

**COLLECTION OF RESEARCH PAPERS**

of the 6th International Research and Practical Conference

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

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

VI 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 6th International Research and Practical Conference

### CHEMICAL TECHNOLOGY: SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION



## ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

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

(м. Шостка, 23-25 листопада 2022 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2022

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;

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

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

Бондар Н.Ю. – доцент кафедри економіки та управління, к.філ.н.;

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

Збірник наукових праць VI Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», м. Шостка, 23 - 25 листопада 2022 року. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 267 с.

ISSN 2786-4898.

Збірник містить наукові праці учасників VI Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництв 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, 2022  
© Сумський державний університет, 2022

## ТРУДНОЩІ ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ НЕБЕЗПЕКИ РЕЧОВИН У ПРОЦЕСАХ ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ

А.З.Маргарян

Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів, Шостка, Україна  
artmaz1975@gmail.com

Цілу епоху історії людства займає час від відкриття методу добичі вогню до винаходу чорного пороху. За цей час людство пройшло формації від первинно-общинного строю до феодалізму.

Не зважаючи на те, що селітра була відкрита в Китаї за сотні років до нашої ери, тільки в 600 році нашої ери китайський вчений Сунь-Си-мяо описав склад і рецепт приготування димного пороху (чорного пороху) [1].

Димний порох залишався єдиною вибуховою речовиною (ВР), яку використовували в металевих цілях, для спорядження гранат, для вибухових робіт аж до середини ХІХ віку. Лише тільки після отримання Клодом Бертолле 1786 році хлорату калію, який в подальшому шотландець Форсайт запропонував використовувати в якості складової частини ударного складу, з'явилась ще одна ВР.

Подальший прогрес в хімії привів до синтезу нітрогліцерину хіміком Асканіо Собреро в 1847 році. А вивчення властивостей цієї речовини Нобілем та іншими вченими привело до створення динамітів і капсуля-детонатора, а також було відкрито явище детонації, що поклато початок бурного розвитку бризантних вибухових речовин.

Бурний розвиток хімії, фізики, вибухової справи в ХХ віці привів до появи великої кількості ВР які мали різну чутливість до механічних впливів, промінню вогню, різну спроможність передавати детонацію тощо, а також використовувались в різних умовах.

Але виробництво, зберігання, транспортування та використання високоенергетичних матеріалів завжди пов'язано з можливістю не контрольованого вивільнення енергії [2].

Ну і як результат – значна кількість масштабних аварій, на шталт, вибуху аміачної селітри в Лондоні в 1896 році, в м. Оппау (Німеччина) в 1921 році (загинуло 561 людина та 1500 було травмовано).

Велика кількість аварій, що виникала, привела до необхідності визначення причин аварій та нещасних випадків, розробки методів випробувань для можливості визначення характеристик ВР, уніфікація випробувань, для можливості порівняння вибухових речовин між собою.

Так, наприклад, в США для вирішення проблеми безпечного зберігання вибухових матеріалів свого часу «Інститутом виготовлення вибухових речовин США» та незалежно від інституту компанією «Дюпон» були проведені випробування та встановлені імперичні залежності безпечних відстаней по передачі детонації від активного заряду до пасивного. Отримані рівняння вкладаються з загальною статечною залежністю  $r_d \sim Q_a^n$  де безпечна відстань між пасивним і активним зарядами має залежити від маси активного заряду зі змінним статечним показником n [3].

Нещасні випадки, велика кількість речовин тощо привело до необхідності класифікації вибухових речовин як за умовами застосування так і за ступенем небезпеки у процесах поведження з ними.

В ході розвитку цього процесу була розроблена велика кількість методів випробувань, але часто траплялось, що випробування для визначення однієї з характеристик ВР за різними методами не давали схожих порівняльних результатів. Так, наприклад, по даним Тейлора і Рінкенбах [6] чутливість до тертя стіфнату свинцю менше ніж чутливість азиду свинцю. А по даним Бубнова [7] відносна чутливість цих речовин зворотна.

Під час існування ще Радянського Союзу науково-дослідними інститутами, що були пов'язані гірничо-видобувною промисловістю, були розроблені методи випробування ВР та методики обчислення результатів для можливості віднесення тієї або іншої ВР до певного класу за умовами застосування. До 2014 року в Україні існували засоби для проведення цих випробувань. Після російської агресії Україна втратила цю науково-технічну базу. НВП «Зоря» в 2015 році розробила і виготовила більшу частину необхідного обладнання для проведення вищезгаданих випробувань, але в 2022 році росія повністю стерла з поверхні землі і завод і само місто Рубіжне, де розташовувалось підприємство. Таким чином Україна втратила і науково-технічну базу і виробника запобіжних ВР III, IV, V класів за умовами застосування, а наша гірничо-промисловість, і особисто вуглевидобувна, залишилась без запобіжних ВР. Навіть, якщо знайдеться виробник спроможний виготовляти запобіжні ВР він не зможе реалізувати товар без випробувань на відповідність умовам застосування.

