

НОВІ ПРОМІЖНІ ДЕТОНАТОРИ НА ОСНОВІ НІТРОМЕТАНУ ТА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ ДЛЯ ІНІЦІЮВАННЯ СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ

А. А. Желтоножко, докт. техн. наук, В. Р. Закусило, канд. техн. наук, Р. В. Закусило, інж. (ДержНДІХП, м. Шостка), П. В. Швидько, канд. техн. наук (концерн «Південруда»)

Представлены результаты исследований при разработке промежуточных детонаторов для скважинных зарядов на основе нитрометана и аммиачной селитры. Разработана рецептура промежуточных детонаторов и определены взрывчатые характеристики.

Наведено результати досліджень по розробленню проміжних детонаторів для свердловинних зарядів на основі нітрометану та аміачної селітри. Розроблено рецептуру проміжних детонаторів і визначено вибухові характеристики

Research results from development of intermediate detonators for hole charges on the basis of nitrometane and ammonium nitrate are presented. The compounding of intermediate detonators is developed and blast characteristics are defined.

На цей час в Україні для ініціювання свердловинних зарядів на відкритих гірничих роботах широко використовуються проміжні детонатори (ПД) на основі тротилу, наприклад марки Т-400Г, рідше ТГ-500 [1, 2]. Детонатор Т-400Г являє собою пресовану тротилу шашку циліндричної форми з центральним каналом під пучок з 4 ниток детонувального шнура. В останні роки, у зв'язку з розвитком неелектричних систем ініціювання свердловинних зарядів, в шашках додатково передбачають гніздо для капсульних засобів ініціювання. Шашки Т-400Г виготовляють шляхом пресування тротилу в прес-формах. Для підвищення механічної міцності бокові поверхні шашок Т-400Г обгортають папером, а для підвищення водостійкості – гідроізолюють по всій поверхні парафін-петролатумною мастикою. Їх роботоздатність значною мірою залежить від щільності, яка досягається пресуванням. Така шашка-ПД має масу 400 г, її виготовлення, зберігання та доставка до кар'єрів як готового до використання вибухового матеріалу належать до робіт з підвищеною небезпекою. Литі шашки марки ТГ-500 із сплаву тротилу з гексогеном також досить небезпечні при виготовленні та використанні.

Як ПД в Україні використовують також амоніт 6ЖВ (79 % аміачної селітри і 21 % тротилу) в поліетиленових оболонках масою не менше 400 г [3].

З розвитком систем неелектричного ініціювання («Нонель», «Примадет», «Імпульс» та ін.) були розроблені і використовуються тротилу шашки-детонатори ДПУ-830Тл та їх російські аналоги ТГФ-850Е, ТГФ-500Е.

У зарубіжній практиці знайшли використання пентолітові (ТЕН–тротил) шашки-ПД конічної форми. Наприклад, компанія «Trojan Corporation» виготовляє пентолітові шашки трьох типорозмірів діаметром 60, 86 та 117 мм і масою 280, 570 та 900 г з щільністю $1,6 \text{ г/см}^2$ і швидкістю детонації 7 800 м/с.

Таким чином, при виготовленні проміжних детонаторів для свердловинних зарядів в основному використовують потужні вибухові речовини (ВР). З підвищенням потужності застосовуваних для виготовлення ПД вибухових речовин збільшується небезпека при їх виготовленні та використанні.

Американська фірма «Slurry Explosive Corporation» пропонує потужні вибухові матеріали на основі сумішей невибухових компонентів. Так, наприклад, при змішуванні двох невибухових компонентів – твердого окислювача і рідкого пального – можна отримати вибухову суміш. Найбільший інтерес в цьому плані, на наш погляд, являє суміш окислювача – аміачної селітри (АС) та нітрометану (НМ).

