

кандидат технічних наук, доцент  
кафедри економічної кібернетики і  
маркетингового менеджменту  
Національного технічного  
університету «Харківський  
політехнічний інститут»  
e-mail: [pahanevich@gmail.com](mailto:pahanevich@gmail.com)

## ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ ВИРОБНИЦТВА ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

*Показана історія відкриття вибухових речовин на основі сполук зв'язаного азоту. З'ясовано основні промислові підприємства України – виробники таких сполук. Розглянуто перші вибухові суміші та створення димного пороху. Простежено шлях застосування вибухівки у військових справах на основі природної селітри. Установлено перше використання пороху в мирних цілях при розчищенні фарватеру р. Німан і в гірничих розробках. Значною віхою в історії створення вибухівки було одержання нітрогліцерину. Це дозволило створити цілу групу вибухових сполук. Створення динаміту стало переворотом у вибуховій справі.*

*У XIX та XX столітті великі матеріальні та людські ресурси були спрямовані на обслуговування замовлень воєнних технологій. Висвітлено створення сумішей на основі селітри, бездимного пороху, нітросполук. Показано значний внесок вчених у створення та розробку нових вибухових речовин. З'ясовано негативні наслідки використання вибухівки в мирний час. Доведено ефективність використання емульсійних вибухових речовин. Показано, що перехід на емульсійні вибухові речовини дозволило частково розв'язати проблеми з екологією, безпеки вибухових робіт, зменшити розкрадання вибухових речовин та знизити собівартість вибухових робіт.*

*Зроблений аналіз літературних джерел показує широке використання сполуки зв'язаного азоту для виробництва вибухових речовин. Технології виробництва вибухових речовин розвивалися в руслі світових тенденцій і давали адекватні відповіді на виклики часу.*

*У другій половині XIX століття почалось широке застосування нових вибухових речовин у військових цілях, гірничій промисловості і будівельних роботах. Широке використання знайшли вибухові сполуки: азотномісні ароматичні, аліфатичні і гетероциклічні органічні сполуки – нітросполуки, нітроефіри, нітроаміни та інші. У теперішній час продовжуються активні дослідження створення нових вибухових речовин на основі сполук зв'язаного азоту.*

**Ключові слова:** азот, вибухові речовини, історичні етапи, вчені, розробки, застосування.

### Постановка проблеми

Еволюція хімічної галузі проходила в тісному взаємозв'язку з цивілізаційними процесами, потребами розвитку суспільства, виробництва. Вони зумовлювали необхідність розвитку наукових знань, які створювали передумови для впровадження нових технологій, у тому числі для розвитку азотної промисловості, де сполуки зв'язаного азоту є основними. Аналіз архівних документів та літературних джерел дає змогу зробити висновок, що хімічна наука розвивалась і розвивається в руслі світових тенденцій і дає відповіді на виклики часу. Серед хімічних галузей знань провідна роль належить виробництвом на основі сполук азоту, наукові знання яких були використанні для вирішення конкретних прикладних завдань.

У XIX та XX столітті гігантські матеріальні та людські ресурси у хімічній технології одержання продуктів зв'язаного азоту були спрямовані на обслуговування замовлень воєнних технологій. Найкваліфіковані кадри, найбільші капіталовкладення спрямовувались у галузі військовопромислового комплексу, який не тільки забирав ресурси, але і позбавляв можливості розв'язувати важливі проблеми для людства.

Це в повній мірі відноситься до азотної промисловості, де продукти зв'язаного азоту є важливими для отримання вибухових сполук. Так, на початку XX ст. побудований перший азотно-туковий завод у Юзовці (1916 р.) військовим відомством для одержання

азотної кислоти, яку повністю використовували на виробництво вибухівки, пороху для військових потреб [1, 37–38].

Усі вибухові речовини за хімічним складом поділяють на індивідуальні сполуки та вибухові суміші. До індивідуальних вибухових речовин, що є хімічними сполуками на основі азоту, належать нітросполуки, зокрема ароматичного ряду (тринітротолуол, тринітрофенол), нітроаміни (гексоген, октоген), нітроефіри (нітрогліцерин, нітрогліколі, нітрат амонію) тощо.