Що стосується класифікації ВР за ступенем небезпеки у процесах поводження з ВР, то тут все було не однозначно. До 2014 року в Україні відповідальним за впровадження нових промислових ВР був Держгірпромнагляд (декілька разів назва змінювалась).

До цієї організації направляли пакет документів: проект технічних умов; акти контрольних випробувань ВР. Держгірпромнагляд розглядав документи вказував на недоліки та вимагав проводити додаткові випробування на їх розсуд. Після цього надавав дозвіл на проведення попередніх промислових випробувань та на проведення приймальних промислових випробувань. Далі вже йшла процедура сертифікації продукції.

Але все це стосувалось речовин, які спеціально розроблялись як вибухові речовини промислового призначення. Основними параметрами, які визначали під час контрольних випробувань, були чутливість до удару, чутливість до тертя, повнота детонації, швидкість детонації, критичний діаметр детонації.

Коли питання стосувалось речовин, які не були вироблені як вибухова речовина, то виникала проблема з процедурою визначення класу небезпеки. Така процедура вже існувала в «Керівництво по випробуванням і критеріям рекомендацій по перевезенню небезпечних вантажів» а також Україна підписала «Європейську угоду про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів».

Так у 2008 році на ГП «Хімічний завод «Південний» виникло питання щодо належності 3,5-динітробензойної кислоти до 1 класу небезпеки.

Результати випробувань чутливості до удару і до тертя показали низьку чутливість 3,5-динітробензойної кислоти, а саме 4% вибухів в приладі К-44-I, та при визначенні чутливості до тертя в приладі К-44-III - 5500 кгс/см<sup>2</sup> сили притискання.

Здавалось, що якщо відбуваються вибухи в випробуваннях, то слід відносити речовину до 1 класу небезпеки. Але, як зазначав в своїй монографії Холево [4],

навіть речовини котрі не є вибуховими речовинами здатні розкладатись з відповідними ефектами під час випробувань на чутливість до удару в силу деяких фізичних і хімічних особливостей речовини. Випробування на повноту детонації 3,5-динітробензойної кислоти в патронах діаметром 80 мм, під час яких використовували 400 г тротилову шашку в якості бустеру, показали схожі характеристики з аміачною селітрою (повна детонація виникає в 50 % випробувань).

Дану речовину визнали такою, що не відноситься до 1 класу небезпеки, виходячи з наступних причин:

1. Не зважаючи на те, що аміачна селітра здатна до детонації та відноситься до 5 класу підкласу 5.1, то і 3,5 динітробензойна кислота, яка має схожу здатність до детонації, може не відповідати класу небезпеки 1.
2. Ароматичні динітро сполуки (до яких належить і 3,5 динітробензойна кислота), можуть відноситися до класу небезпеки 6 підкласу 6.1. Наприклад динітробензол являється вибуховою речовиною, дуже стійкою до підвищених температур і малочутливою до механічних впливів (чутливість до удару менше, ніж у тротилу) [5]
3. У Німеччині та Польщі 3,5-динітробензойна кислота не є вибуховою речовиною, не має номеру ООН и не потребує спеціальних приписів для перевезення.
4. 3,5-динітробензойна кислота має невисоку чутливість до удару, як і динітробензол.

Отже щонайменше дві речовини, що мають схожі вибухові характеристики з 3,5-динітробензойною кислотою не були додані до 1 класу небезпеки, не зважаючи на те, що 1 клас небезпеки має пріоритет над підкласами 5.1 та 6.1. Можливо авторитет Німеччини і Польщі, де дана речовини не визнається вибуховою речовиною, послужили причиною не визнавати 3,5-динітробензойну кислоту вибуховою речовиною.

Таким чином не завжди здатність до вибухового перетворення, чи здатність реагувати на механічні чинники свідчить про необхідність включати речовини до 1 класу небезпеки.

Але, як би в Україні була матеріально-технічна база для проведення випробувань серії 1, що наведена в «Керівництві по випробуванням і критеріям» розробленому ООН, то можна було б опираючись на результати випробувань чітко відповісти на питання «чи відноситься 3,5динітробензойна кислота до 1 класу небезпеки».

Треба сказати, що «Керівництво по випробуванням і критеріям» має алгоритм та всі процедури випробувань для того щоб визначити чи належить речовина до 1 класу небезпеки, та визначити підклас та групу сумісності не зважаючи на те спеціально речовина розроблялась як ВР або ні.

У зв'язку зі зближенням з Європейськими країнами і поступовим переходом до Європейських стандартів, постає питання наявності матеріально-технічної бази, яка б давала нам можливість встановлювати або підтверджувати клас небезпеки і особливо це стосується 1 класу.

Також постає питання в створенні інституції, яка б мала певне уявлення в вирішенні питань пов'язаних зі зберіганням, транспортуванням, визначенням небезпечних вантажів.

