

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАРЯДУ НА ОСНОВІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ ТА НІТРОМЕТАНУ

Роман Закусило<sup>1</sup>, Дарина Закусило<sup>1</sup>, Азер Шукуров<sup>2</sup>, Томаш Салачинський<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка, Україна

<sup>2</sup>Міністерство природних ресурсів Республіки Азербайджан, Баку, Азербайджан

<sup>3</sup>Інституту промислової органічної хімії, Варшава, Польща

**Введення.** Розробка та використання нових, низькошвидкісних вибухових складів, та заміна ними існуючих тротиломіських вибухових композицій являється актуальною науково-практичною задачею. Такі склади, наприклад, можуть використовуватися як проміжний детонатор-бойовик (ПД) для ініціювання свердловинних або шпурових зарядів при відбійці гірничих порід. [1-3]

Найрозповсюдженіші проміжні детонатори на основі тротилу, наприклад Т-400Г. Їх працездатність дуже залежить від щільності, що досягається умовами пресування (тиску). Крім того така шашка ПД має масу 400 г, її виготовлення небезпечно і проводиться в бронекабінах, а зберігання та доставка до кар'єрів, як готового до використання вибухового матеріалу, також небезпечно і потребує охорони.

**Задача досліджень.** В основу роботи поставлена задача розробити проміжний детонатор з компонентів, які не являються вибуховими. При цьому виготовлення вибухової речовини (ВР) і проміжного детонатору проводиться безпосередньо на місцях проведення вибухових робіт і не потребує специфічного зберігання та перевезень під охороною, як небезпечних вибухових речовин. Другою задачею є зменшення маси ПД при забезпеченні задовільної роботи колонкового заряду вибухової речовини при відбійці гірських порід за допомогою свердловин.

В якості вибухової речовини в ПД було запропоновано склад на основі аміачної селітри та нітрометану. При цьому ці компоненти - аміачна селітра і нітрометан, самі по собі не є вибуховими матеріалами. Вибухова речовина одержується тільки після змішування цих двох компонентів в деякій оптимальній пропорції. Аміачна селітра використовується в сільському господарстві як мінеральне добриво, а нітрометан використовується в ряді країн як добавка до дизельного палива для підвищення потужності двигуна, або добавкою до палива для авіамодельних двигунів, тощо.

Для виготовлення вибухового складу гранульовану аміачну селітру подрібнювали в шарових млинах, просушували і просіювали через сито з діаметром вічка 0,4 мм. Для виготовлення ВР брали фракцію аміачної селітри, що проходить через сито з діаметром вічка 0,4 мм.

Нітрометан  $\text{CH}_3\text{NO}_2$  представляє собою рідину з щільністю 1,138 г/см<sup>3</sup> й підготовки для виготовлення вибухівки не потребує.

Виготовлення ВР проводиться безпосередньо на прикар'єрному пункті, або на підриваємому блоці. Для цього аміачну селітру і нітрометан завозяться на такий пункт як невибухові матеріали.

Термодинамічними розрахунками [4] встановлено, що при додаванні нітрометану до аміачної селітри в кількості до 25% калорійність складу досягала 880 ккал/кг, об'єм газів, що виділяються при вибуху складає 949 л/кг, кисневий баланс +8,14 %, швидкість детонації 4,4 км/с.

**Результати досліджень.** Контрольні випробування вибухового складу проводили на випробувальній станції, куди доставляли компоненти. Чутливість до детонаційного імпульсу проводили на зарядах з поліетиленових рукавів

діаметром 30 мм. Для чоґо в поліетиленовий рукав, зав'язаний кордною ниткою засипали аміачну селітру, а потім вливали нітромаган із стакана або за допомогою шприца. Заряд вибухового складу мав довжину до 5 діаметрів заряду. Ініціювання приводили детонуючим шнуром ДША-12 і електродетонатором ЕД-8. В підготовлений таким чином заряд вставляли або детонуючий шнур, або ЕД-8. ДША-12 вставляли на глибину 2 діаметрів заряду, ЕД-8 повністю занурювали в склад.