З неорганічних сполук до вибухових речовин належить аміачна та калієва селітри. Найбільш поширеним видом вибухових сумішей є вибухові речовини, що містять як окиснювач – нітрат амонію (амоніти, амотоли, амонали) та суміші індивідуальних вибухових речовин, наприклад, динаміт.

Зрозуміло, що для виробництва вище перелічених вибухових речовин мають велике значення сполуки азоту. Тому важливі знання історичних відомостей про розвиток вибухових речовин, а в нашому контексті їх розвиток на основі використання сполук зв'язаного азоту.

Сучасні вибухові речовини, вибухова техніка, як і техніка взагалі, увібрали в себе багатовіковий досвід, творчі пошуки, плоди напруженої праці і таланту народних умільців, винахідників, інженерів, учених, зусиллями яких послідовно збагачується спадщина виробничого і наукового досвіду багатьох хіміків [2].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Детальний аналіз та глибокі дослідження в галузі впливу вибухових речовин на навколишнє середовище не знайшли свого висвітлення в наукових історичних працях. У працях П. В. Кузнецова [1], В. М. Скляренка, В. В. Сядро [2], М. Джуа [3], М. І. Баранова [4], В. А. Волкова, Є. В. Вонського, Г. І. Кузнецова [5] у деякій мірі в різних аспектах розглядалися питання створення вибухових речовин і на основі сполук зв'язаного азоту. Але ґрунтового історичного аналізу щодо проблеми науковцями не було зроблено.

**Метою** дослідження є історичний аналіз виробництва вибухових речовин на основі розвитку азотної промисловості, яка створює ґрунтовні підвалини для забезпечення обороноздатності країни, оскільки хімічні продукти цієї галузі використовуються для створення вибухових речовин.

#### **Викладення основного матеріалу**

Історія відкриття вибухових речовин – героїчні сторінки в літописі хімії. Часто хімік, який одержав нове з'єднання, не підозрював про те, що воно може вибухати і дорого оплачував своє відкриття (втратою пальців, зору, а іноді і життя). Так, у Чехії на заводі в місті Пардубіце стався потужний вибух нітрогліцерину. У результаті зруйновано було будівлю площею 100 квадратних метрів. На заводі з виробництва піротехніки в місті Ічунь на північному сході Китаю пролунав вибух, де було знайдено 13 загиблих. На казенному підприємстві «Шосткінський казенний завод «Зірка» (Сумська обл.) стався вибух: загинуло двоє випробувача боєприпасів. На превеликий жаль такі приклади не одиничні на заводах виробництва вибухових речовин.

Виробництва вибухових речовин в Україні були розташовані на 22 промислових підприємствах, серед яких Рубіжанський казенний хімічний завод «Зоря» (Луганська обл.); Шосткинський казенний завод «Імпульс» (Сумська обл.); Державне підприємство «Екоантілід» (Дніпропетровська обл.); ЗАТ «Інтер-Васт» (Кіровоградська обл.); промислово-виробниче підприємство ВАТ «Кривбасвибухпром» (Дніпропетровська обл.); підприємство ПРАТ «Інтер-вибухпром» (Полтавська обл.); Донецький казенний завод хімічних виробів (Донецька обл.) та інші. Усі ці хімічні підприємства мають вдалу технологію виробництва вибухових речовин. Першою вибуховою речовиною, яку винайшла людина, був чорний димний порох. Час відкриття й імена винахідників залишилися невідомими. Димний порох складається з калієвої селітри ( $KNO_3$ ), сірки, вугілля [3].

Близькі до пороху запалювальні суміші, до складу яких входила селітра, вперше з'явилися в Китаї, за одними даними на початку нашої ери, за іншими – в VIII–IX столітті нашої ери [4, 55].

Перша більш чи менш достовірною згадка про застосування димного пороху китайцями для військових цілей відноситься до 1232 року. У творі арабського вченого Хасана-ар-Раммаха (кінець XIII століття) наведено багато рецептів запалювальних сумішей, де була селітра, під назвами «китайська стріла» і «китайський вогняний спис», що ясно вказувало на запозичення пороху арабами в китайців [4, 56].

