



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XX Міжнародної науково-практичної
конференції молодих вчених, курсантів та
студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2025

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова: Василь **ПОПОВИЧ**, проректор з наукової роботи, д.т.н., професор;

Заступники голови: Ярослав **ІЛЬЧИШИН**, начальник науково-дослідного центру, к.пед.н.;

**Члени наукового
комітету:**

Oksana TELAK, MSFS, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences;

Jerzy TELAK, ASE, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences, Professor;

Bogusław KOGUT, Doktor inżynier, Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej;

Вікторія СЕРГІЄНКО, проректор з наукової роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, д.м.н., професор;

Максим СМІЛЕВСЬКИЙ, начальник управління безпеки департаменту міської мобільності та вуличної інфраструктури Львівської міської ради, к.ю.н.;

Олеся ВАЩУК, професор кафедри криміналістики Національного університету «Одеська юридична академія», Голова Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.ю.н. професор;

Дмитро КОБИЛКІН, учений секретар Університету, к.т.н., доцент;

Анастасія СИМАХОВА, професор кафедри бізнес-аналітики та цифрової економіки Національного авіаційного університету, перший заступник Голови Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.е.н. професор;

Ольга БАРАБАШ, професор кафедри історії, теорії та конституційного права ННІ права та правоохоронної діяльності ЛьвДУВС, Голова Ради молодих вчених, д.ю.н., професор.

Члени оргкомітету: **Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО**, заступник начальника центру – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру, к.т.н., ст. досл.;

Роман ЯКОВЧУК, начальник факультету цивільного захисту, д.т.н., доцент;

Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ, начальник факультету психології та соціального захисту, к.і.н., доцент;

Богдан БОЙЧУК, т.в.о. начальника факультету пожежної та техногенної безпеки, доктор філософії (PhD);

Ярослав КИРИЛІВ, провідний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру, к.т.н., с.н.с.;

Ольга МЕНЬШИКОВА, заступник начальника факультету цивільного захисту, к.ф.-м.н., доцент;

Андрій ДОМІНІК, заступник начальника факультету пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент;

Ігор КОВАЛЬ, заступник начальника факультету психології та соціального захисту, к.пед.н., доцент;

Тетяна ВОЙТОВИЧ, начальник відділу науково-редакційної діяльності науково-дослідного центру, доктор філософії (PhD);

Юрій КОПИСТИНСЬКИЙ, начальник докторантури-ад'юнктури, к.т.н.;

Володимир МАРИЧ, доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці, к.т.н., доцент;

Катерина СТЕПОВА, старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру, к.т.н., доцент;

Даниїл БЕГЕН, провідний фахівець відділу міжнародного співробітництва;

Ростислав ГРИНИК, науковий співробітник сектору науково-інноваційної діяльності науково-дослідного центру;

Андрій ГАВРИСЬ, заступник начальника кафедри цивільного захисту, к.т.н., доцент;

Олександр ЛЮБОВЕЦЬКИЙ, старший викладач кафедри цивільного захисту;

Олександра ПЕКАРСЬКА, викладач кафедри цивільного захисту;

Галина РОМАНСЬКА, викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці;

Олег ПАЗЕН, начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики, к.т.н.;

Іван ГРІДАСОВ, старший викладач кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики;

Валерія БАЛАЦЬКА, викладач кафедри управління інформаційною безпекою;

Лідія ВЕРБИЦЬКА, завідувач кафедри українознавства та міжкультурної комунікації, к.філол.н.;

Тетяна КОНІВЦЬКА, доцент кафедри українознавства та міжкультурної комунікації, к.пед.н., доцент;

Катерина КОРОЛЬ, викладач кафедри екологічної безпеки, доктор філософії (PhD);

Володимир-Петро ПАРХОМЕНКО, доцент кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт, к.т.н., доцент;

Назарій БУРАК, начальник кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій, к.т.н., доцент;

Руслана СОДОМА, доцент кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, к.е.н., доцент;

Олег КОВАЛЬЧУК, викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, доктор філософії (PhD);

Назар ШТАНГРЕТ, доцент кафедри безпілотних систем та робототехніки, к.т.н.;

Роман ЯРЕМКО, доцент кафедри практичної психології та педагогіки, к.психол.н., доцент;

Василь МАТУХНО, заступник начальника кафедри протимінної діяльності, к.т.н.

