



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 628.168:544.7

ВИКОРИСТАННЯ ЦЕОЛІТІВ ТА ГЛИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД МИЮЧИХ ЗАСОБІВ

Ірина Федів, доктор філософії

Катерина Степова, кандидат технічних наук, доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Aušra Mažeikienė, доктор технічних наук, професор

VU, Vilnius, Lithuania

У дослідженні розглядаються ефективні методи очищення стічних вод від поверхнево-активних речовин (ПАР) за допомогою природних сорбентів, таких як кліноптилоліт і глауконіт. Модифікація цих матеріалів підвищує їх адсорбційну здатність, що сприяє покращенню якості води та зниженню забруднення екосистем.

Ключові слова. Стічні води, поверхнево-активні речовини, глауконіт, кліноптилоліт.

USE OF ZEOLITES AND CLAYS TO PURIFY WASTEWATER FROM DETERGENTS

Iryna Fediv, PhD

Stepova Kateryna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Lviv State University of Life Safety

Aušra Mažeikienė, Doctor of Technical Sciences, Professor

VU, Vilnius, Lithuania

The study examines effective methods for treating wastewater from surfactants (PARS) using natural sorbents such as clinoptilolite and glauconite. Modifying these materials enhances their adsorption capacity, which contributes to improving water quality and reducing environmental pollution.

Keywords. Wastewater, surfactants, glauconite, clinoptilolite.

Для запобігання небезпечному впливу стічних вод на екологічну ситуацію необхідно не лише раціонально використовувати природні ресурси, своєчасно проводити демінералізацію, рекультивацію та фітомеліорацію порушених земель, а й впроваджувати ефективні технології очищення стічних вод. Одним із таких напрямків є використання природних сорбентів, зокрема кліноптилоліту та глауконіту [1]. Це дозволить зменшити викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище, покращити якість води та забезпечити стійкість екосистем, що є важливим для сталого розвитку та екологічної безпеки.

Поверхнево-активні речовини (ПАР) є небезпечними сполуками, що можуть дестабілізувати водну флору та фауну, шкодити людям і водним організмам [2]. Вони спричиняють утворення піни в річках, що призводить до евтрофікації озер і очисних споруд, підвищуючи розчинність забруднювачів у воді та загрожуючи планктонним видам [3]. Наявність ПАР у воді знижує її якість, викликаючи неприємний смак і запах, а також спричиняючи зміни в екосистемі [4]. Перфторовані ПАР були заборонені директивою ЄС через їхнє виявлення в воді та крові людини, хоча деякі галузі отримали спеціальний дозвіл на їх використання, коли вони є незамінними [5].

Глауконіт є перспективною неметалічною корисною копалиною, важливою для промисловості, а цеоліти потребують додаткових досліджень для оцінки їх потенціалу в адсорбційних технологіях очищення води [6]. Важливою особливістю є те, що ПАР з високою гідрофобністю збільшують токсичність молекул і погіршують якість води [7]. Цеоліти, зокрема вірменський цеоліт, є ефективними адсорбентами для видалення ПАР зі стічних вод. Наприклад, вірменський цеоліт має вищу адсорбційну здатність для СТАВ (284 мг/г), порівняно з SDS (113 мг/г), завдяки більшій гідрофобності СТАВ [8]. Модифікація цеолітів поверхнево-активними речовинами, такими як СТАВ, підвищує їх адсорбційну здатність для аніонних ПАР, таких як SDBS. Адсорбція ПАР на глинах також дає хороші результати, особливо за використання аніонних глин для адсорбції SDS, причому ефективність цього процесу зростає з підвищенням температури [9]. Важливо відзначити, що ефективність адсорбції ПАР на таких матеріалах можна покращити через створення композитів і гібридів з іншими матеріалами.