Ще в VII столітті у Візантії почали застосовувати запалювальну суміш, яка виготовлялась із калієвої селітри, сірки і нафти – «грецьке полум'я».

Ця суміш використовувалась для знищення фортець і кораблів ворога. Уже в ті часи було відомо явище, що деревина просрошена водним розчином  $\text{KNO}_3$  і запалена на повітрі продовжувала горіти і під водою за рахунок значного виділення кисню при розкладанні калієвої селітри [4, 55].

У XV столітті порох почали застосовувати в мінно-підривній справі для руйнування укріплень супротивника: при облозі Будапешта (Угорщина) в 1489 р. і Казані (Росія) в 1552 р. Уперше в світі для господарських цілей порох було використано у 1548 р. при розчищенні фарватеру р. Німан [4, 57].

Історія застосування вибухових речовин у гірничій справі почалася в Словаччині на руднику Банска-Штявниця під час проходження штольні в 1627 р., а до кінця XVII століття підривні роботи в гірничій промисловості застосовувалися майже у всіх країнах Європи [4, 63]. Але оскільки ефективність підривних робіт була невелика, вчені працювали над створенням більш потужних вибухових речовин. У роки бурхливого розвитку хімії, наприкінці XVIII і на початку XIX ст., були отримані перші нові більш ефективні вибухові речовини: нітробензол у 1834 р., нітронафталін у 1836 р., піроксилін у 1846 р. [4, 58].

Великою подією в галузі утворення вибухових речовин було одержання А.Собреро шляхом обробки гліцерину азотною кислотою при наявності сірчаної кислоти з отриманням нітрогліцерину у 1846 р. у м. Туріні в Італії. Це було, власне кажучи, кінцем епохи пороху і початком ери потужних вибухових речовин.

У чистому виді нітрогліцерин – безбарвна, отруйна, масляниста рідина. Температура спалаху 180 С, його горіння швидко переходить у вибух, дуже чутливий до механічних впливів (удару, тертя). На той час нітрогліцерин робили невеликими партіями. Спроби виготовляти його у великих кількостях закінчувалися вибухами, тому він мав обмежене застосування, а незабаром його перестали використовувати [4, 58].

У 1853 р. академік М. М. Зінін і полковник артилерії В.Ф. Петрушевський розробили технологію виготовлення нітрогліцерину у великих кількостях. Для зручності застосування вони провели експерименти з просочення різних невибухових речовин нітрогліцурином і в цьому ж році запропонували кілька видів нових вибухових речовин, аналогічних за складом майбутнім динамітам [4, 61–62].

Переворотом у вибуховій справі став іменно динаміт, який одержав у 1863 р. Альфред Нобель (Швеція). Його випуск він налагодив у 1866 р. на основі нітрогліцерину з добавкою 25 % мінералу – інфузорної землі (кізельгур), назвав цю пластичну вибухову речовину динамітом, що в перекладі зі шведського «сильний».

Рік потому іншими шведськими хіміками І. Ольсеном та Ш. Норбітом були отримані та запатентовані вибухові речовини на основі аміачної селітри, що одержали надалі назву амонітів. Упровадження цих вибухових речовин у промисловість було затримано більш ніж на 20 років, оскільки А.Нобель купив цей патент і технологію не використовували [4, 59–60].

У 1877 р. Мюллер запропонував вводити кристаллогідрати до складу динаміту, назвавши нову вибухову речовину ватеркізельгурдинамітом [5, 358]. Професор

Петербурзького гірничого інституту М. М. Чельцов десять років потому винайшов аміачно-селітрену суміш, так звану вибухову речовину «громобой» [5, 398].

У 1866 році французький хімік Тюрієн запропонував застосовувати в снарядах пікрінову кислоту, яку було відкрито раніше і протягом майже 100 років використовували як барвник [5, 421].