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка**

Климус М.В.

Друк на різнографі

Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк

Петролюк Н.І.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони:

(032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності:

Зб. наук. праць XX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2025. – 670 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами XX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів **«Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності»**.

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Цивільна безпека та протимінна діяльність.
- Пожежна та техногенна безпека.
- Менеджмент та організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності.
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.
- БПЛА, робототехніка та інформаційні технології у безпеці життєдіяльності.
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності.
- Промислова безпека та охорона праці.
- Природничі, біологічні та екологічні аспекти безпеки життєдіяльності.

© ЛДУ БЖД, 2025

Здано в набір 01.04.2025. Підписано до друку
28.04.2025. Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 41,87.

Гарнітура Times New Roman.
Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.
ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передруковуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

УДК 614.841

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЦЕОЛІТОВИХ ПОРІД ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ
ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ***Василь Слободян***Ференц Н.О.**, кандидат технічних наук, доцент**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Проведено дослідження природних цеолітів Сокириницького родовища Закарпатської області для зниження вибухонебезпечності та детонаційних властивостей аміачної селітри. Досліджено мікроструктуру, фізико-хімічні, рентгенофазові властивості цеолітових порід. Розрахунково підтверджено зменшення надлишкового тиску вибуху сумішей, які складаються з аміачної селітри і цеолітової породи.

Ключові слова: аміачна селітра, вибухонебезпека, детонаційні властивості, цеолітова порода, тиск вибуху.

**RESEARCH ON ZEOLITE ROCKS TO REDUCE THE EXPLOSION
HAZARD OF AMMONIUM NITRATE***Vasyl Slobodian***Ferents N.O.**, Ph.D. tech. Science, Associate Professor**Lviv State University of Life Safety**

A study of natural zeolites from the Sokyrnytsky deposit in the Zacarpathian region was conducted to reduce the explosiveness and detonation properties of ammonium nitrate. The microstructure, physicochemical, and X-ray phase properties of zeolite rocks were studied. The reduction of the excess explosion pressure of mixtures consisting of ammonium nitrate and zeolite rock was calculated and confirmed.

Key words: ammonium nitrate, explosion hazard, detonation properties, zeolite rock, explosion pressure.

Аміачна селітра – це мінеральне добриво для підживлення сільськогосподарських культур, яке містить 34,4% азоту в двох формах – швидкодіючій нітратній та повільно засвоюваній аміачній, що забезпечує високу його ефективність. Водночас нітрат амонію є компонентом різноманітних промислових вибухових речовин. Через те в багатьох країнах – Австралії, Китаї, Афганістані, Ірландії вільний продаж аміачної селітри заборонено або обмежено.

Метою роботи є дослідження цеолітових порід для зниження вибухонебезпечності та детонаційних властивостей аміачної селітри.

У склади для зберігання аміачної селітри максимальна кількість не повинна бути більше ніж 3500 т. Допускається тимчасове зберігання нітрату

амонію в упакованому вигляді на відкритому повітрі не більше одного місяця за умови забезпечення захисту його від опадів та ультрафіолетового випромінювання [1].

У роботі використовувати природні цеоліти Сокирницького родовища Закарпатської області. Застосування природних цеолітів для зниження вибухонебезпечності та детонаційних властивостей аміачної селітри зумовлено їх фізико-хімічними властивостями. Цеоліти – алюмосилікати, які містять оксиди лужних і лужноземельних металів і характеризуються впорядкованою регулярною структурою пор, в кристалічній ґратці цеолітів знаходяться молекули води, яка вилучається при нагріванні [2].