Випробування показали, що склад на основі аміачної селітри і нітромагану у співвідношенні 80:20 і 70:30 чутливий до штатних засобів ініціювання промислових ВР: детонуючого шнура ДША-12 та електродетонатора ЕД-8.

Визначення критичного діаметра детонації.

Критичний діаметр детонації визначали в зарядах конічної форми [3], у яких діаметр основи був завідомо більше величини пошукового критичного діаметру вибухового складу.

Заряд конічної форми виготовляли з паперу для патронування. Діаметр основи конуса становив 55 мм, довжина – 65 см, кут конусності 50. Уздовж конуса були нанесені ділення, що позначають локальний діаметр конуса. Заповнення конуса вибуховим складом проводили невеликими порціями, ущільнюючи його струшуванням, щоб усунути порожнечі. Маса ВР у конічному заряді від 420 до 460 г залежно від кількості нітромагану в складі.

Ініціювання конусного заряду здійснювали електродетонатором миттєвої дії ЕД-8.

Діаметр, при якому відбулося загасання детонації заряду, установлювали по залишку конуса після вибуху.

Проводили по три паралельних випробування.

Визначення повноти детонації.

Визначення повноти детонації ВР проводили за ДСТ 14839.19 метод А на зарядах діаметром 30 мм із паперу для патронування, довжиною 300 мм, масою від 210 г до 240 г. Ініціювання зарядів здійснювали електродетонатором ЕД-8. Заряди укладали на підривній площадці по черзі і підривали. Про повноту детонації судили по наявності воронки та відсутності залишків ВР після вибуху. Проводили по три паралельних випробування.

Визначення швидкості детонації.

Швидкість детонації ВР складу на основі аміачної селітри й нітромагану визначали методом Дотриша, основаному на порівнянні відомої швидкості детонації детонуючого шнуру (ДШ) з невідомою швидкістю детонації випробуваного ВР.

Діаметр випробуваного заряду (Дз) становив не менш 2Дкр, де Дкр – критичний діаметр детонації. Довжина заряду - не менш п'яти діаметрів заряду.

Для проведення випробувань використовували заряди із ВР діаметром 30 мм, довжиною 300 мм і масою 240 г з паперу для патронування та детонуючий шнур марки ДШЕ-12 з відомою швидкістю детонації 6,2 км/с.

На боковій поверхні оболонки заряду намічали місця для встановлення в заряд кінців ДШ. Першу мітку (А) нанесли на відстані не менш 3 Дкр від верхнього торця заряду. Другу (В) – не менше 0,5 Дкр від нижнього торця заряду. Відстань між мітками прийняли за базу виміру L.

Від бухти ДШ брали відрізок довжиною не менше 4 м. Для запобігання висипання серцевини, зрізи на бухті й відрізу ДШ заклеювали липкою стрічкою.

На середину відрізка наносили мітку. Частина відрізка з міткою за допомогою липкої стрічки закріплювали над пластиною-фіксатором. В якості пластини-фіксатора використовували багатшарову фанеру розміром 650 × 200 × 25мм. Висота закріплення ДШ над пластиною-фіксатором від 20 мм до 30 мм.

Зібраний заряд укладали на місці підриву. В оболонці заряду, у раніше розмічених місцях, перпендикулярно боковій поверхні робили отвори й поглиблювали їх не більше ніж на 0,5 Дз. На максимально можливому видаленні від заряду розміщали пластину-фіксатор із закріпленим ДШ (схема наведена на рис.1). В якості ініціатора використовували електродетонатор миттєвої дії ЕД-8. Виконували підрив заряду. Після підриву на пластині-фіксаторі виміряли відстань  $h$  від мітки середини відрізка ДШ до сліду від зустрічі детонаційних хвиль. Проводили по три паралельних випробування.