Нітрометан CH_3NO_2 [4], найпростіша нітросполука аліфатичного ряду – безбарвна рідина з запахом гіркою мигдалю; температура кипіння $101,2 \text{ }^\circ\text{C}$, температура плавлення $29 \text{ }^\circ\text{C}$, температура спалаху парів у відкритому тиглі $45 \text{ }^\circ\text{C}$, щільність $1,138 \text{ г/см}^3$; розчиняється в воді (9,77 %), змішується зі звичайними органічними розчинниками (крім парафінів), є хорошим розчинником для багатьох органічних та неорганічних речовин, утворює азеотропну суміш з водою. Має низьку чутливість до удару (0...8 % для вантажу 10 кг і висоти 25 см) та тертя, чутливий до вогню. При обережному запалюванні горить. Нітрометан у чистому вигляді має досить великий критичний діаметр і низьку чутливість до детонації. Він стає вибухонебезпечним при нагріванні вище температури кипіння та в присутності окислювачів. Не детонує від капсуля-детонатора № 8.

Нітрометан – речовина, що негативно впливає на центральну нервову систему. Допустима концентрація парів у повітрі (ГДК) – 30 мл/м^3 . За шкідливою дією на організм людини відноситься до 4 класу небезпеки. В промисловості нітрометан звичайно одержують деструктивною нітрацією пропану. В ряді країн нітрометан використовується як добавка до дизельного пального для підвищення потужності двигунів або як пальне для авіамодельних двигунів тощо.

На основі викладеного вище викликає інтерес дослідження сумішей нітрометану та АС у різних співвідношеннях з точки зору їх використання як вибухового матеріалу. Аміачна селітра широко застосовується як мінеральне добриво, а також як компонент при виготовленні вибухових сумішей грамонітів. Були проведені термодинамічні розрахунки рецептур на основі АС та нітрометану за методом Авакяна [5]. Результати розрахунків наведені в табл. 1.

Термодинамічними розрахунками встановлено, що при додаванні нітрометану до АС в кількості до 25 % калорійність складу досягала 910 ккал/кг , об'єм газів, що виділяються під час вибуху, становить 939 л/кг , кисневий баланс $+5,17 \%$, швидкість детонації до $3,7 \text{ км/с}$.

Таблиця 1. Термодинамічні характеристики вибухових сумішей АС–нітрометан

Назва показників	АС–нітрометан				
	75:25	80:20	85:15	90:10	95:5
Кисневий баланс, %	+5,17	+8,14	+11,10	+14,04	+17,03
Теплота вибуху, ккал/кг	911	880	717	601	489
Температура вибуху, К	2543	2278	1964	1735	1489
Об'єм газів, л/кг	939	949	958	963	972
Швидкість детонації, м/с	3690	3370	2985	2370	1780

Примітка. Введення нітрометану в АС в кількості, що перевищує 26...28 %, є недоцільним, оскільки більша кількість його не поглинається селітрою.

Для виготовлення вибухового складу гранульовану АС подрібнювали в шарових млинах, просували і просіювали через сито з діаметром чарунок 0,4 мм. Для виготовлення вибухової суміші брали фракцію АС, що проходить через сито з діаметром чарунок 0,4 мм. Нітрометан ніякої підготовки не потребує.

Вибуховий склад і проміжний детонатор виготовляли безпосередньо на місці проведення вибухових робіт. При цьому компоненти – аміачна селітра і нітрометан – не є вибуховими матеріалами. Вибухову суміш отримують тільки після змішування цих двох компонентів.

Чутливість до детонаційного імпульсу досліджуваного складу проводили на випробувальній станції № 1 ДержНДІХП, куди доставляли компоненти і готували заряди у поліетиленових рукавах діаметром 30 мм. Для цього в поліетиленовий рукав, зав'язаний кордною ниткою, засипали АС, а потім вливали нітрометан із стакана або за допомогою шприца. Довжина заряду дорівнювала п'яти його діаметрам. Ініціювання проводили штатними засобами ініціювання промислових ВР: детонувальним шнуром (ДШ) ДША-12 або електродетонатором ЕД-8. У підготовлений таким чином заряд вставляли ДШ (на глибину двох діаметрів заряду) або ЕД-8 (повністю занурювали в склад).