Цеолітова порода легко піддається механічній обробці – розмелюванню, розсіюванню на фракції, пресуванню, формуванню, що дає можливість створити різноманітні технічні форми. Середня густина цеолітової породи 1780...1900 кг/м³, пористість – 21,4...27,5 %, водопоглинання – 11...13 %, міцність на стиск – 45...75 МПа.

Рентгенофазові дослідження природних цеолітів показали, що цей матеріал складається в основному з клиноптилоліту ($d/n=0,898; 0,395; 0,296$ нм), невелика інтенсивність дифракційних максимумів $d/n=0,334; 0,245; 0,228; 0,181$ нм вказує на незначний вміст кварцу (SiO_2). За результатами хімічного аналізу, природний цеоліт має такий склад, мас. %: SiO_2 – 68,72; Al_2O_3 – 13,45; Fe_2O_3 – 1,63; CaO – 2,64; K_2O – 4,21; Na_2O – 2,35.

Аналіз мікроструктури цеолітової породи (збільшення у 10000 раз) показав, що їй властива пориста структура з виразною просторовою орієнтацією. Кристали основного мінералу – клиноптилоліту мають пластичний габітус, незважаючи на те, що він належить до каркасних алюмосилікатів, тобто його структура тривимірна із системою каналів і вікон.

Поведінка природних цеолітів в процесі зростання температури до 1000°C вивчалась з допомогою диференційно-термічного методу аналізу. При нагріванні цеолітової породи в температурному інтервалі до 200°C відбувається вилучення фізично зв'язаної води із гідрослюдястих мінералів. В цьому ж температурному інтервалі починається вилучення і цеолітної води клиноптилоліту, яке завершується при температурі 530 °C. Процеси дегідратації мінералів цеолітових порід є плавним і не супроводжуються руйнуванням структури.

У роботі проведено розрахунок надлишкового тиску вибуху для складського приміщення із аміачною селітрою згідно з методикою [3]. Аналізували суміші, які містили аміачну селітру і цеолітову породу (табл.1).

Таблиця 1

Розрахунковий надлишковий тиск вибуху сумішей аміачної селітри і
цеолітової породи

№ з/п	Склад суміші, % мас.		Надлишковий тиск вибуху, кПа
	Аміачна селітра	Цеолітова порода	
1.	50	50	5
2.	60	40	15
3.	70	30	25
4	80	20	35

Розрахунково підтверджено зменшення надлишкового тиску вибуху сумішей, які складаються з аміачної селітри і цеолітової породи. Зокрема, із збільшенням вмісту цеолітової породи тиск вибуху аміачної селітри зменшується. Це дає підстави для використання цеолітових порід для зниження вибухонебезпечності та детонаційних властивостей аміачної селітри.

Список літератури

1. Про затвердження Мінімальних вимог щодо безпеки та здоров'я працівників на роботі під час зберігання, пакування нітрату амонію та використання його для виготовлення комплексних і рідких мінеральних добрив: Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України 15.04.2021 р. № 775. *Офіційний вісник України*. 2021. № 37. С. 286.

2. Ференц Н., Матвіїв О. (2004). Дослідження процесів, що відбуваються при нагріванні цеолітового туфиту. *Пожежна безпека*, 4, 183-187.

3. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.[Чинний від 2017-01-01]. Київ, 2016. 31 с. (Інформація та документація).

References

1. On approval of the Minimum Requirements for the Safety and Health of Workers at Work during Storage, Packaging of Ammonium Nitrate and Its Use for the Production of Complex and Liquid Mineral Fertilizers: Order of the Ministry of Economic Development, Trade and Agriculture of Ukraine 15.04.2021 y. № 775. *Official Gazette of Ukraine*. 2021. № 37. P. 286.

2. Ferents, N., & Matveiv, O. (2004). The investigations of the process that proceed at heating rock of zeolite. *Fire safety*, 4, 183-187.

3. DSTU B V.1.1-36:2016. Determination of categories of premises, buildings and external installations according to explosion and fire hazard.[Acting from 2017-01-01]. Kyiv, 2016. 31 p. (Information and documentation).