Чому це так важливо, можна впевнитись на прикладі проблеми з якою зіштовхнулись українські енергетики. На однієї з АЕС виникло питання о можливості встановлення вибухонебезпечності контейнерів для перевезення солебітумного компаунду (СБК), який виготовляється для іммобілізації радіоактивних відходів. Причиною стало зацікавлення регулятора «Енергоатома» в визначені цього параметру, у зв'язку з встановленою седиментацією солей в бітумі під час застигання компаунду в контейнері.

Функції експертної організація в Україні з питань вибухових речовин покладено на Київський експертний центр (КЕЦ). Науковцями було запропоновано провести випробування серії 3 з «Керівництва по випробуванням і критеріям» ООН для тимчасового включення даного матеріалу в 1 клас, але без випробування №3с «Випробування на теплостійкість при 75<sup>0</sup>С» (відсутність обладнання). КЕЦ не взявся за цю роботу.

Єдиним шляхом вирішення виниклої проблеми уявляється проведення серії випробувань 1 з «Керівництва по випробуванням і критеріям» ООН та на основі результатів визначення приналежності СБК до вибухових матеріалів. У разі відповіді «так», далі слід йти по процедурі визначення підкласу і групи сумісності, а потім провести підбір інструкції пакування за «Європейською угодою міжнародних перевезень небезпечних вантажів», тим самим встановивши правила пакування виробу, а не вибухонебезпечність контейнерів. У разі відповіді «ні», застосовувати інструкції по пакуванню, які призначені тільки для радіоактивних матеріалів.

Випробування серії 1, 10 зразків СБК з урахуванням виготовлення і придбання всього устаткування в Україні, обійдеться приблизно в 1,5 млн. грн. Це все рівно дешевше ніж замовити ці випробування в Європі. Наприклад, у Франції, одне тільки випробування за Коєненом обійдеться в 40 тис. євро.

Зазначена сума була б в декілька разів меншою, якби матеріально-технічна база вже існувала.

Питання, що виникали і виникають, потребують наступних шагів з боку держави:

1. Повинна бути створена організація в структурі Держпраці, яка займається питаннями визначення речовин до класів безпеки.
2. Організація повинна бути не тільки для речовин та виробів призначених для народного господарства, а і для військової сфери, так як зараз дуже багато приватних компаній займаються розробкою різного роду військової зброї, де використовують вибухові матеріали які не пройшли процедури визначення підкласу безпеки та групи сумісності. Це стосується і державних підприємств.
3. Повинна бути створена, або придбана матеріально-технічна база для всіх випробувань зазначених в «Керівництві по випробуванням і критеріям» ООН. Не обов'язково створювати окрему організацію з штатом обслуговуючого персоналу, бо це покладе великі витрати на державний бюджет. Краще розподілити матеріально-технічну базу по підприємствам галузі до якої призначені ці випробування з залученням, у разі потреби, фахівців даних підприємств. Бажано розподіляти по серіям випробувань. Таким чином навантаження на бюджет воюючої держави буде мінімізоване.

4. Організація, яку необхідно створити в структурі Держпраці, повинна мати інформацію о всіх організаціях де розташована матеріально-технічна база для випробувань, а також повинна створити базу даних речовин, які пройшли випробування як тих речовин, що відносяться до певних класів небезпеки, так і тих, що не відносяться.
5. Зобов'язати всіх виробників пов'язаних з випуском вибухових матеріалів, як для народного господарства так і військового призначення, користуватись правилами пакування і перевезення, що зазначені в «Європейській угоді міжнародних перевезень небезпечних вантажів», а також критеріями, зазначеними «Керівництві по випробуванням і критеріям».

Вирішення зазначених в цій статті проблем приведе до створення серйозної науково-технічної бази, бази даних, полегшення системи класифікації та контролю виробництва промислових вибухових та невибухових речовин, матеріалів й виробів, і, як наслідок, до появи великої кількості наукових статей прикладного характеру з цих питань в Україні.

#### Список літературних джерел

1. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. М., «Машиностроение», 1972, 208 с.
2. Нишпал Г.А., Милехин Ю.М., Смирнов Л.А., Осавчук А.Н., Гусаковская Э.Г. Теория и практика взрывобезопасности энергетических материалов./ Под общ. ред. Нишпала Г.Н. – М.; ЦЭИ «Химмаш», 2002. – 140 с.
3. Барон Л.В., Кантор Л.Х. Техника и технология взрывных работ в США. – М., Недра, 1989. – 376 с.
4. Холево Н.А. Чувствительность взрывчатых веществ к удару. М., «Машиностроение», 1974, 136 с.
5. Орлова Е.Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1981 – 312 с.
6. Тейлор К., Ринкенбах В. Чувствительность инициирующих веществ к скользящему удару. – В кн: «Иницирующие взрывчатые вещества», Сб. I. М. – Л., ОНТИ, 1933, с. 29-36.
7. Бубнов П.Ф. Иницирующие взрывчатые вещества. М., Оборонгиз, 1940, 324 с.