Випробування показали, що склад на основі НМ і АС у співвідношенні від 5:95 до 25:75 чутливий до цих засобів ініціювання. Контрольні випробування складів на основі АС і НМ проводили на полігоні ДержНДІХП. Випробування проводили з метою визначення критичного діаметра, повноти і швидкості детонації.

Визначення критичного діаметра детонації. Критичний діаметр детонації визначали в зарядах конічної форми, у яких діаметр основи був більшим від шуканого критичного діаметра складу.

Заряд конічної форми виготовляли з паперу для патронування. Діаметр основи конуса становив 55 мм, довжина – 650 мм, кут конусності – 5°. Уздовж конуса були нанесені поділки, що позначали локальний діаметр конуса. Заповнення конуса вибуховим складом проводили невеликими порціями, ущільнюючи його струшуванням, щоб усунути пустоти. Маса ВР у конічному заряді становила 420... 460 г залежно від кількості нітрометану в складі. Ініціювання конусного заряду здійснювали електродетонатором миттєвої дії

ЕД-8. Діаметр, при якому відбулося загасання детонації заряду, визначали за залишком конуса після вибуху.

Визначення повноти детонації. Визначення повноти детонації ВР проводили за ГОСТ 14839.19-69, за методом А, на зарядах із паперу для патронування діаметром 30 мм, довжиною 300 мм, масою від 210 до 240 г. Ініціювання зарядів здійснювали електродетонатором ЕД-8. Заряди по черзі укладали на підривній площадці і підривали. Висновок про повноту детонації робили за наявністю воронки та відсутністю залишків ВР після вибуху.

Визначення швидкості детонації. Швидкість детонації складів на основі АС і НМ визначали методом Дотриша за ГОСТ 3250, який ґрунтується на порівнянні відомої швидкості детонації ДШ з невідомою швидкістю детонації випробуваної ВР.

Діаметр випробуваного заряду (D_3) становив не менше $2D_{кр}$, де $D_{кр}$ – критичний діаметр детонації. Довжина заряду була не меншою за п'ять діаметрів заряду. Для проведення випробувань використовували заряди з ВР, з паперу для патронування, діаметром 30 мм, довжиною 300 мм і масою 240 г та детонувальний шнур марки ДШЕ-12 зі швидкістю детонації 6,2 км/с.

Визначення здатності до передачі детонації на відстань. Визначення здатності передачі детонації на відстань проводилось на зарядах в циліндричних поліетиленових гільзах діаметром 30 мм. Результати випробувань наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Експериментальні вибухові характеристики сумішей АС–нітрометан

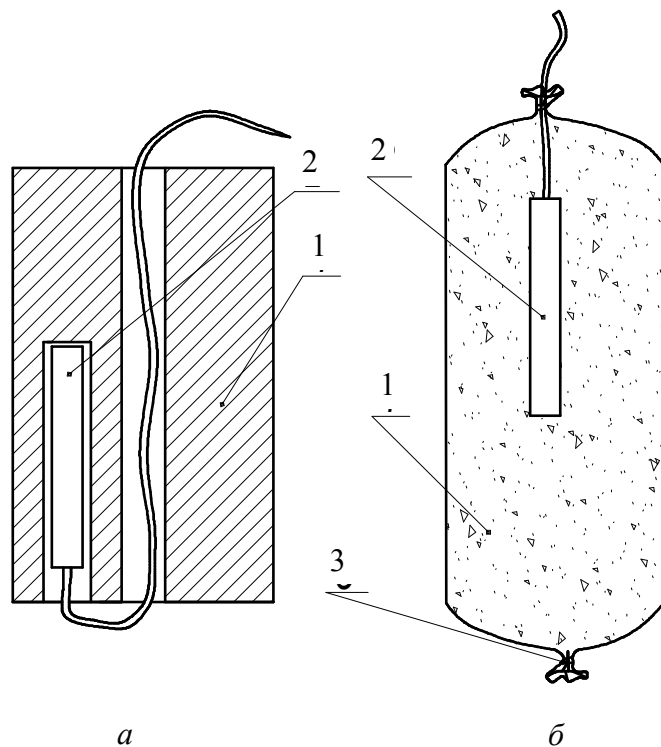
Показники	АС–нітрометан				
	75:25	80:20	85:15	90:10	95:5
Критичний діаметр, мм	5...6	6...7	7...8	8...9	10
Швидкість детонації, км/с	3,5...3,7	3,2...3,3	2,9...3,1	2,3...2,5	1,7...1,9
Повнота детонації	повна	повна	повна	повна	повна
Передача детонації між патронами, см	4...5	4...5	–	–	–

