. — С. 360.
2. Светлов Б. Я., Яременко Н. Е. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ. — М.: Недра, 1973. — 208 с.
3. Руйнування гірських порід вибухом / М.Р. Шевцов, П.Я. Таранов, В.В. Левіт, О.Г. Гудзь. — Донецьк: ТОВ „Лебідь”, 2003. — 555 с.
4. Бутуков А.Ю, Манжос Ю.В., Варварок С.Г. Состояние взрывных работ на угольных шахтах Украины и меры повышения их безопасности // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. — Сборник научных трудов МакНИ, 2000.

© Шатравка А.М., Манжос Ю.В., Галіакберова Ф.Н., 2010

Поступила в редакцию 29.01.2010 г.