У висновку можна зазначити, що використання природних сорбентів, таких як кліноптилоліт і глауконіт, є перспективним і ефективним напрямком для очищення стічних вод від небезпечних ПАР. Модифікація цих матеріалів, а також їх комбінування з іншими матеріалами, дозволяє значно підвищити ефективність процесу адсорбції та зменшити негативний вплив на екосистеми. Враховуючи шкоду, яку ПАР завдають водним ресурсам і живим організмам, впровадження таких технологій є важливим кроком до сталого розвитку та екологічної безпеки. Продовження досліджень і розробка нових методів боротьби з водними забрудненнями є необхідним для забезпечення чистоти води та збереження природного балансу екосистем.

Список літератури

1. Stepova K., Fediv I., Mažeikienė A., Šarko J., Mažeika J. Adsorption of Ammonium Ions and Phosphates on Natural and Modified Clinoptilolite: Isotherm and Breakthrough Curve Measurements // *Water*. – 2023. – Vol. 15. – No. 10. – P. 1933.

2. Beltrán-Heredia J., Sánchez-Martín J., Barrado-Moreno M. Long-chain Anionic Surfactants in Aqueous Solution: Removal by *Moringa oleifera* Coagulant // *Chemical Engineering Journal*. – 2012. – Vol. 180. – P. 128-136.
3. Zanoletti A., Federici S., Borgese L., Bergese P., Ferroni M., Depero L. E., Bontempi E. Embodied Energy as Key Parameter for Sustainable Materials Selection: The Case of Reusing Coal Fly Ash for Removing Anionic Surfactants // *Journal of Cleaner Production*. – 2017. – Vol. 141. – P. 230-236.
4. Pal A., Pan S., Saha S. Synergistically Improved Adsorption of Anionic Surfactant and Crystal Violet on Chitosan Hydrogel Beads // *Chemical Engineering Journal*. – 2013. – Vol. 217. – P. 426-434.
5. Schuricht F., Borovinskaya S. E., Reschetilowski W. Removal of Perfluorinated Surfactants from Wastewater by Adsorption and Ion Exchange: Influence of Material Properties, Sorption Mechanism and Modeling // *Journal of Environmental Sciences*. – 2017. – Vol. 54. – P. 160-170.
6. Mykhailov V., Vyzhva S., Paiuk S. System Analysis of the Mineral Raw Material Base of Strategic Minerals of Ukraine // *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*. – 2022. – Vol. 4. – No. 99. – P. 36–44.
7. Zanoletti A., Federici S., Borgese L., Bergese P., Ferroni M., Depero L. E., Bontempi E. Embodied Energy as Key Parameter for Sustainable Materials Selection: The Case of Reusing Coal Fly Ash for Removing Anionic Surfactants // *Journal of Cleaner Production*. – 2017. – Vol. 141. – P. 230-236.
8. Harutyunyan L., Pirumyan G. Purification of Waters from Anionic and Cationic Surfactants by Natural Zeolites // *Chemistry and Biology*. – 2015. – Vol. 1. – P. 21-28.
9. Pavan P. C., Gomes G. de A., Valim J. B. Adsorption of Sodium Dodecyl Sulfate on Layered Double Hydroxides // *Microporous and Mesoporous Materials*. – 1998. – Vol. 21(4–6). – P. 659-665.

References

1. Stepova K., Fediv I., Mažeikienė A., Šarko J., Mažeika J. Adsorption of Ammonium Ions and Phosphates on Natural and Modified Clinoptilolite: Isotherm and Breakthrough Curve Measurements // *Water*. – 2023. – Vol. 15. – No. 10. – P. 1933.
2. Beltrán-Heredia J., Sánchez-Martín J., Barrado-Moreno M. Long-chain Anionic Surfactants in Aqueous Solution: Removal by *Moringa oleifera* Coagulant // *Chemical Engineering Journal*. – 2012. – Vol. 180. – P. 128-136.
3. Zanoletti A., Federici S., Borgese L., Bergese P., Ferroni M., Depero L. E., Bontempi E. Embodied Energy as Key Parameter for Sustainable Materials Selection: The Case of Reusing Coal Fly Ash for Removing Anionic Surfactants // *Journal of Cleaner Production*. – 2017. – Vol. 141. – P. 230-236.

