

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 7th International Research and Practical Conference

**CHEMICAL TECHNOLOGY:
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VII Міжнародної науково-практичної конференції

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



Фармак



ISSN 2786-4898

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки збройних сил України
Публічне акціонерне товариство «Фармак»
Управління освіти Шосткинської міської ради
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 7th International Research and Practical Conference

**CHEMICAL TECHNOLOGY:
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VII Міжнародної науково-практичної конференції
**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**

(м. Шостка, 22-24 листопада 2023 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2023

УДК 66.01

Редакційна колегія:

Головний редактор Закусило Р.В., доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н., доцент.

Заступник головного редактора Павленко О.В., ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Відповідальний секретар Скуба Ю.Г. фахівець кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету.

Члени редакційної колегії:

Лукашов В.К. – професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор;

Середа В.І. – завідувач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.;

Худолей Г.М. – завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій, к.т.н.;

Тур О.М. – завідувач кафедри економіки та управління, к.е.н.;

Тимофійв С.В. – ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.х.н.;

Пригара І.О. – ст. викладач кафедри економіки та управління, к.е.н.

Збірник наукових праць VII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», м. Шостка, 22 - 24 листопада 2023 року. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 215 с.

ISSN 2786-4898.

Збірник містить наукові праці учасників VII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництва та наукових закладів України.

У збірнику висвітлюються актуальні питання спеціальної хімічної технології і виробництва боєприпасів, утилізації відходів виробництв різних галузей, енергозбереження, моделювання технологічних процесів, соціально-економічні аспекти виробництва та природокористування в умовах війни.

Збірник корисний робітникам хімічної промисловості, науковим співробітникам, аспірантам і студентам спеціальностей хіміко-технологічного та соціально-економічного профілів, фахівцям інформаційних технологій виробництва.

Наукові праці учасників конференції подаються в авторській редакції.

© Шосткинський інститут
Сумського державного університету, 2023
© Сумський державний університет, 2023

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАРЯДУ НА ОСНОВІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ ТА НІТРОМЕТАНУ

Роман Закусило¹, Дарина Закусило¹, Азер Шукуров², Томаш Салачинський³

¹Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка, Україна

²Міністерство природних ресурсів Республіки Азербайджан, Баку, Азербайджан

³Інституту 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 CH_3NO_2 представляє собою рідину з щільністю 1,138 г/см³ 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 відрізуку 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 багат шарову фанеру розміром 650 × 200 × 25 мм. 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.

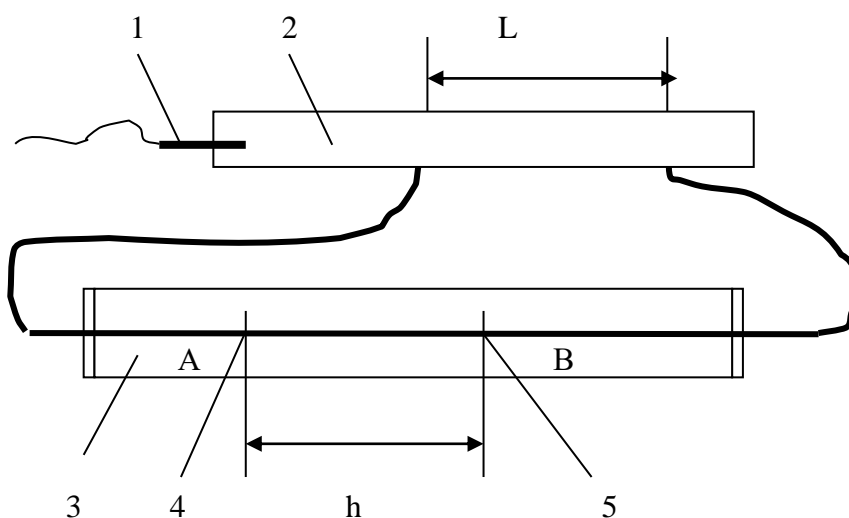


Рисунок 1 Схема визначення швидкості детонації по Дотришу: 1 – електродетонатор, 2 - ВР, 3 - пластина-фіксатор, 4 - мітка середини відрізка ДШ, 5 - слід від зустрічі детонаційних хвиль, L - база виміру, А та В - перша й друга мітка на заряді ВР

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% нітрометану - 5-6 мм;

склад 2 з 30% нітрометану - 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.