Д. І. Менделєєв у 1892 р. отримав бездимний порох і розробив беспечну технологію його виготовлення. Цей порох був прийнятий адміралом С. О. Макаровим для озброєння військово-морського флоту Росії [6, 19].

Знайшли своє застосування і інші нітросполуки, з яких найбільше значення мають тринітротолуол, або тротил, тринітрофенілметилнітроамін, або тетрил, циклотриметилентринітроамін, або гексоген, тринітроксилол, або ксиліл. Російський вчений О. В. Сапожніков у 1903–1909 рр. розробив теоретичні основи методів виробництва нітросполук та нітроєфірів. Починаючи з першої світової війни 1914–1918 років почалось широке застосування амміачно-селітрених вибухових речовин або амонітів [6, 37].

У середині 50-х років ХХ століття розроблені групи аміачно-селітрених вибухових речовин: потужних скельних амонітів з добавками гексогену, гранулітів і грамонітів на основі аміачної селітри, грубодисперсних вибухових речовин, які містять сполуки води і рідкі при високій температурі. Роботи виконувались на підставі дослідів академіка М. В. Мельникова, професора Г. П. Демидюка та інших [7, 89].

Від використання динамітів, що містять дуже чутливі і небезпечні у виробництві нітроєфіри, у більшості країн перейшли до застосування амонітів і амоналів, які містять як пальне беспечні тротил, гексоген і алюміній, а також використовують вибухові речовини, компоненти яких до змішування не вибухають.

У другій половині ХХ століття почалася епоха розробки нових вибухових речовин. Основи їх створення базуються на роботах вчених К. К. Андрєєва, О. І. Гольбіндера, Б. Ф. Россі, О. П. Глазкової, Л. В. Бубнова, М. С. Бахаревич, В. Ф. Старокожева, М. О. Анаскіна, В. Є. Александрова, Б. М. Кукіба. Великий внесок у розвиток вибухових речовин внесли українські вчені О. І. Селезньов, Ф. М. Галаджий, М. Л. Росинський, В. І. Зенін, В. М. Растрогуєв, М. К. Песоцький, С. О. Калякін. Завдяки зусиллям цих вчених були розроблені різноманітні вугленіти [8, 122].

У теперішній час, як і раніше, при виробництві на промислових підприємствах вибухових речовин відбуваються вибухи, гинуть та травмуються працівники. При їх використанні в атмосферу потрапляє мільярди літрів отруйних газів, велика кількість сажі, при цьому життєдіяльність людей зазнає значних матеріальних збитків.

Так, неабиякий резонанс мала подія у 1987 р. в м. Арзамасі. При перевезенні з невідомої причини на залізничному переїзді вибухнули шість вагонів із вибухівкою. Потужність вибуху можна було порівняти з потужністю тактичних ядерних боєприпасів і перевищувала 0,1 кілотонни. Від вибуху загинуло близько сотні людей, які перебували поблизу катастрофи. Аналогічна трегедія стала приблизно одночасно і в м. Свердловську (Росія), але висновків із цих катастроф так і не було зроблено.

Михайло Васильович Ломоносов у своїй праці «Дисертація про народження і природу селітри», написаній в 1749 р, показав, що вибухова сила пороху залежить від кількості теплоти, що виділяється, і найголовніше, від швидкості реакції. Він зробив відкриття фундаментального характеру: дією азотної кислоти на «жирні матеріали» можуть бути отримані потужні вибухові речовини [2, 11]. Перша праця з технології виготовлення вибухових речовин була опублікована О. О. Мусінім-Пушкіним, де зазначалось і про негативні наслідки, які можуть бути внаслідок дії незначних факторів при виборництві і експлуатації вибухових речовин. Пройшло майже 300 років, але постійно в засобах масової інформації з'являються негативні приклади, пов'язані з вибуховими речовинами. Адже виробники й постачальники вибухових речовин не хочуть втрачати ринок, яким є військовопромисловий комплекс, гірничодобувні підприємства

металургійної, вугільної, хімічної промисловості, промисловості будівельних матеріалів та інші галузі виробництва.