4. Pal A., Pan S., Saha S. Synergistically Improved Adsorption of Anionic Surfactant and Crystal Violet on Chitosan Hydrogel Beads // *Chemical Engineering Journal*. – 2013. – Vol. 217. – P. 426-434.

5. Schuricht F., Borovinskaya S. E., Reschetilowski W. Removal of Perfluorinated Surfactants from Wastewater by Adsorption and Ion Exchange: Influence of Material Properties, Sorption Mechanism and Modeling // *Journal of Environmental Sciences*. – 2017. – Vol. 54. – P. 160-170.

6. Mykhailov V., Vyzhva S., Paiuk S. System Analysis of the Mineral Raw Material Base of Strategic Minerals of Ukraine // *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*. – 2022. – Vol. 4. – No. 99. – P. 36–44.

7. Zanoletti A., Federici S., Borgese L., Bergese P., Ferroni M., Depero L. E., Bontempi E. Embodied Energy as Key Parameter for Sustainable Materials Selection: The Case of Reusing Coal Fly Ash for Removing Anionic Surfactants // *Journal of Cleaner Production*. – 2017. – Vol. 141. – P. 230-236.

8. Harutyunyan L., Pirumyan G. Purification of Waters from Anionic and Cationic Surfactants by Natural Zeolites // *Chemistry and Biology*. – 2015. – Vol. 1. – P. 21-28.

9. Pavan P. C., Gomes G. de A., Valim J. B. Adsorption of Sodium Dodecyl Sulfate on Layered Double Hydroxides // *Microporous and Mesoporous Materials*. – 1998. – Vol. 21(4–6). – P. 659-665.

<i>Ірина Федів, Катерина Степова, ВИКОРИСТАННЯ ЦЕОЛІТІВ ТА ГЛИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД МІЮЧИХ ЗАСОБІВ.....</i>	<i>617</i>
<i>Кирил Савчин, Наталія Гринчишин, ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ СНІГОВОГО ПОКРИВУ В КАРПАТСЬКОМУ БІОСФЕРНОМУ ЗАПОВІДНИКУ</i>	<i>621</i>
<i>Максим Рудий, Ірина Кочмар, ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В МЕЖАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</i>	<i>624</i>
<i>Максим Федаш, Тарас Гембара, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТРІЩИН В ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЙ У СЕРЕДОВИЩІ ВОДНЮ ПРИ СКЛАДНОМУ НАПРУЖЕНОМУ СТАНІ.....</i>	<i>628</i>
<i>Марта Труш, Чмир О.Ю., ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІЙ ПАКЕТУ MAPLE ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРО РОЗПОДІЛ РЕСУРСІВ.....</i>	<i>633</i>
<i>Мар'ян Воробець, Уляна Хром'як, ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК (рН) ВОДИ У М. ВИННИКИ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</i>	<i>638</i>
<i>Олександра Жоріна, Наталія Гринчишин, МІНЕРАЛЬНІ ТА ОРГАНІЧНІ ВІДХОДИ ЯК ІНСТРУМЕНТИ ДОСЯГНЕННЯ ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ.....</i>	<i>642</i>
<i>Тетяна Пекарюк, Катерина Король, Василь Попович, ДЕСТРУКТИВНИЙ ВПЛИВ ВІЙНИ НА ЕКОСИСТЕМИ УКРАЇНИ ТА ГЛОБАЛЬНИЙ КЛІМАТ.....</i>	<i>647</i>
<i>Дмитро Горб, Іван Паснак, АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЧИННИКІВ НА ТРИВАЛІСТЬ РУХУ ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ДО МІСЦЯ ВИКЛИКУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ</i>	<i>651</i>