Для перевірки вибухового складу, який служив проміжним детонатором, були розглянуті заряди різної конструкції:

- 1) вибуховий склад у поліетиленовому рукаві;
- 2) вибуховий склад у спеціальному стакані з кришкою, виготовленому з допомогою термопластавтомата.

Спосіб виготовлення проміжного детонатора з допомогою поліетиленового рукава полягає в тому, що рукав діаметром 30 мм зав'язували з одного кінця кордною або шовковою ниткою чи металевою скобою (кліпсою). В рукав засипали підготовлену описаним вище способом АС, а потім в нього виливали вручну або з допомогою шприца нітрометан. У підготовлений таким способом патрон з ВР вставляли електродетонатор на всю його висоту, а рукав зверху зав'язували ниткою або металевою кліпсою, закріплюючи таким чином детонатор по вивідним кінцям і формуючи патрон – ПД. При використанні

спеціального стакана в нього засипали АС, заливали нітрометан і встановлювали на клею кришку. Конструкції зарядів допоміжних детонаторів наведені на рис. 1.



Конструкції розроблених проміжних детонаторів: *a* – поліетиленовий стакан з отворами під ЕД; *б* – поліетиленовий патрон-рукав; 1 – ВР; 2 – електродетонатор; 3 – герметизуюча кліпса

Маса патрона для проведення випробувань становила 100 г. Випробування проводили на кар'єрі Коростенського щебеневого заводу в свердловинах діаметром 180 мм та глибиною 18 м. Як основний свердловинний заряд застосовували емульсійну ВР анемікс масою 230 кг. Проміжний детонатор з вибухового складу встановлювали в нижній та верхній частинах основного заряду. Проміжний детонатор спрацював нормально, ступінь дроблення гірничої маси та проробка підшви уступу задовільні.

Таким чином, використання ПД, виготовлених на основі нітрометану і АС, дозволить знизити небезпеку при їх виготовленні та застосуванні і зменшити масу ВР в 1,5...3 рази порівняно з штатним ПД – шашкою Т-400Г.

Висновки

1. Запропоновано спосіб виготовлення вибухових сумішей шляхом змішування двох або більше невибухових речовин. Розроблено рецептуру вибухової суміші на основі аміачної селітри та нітрометану.

2. Проведено термодинамічні розрахунки вибухової суміші на основі аміачної селітри та нітрометану і визначено її вибухові характеристики.

3. Показано можливість використання розробленої вибухової суміші як проміжного детонатора для свердловинних зарядів. Запропоновано конструкції проміжних детонаторів, розроблені для використання з цією вибуховою сумішшю.

4. Попередніми випробуваннями на кар'єрі Коростенського щебзаводу встановлено можливість використання розроблених проміжних детонаторів з вибуховою сумішшю на основі аміачної селітри та нітрометану для ініціювання

свердловинних зарядів. Враховуючи високу чутливість розробленої вибухової суміші до ініціюючого імпульсу, масу заряду проміжного детонатора можна зменшити до 100 г.

1. ТУ У 3.50-14314452-061-96. Шашки-детонатори для промислових підривних робіт.

2. Щукин Ю. Г., Лютиков Г. Г. и др. Средства инициирования промышленных взрывчатых веществ. – М.: Недра, 1996. – 155 с.

3. ГОСТ 21984-76. Вещества взрывчатые промышленные. Аммониты водоустойчивые.

4. Орлова Е. Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. – Л.: Химия, 1981. – 312 с.

5. Авакян Г. А. Расчет энергетических и взрывчатых характеристик ВВ. – М., 1964. – 106 с.