За минулі роки на підприємствах України не відбувалось кардинальних змін техніки й технологій виготовлення вибухових матеріалів і ведення вибухових робіт, що не дозволяє забезпечити необхідний сучасний рівень їх безпеки й ефективності, усунення негативного впливу продуктів зв'язаного азоту на навколишнє середовище. Один із шляхів повного унеможливлення розкрадання промислових аміачно-селітрових вибухових речовин при їх транспортуванні й застосуванні, а також істотного здешевлення вибухових робіт є використання емульсійних вибухових речовин. Виготовляється емульсійна вибухова речовина на місці майбутнього вибуху: компоненти змішуються безпосередньо в зарядних машинах, вони негігросопічні і дають у 10–30 разів менше шкідливих викідів, ніж ті, що містять тротил, основним компонентом якого є аміачна селітра. Звичайно після використання тротилу особливо в гірничодобувній промисловості відбувається розчинення й вимивання селітри ґрунтовими водами, внаслідок чого в них підвищується концентрація нітратів. Потім високомінералізований розчин потрапляє у водойми, викликаючи їх посилене цвітіння, сприяє появі різноманітних захворювань у людей і тварин. Тому більш безпечними для використання є емульсійні вибухові речовини, які абсолютно безпечні при збереженні, екологічно та економічно вигідні [9, 235].

Сьогодні всі вибухові речовини доставляються залізничним транспортом у звичайних вагонах, при цьому вони годинами простоюють на станціях. Вибухові речовини можуть бути перевезені і машинами через житлові масиви. Якщо з машиною станеться серйозна ДТП, то наслідки можуть бути дуже сумними. Особливо з огляду на те, що транспортні перевезення здійснюються без охорони й супроводження, не можна повністю унеможливити їх розкрадання. У теперішній час застосування тротилу (амонітів і амоналів) в цивільних цілях заборонено практично в усьому світі, крім країн СНД, тому що за шкідливістю впливу на організм людини він належить до високонебезпечних речовин і не менш небезпечні його продукти вибуху. Альтернативою тротилу (тринітротолуолу) в усьому світі служать емульсійні вибухові речовини.

#### **Наукова новизна результатів дослідження**

Вперше зроблено історичний пошук та дослідження виробництва вибухових речовин на основі розвитку азотної промисловості. Наведено історичні дати та науковців, які зробили значний внесок у розробку та впровадження хімічних сполук, компонентом яких є зв'язаний азот. Показано поступовий розвиток пошуків від простих речовин до більш складних та можливості їх використання подвійного призначення. З'ясовано екологічні наслідки використання вибухових сполук у мирних цілях. Показано шляхи зменшення впливу на навколишнє середовище.

#### **Висновки**

Аналіз літературно-архівних документів дає змогу зробити висновок, що сполуки зв'язаного азоту широко використовувались для виробництва вибухових речовин. Технології виробництва вибухових речовин, що містять сполуки азоту, розвивалися в руслі світових тенденцій і давали адекватні відповіді на виклики часу.

Багато сполук і сумішей, які мають вибухові властивості, були відомі давно, але лише в другій половині XIX століття, в зв'язку з розвитком артилерії і інших галузей військової справи, гірничої промисловості і будівельних робіт, почалось широке застосування нових вибухових речовин: азотновмісні ароматичні, аліфатичні і гетероциклічні органічні сполуки – нітросполуки, нітроефіри, нітроаміни.

Показано, що перехід на емульсійні вибухові речовини дозволило частково розв'язати проблеми з екологією, безпеки вибухових робіт, зменшити розкрадання вибухових речовин та знизити собівартість вибухових робіт.

#### **Літератури**

1. Кузнецов П. В. Історія розвитку азотної промисловості України (початок–кінець XX століття) : монографія / П. В. Кузнецов. – Харків : НТУ «ХП», 2009. – 272 с.