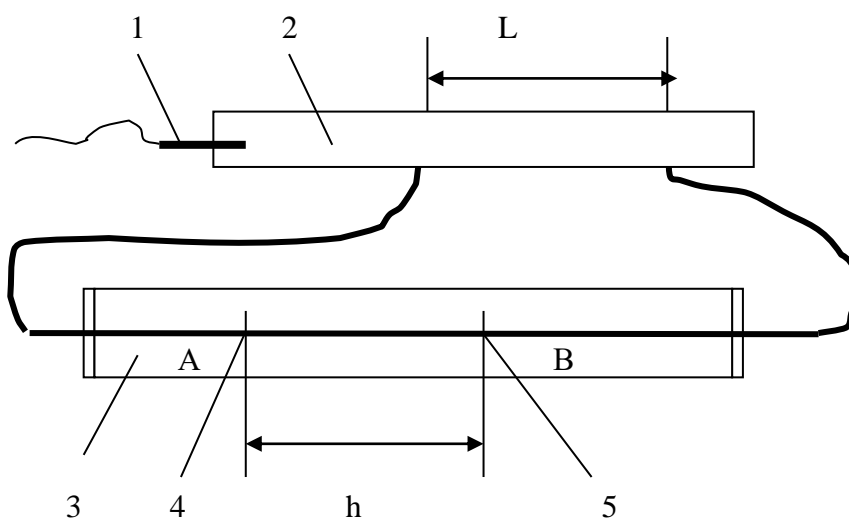


Рисунок 1 Схема визначення швидкості детонації по Дотришу: 1 – електродетонатор, 2 - ВР, 3 - пластина-фіксатор, 4 - мітка середини відрізка ДШ, 5 - слід від зустрічі детонаційних хвиль, L - база виміру, А та В - перша й друга мітка на заряді ВР

**Результати випробувань.** Конусні заряди детонували не повністю, виявлені залишки конусів, що дозволило визначити величину критичного діаметра детонації. Критичний діаметр детонації ВР склав:

склад 1 з 20% нітродетану - 5-6 мм;

склад 2 з 30% нітродетану - 6-7 мм.

Про повноту детонації судили по відсутності залишків ВР після вибуху. Всі патрони вищезазначених складів детонували повністю.

За результатами випробувань величину швидкості детонації  $U_d$  у км/с розраховували по формулі:

$$U_d = \frac{U_{ш} \cdot L}{2 \cdot h} ,$$

де  $U_{ш}$  - швидкість детонації детонуючого шнуру, км/с;

L - база виміру, м;

$h$  - відстань від середини відрізка ДШ до сліду від зустрічі детонаційних хвиль, м.

Швидкість детонації ВР складала:

склад 1 з 20% нітродетану - 4,5 - 4,8 км/с;

склад 2 з 30% нітродетану - 5,1 - 5,3 км/с.

**Висновки.** Досліджено вибуховий склад, який містить аміачну селітру, як окиснювач, та нітродетан, як паливо, при такому співвідношенні компонентів, мас.: аміачна селітра 70-80 %, нітродетан 20-30 %. Використання складу ВР на основі аміачної селітри та нітродетану в якості проміжних детонаторів на його основі є ефективним, дозволить зменшити небезпеку при транспортуванні компонентів та виготовленні ПД, тому що компоненти стають ВР безпосередньо на заборі під час зарядки та комутації вибуху. Крім того, зменшиться маса штатного ПД з 400 г до 50-150 г, тобто у 3-8 рази.

#### Список літературних джерел

1 Yuri Voitenko; Roman Zakusylo; Stefan Zaychenko. Influence of the Striker Material on the Results of High-Speed Impact at a Barrier. Cent. Eur. J. Energ. Mater. 2021, 18(3): 405-423.

2 Voitenko, Y.I.; Zakusylo, R.V.; Wojewodka, A.T.; Gontar, P.A.; Gerlich, M.M.; Drachuk, O.G. New Functional Materials in Mechanical Engineering and Geology. Cent. Eur. J. Energ. Mater. 2019, 16(1): 135-149.

3 Roman Zakusylo. Investigation of the initiating ability of conically shaped charges. Materiały Wysokoenergetyczne / High Energy Materials, 2018, 10: 69 – 76.

4 Авакян Г.А. Расчет энергетических и взрывчатых характеристик ВВ.- М., 1964.- 106 с.