2. Скляренко В. М. Открытия и изобретения / В. М. Скляренко, В. В. Сядро. – Харьков : Веста, 2009. – 144 с.
3. Джуа М. История химии / М. Джуа. – М. : Мир, 1975. – 477 с.
4. Баранов М. И. Антология выдающихся достижений в науке и технике / М. И. Баранов. – Харьков : Изд-во «НТМП», 2011. – Т. 1. – 311 с.
5. Волков В. А. Выдающиеся химики мира: Биограф. справочник / В. А. Волков, Е. В. Вонский, Г. И. Кузнецова: [под ред. В. И. Кузнецова]. – М. : Высшая школа, 1991. – 656 с.
6. Покровский Г. И. Взрыв / Г. И. Покровский. – М. : Недра, 1967. – 254 с.
7. Ткачук К. Н. Взрывные работы в горнорудной промышленности / К. Н. Ткачук, П. И. Федоренко. – Киев : Вища школа. 1978 – 270 с.
8. Вовк А. А. Угрошение взрыва / А. А. Вовк. – Киев : Наукова думка, 1979. – 176 с.
9. Военная экология [И. Л. Айдаров, Б. И. Алексеев, А. В. Бударегин и др.]. – М. : «Русь-СВ». 2000. – 360 с.

#### References

1. Kuznuyetsov, P. V. (2009). Istoriya rozvitku azotnoi promislavosti Ukraïni (pochatok-kinets KhKh stolittya). Monografiya. Kharkiv: NTU «KhPI», 272.
2. Sklyarenko, V. M. & Syadro, V. V. (2009). Otkrytiya i izobreteniya. Kharkov: Vesta, 144.
3. Dzhua, M. (1975). Istoriya khimii. Moskow: Mir., 477.
4. Baranov, M. I. (2011). Antologiya vydayushchikhsya dostizheniy v nauke i tekhnike. Kharkov: Izd-vo «NTMP». T. 1, 311.
5. Volkov, V. A. (1991). Vydayushchiesya khimiki mira: Biogr. spravochnik / V. A. Volkov. E. V. Vonskiy. G. I. Kuznetsova: [pod red. V. I. Kuznetsova]. Moskow: Vysshaya shkola, 656.
6. Pokrovskiy, G. I. (1967). Vzryv / G.I. Pokrovskiy. Moskow: Nedra, 254.
7. Tkachuk, K. N. & Fedorenko, P. I. (1978). Vzryvnyye raboty v gornorudnoy promyshlennosti. Kyiv: Vishcha shkola, 270.
8. Vovk, A. A. (1979). Ukroshcheniye vzryva. Kyiv: Naukova dumka, 176.
9. Voyennaya ekologiya (2000). [Aydarov I. L. Alekseyev B. I. Budaragin A. V. i dr.]. Moskow: «Rus-SV», 360.

#### **KUZNETZOV Pavlo Volodymirovych,**

Candidate technical science, docent departments economic cybernetics and marketing management National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

e-mail: [pahanevich@gmail.com](mailto:pahanevich@gmail.com)

#### **THE USE OF NITROGEN COMPOUNDS FOR EXPLOSIVES MANUFACTURING**

*History of discovery of explosives on the basis of compounds of the connected nitrogen is shown. Main industrial enterprises of Ukraine that produce these compounds were found out. The first explosive mixes and a creation process of smoky gunpowder were considered. The way of explosive using in military affairs on the basis of natural saltpeter was analyzed. The first using of gunpowder was established for peaceful application for clearing a channel of the Neman River and for mining. Receiving nitroglycerine was a considerable achievement in creation of explosive. It has allowed to create the whole group of explosives. Creation of dynamite became revolution in explosive business.*

*In the 19th and 20th century big material and human resources were involved in maintenance of military technologies. Creations of mixes based on saltpeter, smokeless gunpowder, nitric compounds are considered. The significant contribution of scientists to creation and development of new explosives is shown. Negative effect of explosive using in a peacetime was found out. Efficiency of emulsion explosives using was proved. It is shown what using of emulsion explosives allowed to solve partially ecological problems; safety problems of explosive works, allowed to reduce plunders of explosives and to reduce cost of explosive works.*

*Надійшла до редакції 01.10.2016  
Затверджена до друку 20.10. 2016*