



**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

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

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВІЙНИ

Львів – 2026

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова: Дмитро **БОНДАР** – ректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, Заслужений працівник цивільного захисту України, доктор юридичних наук, доцент.

Заступники голови: Василь **ПОПОВИЧ** – проректор з наукової роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, професор;
Ярослав **ІЛЬЧИШИН** – начальник науково-дослідного центру Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат педагогічних наук.

**Члени наукового
комітету:**

Oksana TELAK – MSFS, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences;
Jerzy TELAK – ASE, Warszawa, Poland, Doctor of Sciences, Professor;
Boguslaw KOGUT – Doktor inżynier, Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej;
Вікторія СЕРГІЄНКО – проректор з наукової роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, доктор медичних наук, професор;
Анастасія СИМАНОВА – Голова Ради молодих вчених при Міністерстві освіти і науки України, професор кафедри фінансових технологій та бізнесу Національного університету “Київський авіаційний інститут”, доктор економічних наук, професор;
Дмитро КОБИЛКІН – учений секретар Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат технічних наук, доцент;
Ольга БАРАБАШ – завідувач науково-дослідної лабораторії актуальних проблем правозастосовної та правоохоронної діяльності навчально-наукового інституту права та правоохоронної діяльності, Голова Ради молодих вчених Львівського державного університету внутрішніх справ, доктор юридичних наук, професор;
Андрій ОСТАП'ЮК – перший проректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат юридичних наук;
Назарій КОВАЛЬ – проректор з персоналу Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор філософії;
Олександр ПРИДАТКО – проректор із навчально-методичної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат технічних наук, доцент;
Тарас БОЙКО – проректор з організації служби та підготовки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат технічних наук.

**Члени
організаційного
комітету:**

Ірина ФЕДІВ – головний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, доктор філософії;

Катерина СТЕПОВА – старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Тетяна СКИБА – науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, доктор філософії;

Ярослав КИРИЛІВ – провідний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник;

Олександра ЖОРІНА – фахівець відділу міжнародного співробітництва ЛДУБЖД;

Роман ЯКОВЧУК – начальник навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, доктор технічних наук, доцент;

Ігор КОВАЛЬ – начальник факультету психології і соціального захисту ЛДУБЖД, доктор педагогічних наук;

Богдан БОЙЧУК – начальник навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, доктор філософії;

Ольга МЕНЬШИКОВА – заступник начальника інституту з навчально-наукової роботи навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, кандидат фізико-математичних наук, доцент;

Андрій ДОМІНІК – заступник начальника інституту з навчально-наукової роботи навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Тетяна ВОЙТОВИЧ – начальник відділу науково-редакційної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, доктор філософії;

Юрій КОПИСТИНСЬКИЙ – начальник докторантури-ад'юнктури ЛДУБЖД, кандидат технічних наук;

Сергій ВОВК – доцент кафедри превентивної діяльності у сфері пожежної та техногенної безпеки навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Юрій ДОМАНСЬКИЙ – викладач кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД;

Андрій КУЗИК – завідувач кафедри екологічної безпеки навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, доктор сільськогосподарських наук, професор;

Надія СУШКО – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, доктор філософії;

Роман ВЕСЕЛІВСЬКИЙ – доцент кафедри цивільного захисту навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Олександр ХЛЕВНОЙ – доцент кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Лілія ПИЛИПЕНКО – старший викладач кафедри практичної психології та педагогіки факультету психології та соціального захисту ЛДУБЖД, доктор філософії;

Анна ІВАНІВ – викладач кафедри соціальної роботи, управління та суспільних наук ЛДУБЖД;

Руслана СОДОМА – доцент кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, кандидат економічних наук, доцент;

Петро СЕНИК – старший викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, кандидат юридичних наук.

**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 безпеки життєдіяльності в умовах війни: Зб. наук. праць XXI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУБЖД, 2026. – 1086 с.

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

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Цивільна безпека.
- Превентивна діяльність у сфері техногенної та пожежної безпеки.
- Менеджмент у безпеці життєдіяльності.
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.
- 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.
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності.
- Медицина в умовах воєнного стану.
- Сучасні наукові підходи до формування безпекового середовища.

© ЛДУ БЖД, 2026

Здано в набір 31.03.2026. Підписано до друку
23.04.2026. Формат 60x84/16. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 67,88.

Гарнітура Times New Roman.

Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД

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

ldubzh.lviv@dns.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 передрукуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.



**LVIV STATE UNIVERSITY
OF LIFE SAFETY**

**MATERIALS ARE PRINTED IN
UKRAINIAN, ENGLISH AND
POLISH LANGUAGES**

**COLLECTION OF SCIENTIFIC
PAPERS**

*XXI International Scientific and Practical
Conference of young scientists, cadets
and students*

**PROBLEMS AND PROSPECTS FOR
THE DEVELOPMENT OF LIFE
SAFETY UNDER WARTIME
CONDITIONS**

Lviv – 2026

EDITORIAL BOARD:

Chairman: **Dmytro BONDAR**, Rector of the Lviv State University of Life Safety, Honored Worker of Civil Protection of Ukraine, Doctor of Law, Associate Professor;

Deputy Chairman: **Vasyl POPOVYCH** – Vice-Rector for Research of the Lviv State University of Life Safety, Doctor of Technical Sciences, Professor;
Yaroslav ILCHYSHYN – Head of the Research Center of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Pedagogical Sciences;

Members of the scientific committee: **Oksana TELAK** – MSFS, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences;
Jerzy TELAK – ASE, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences, Professor;
Boguslaw KOGUT – Doctor of Engineering, WSB University in Dąbrowa Górnicza;
Viktoriia SERHIENKO – Vice-Rector for Research of Danylo Halatsky Lviv National Medical University, Doctor of Medical Sciences, Professor;
Anastasiia SIMAKHOVA – Head of the Council of Young Scientists under the Ministry of Education and Science of Ukraine, Professor of the Department of Financial Technologies and Business, National Aviation University “Kyiv Aviation Institute”, Doctor of Economic Sciences, Professor;
Dmytro KOBYLKIN – Academic Secretary of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;
Olha BARABASH – Head of the Research Laboratory of Current Issues of Law Enforcement and Policing Activity of the Educational and Scientific Institute of Law and Law Enforcement, Head of the Council of Young Scientists of Lviv State University of Internal Affairs, Doctor of Law, Professor;
Andrii OSTAPIUK – First Vice-Rector of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Law;
Nazarii KOVAL – Vice-Rector for Personnel of the Lviv State University of Life Safety, PhD;
Oleksandr PRYDATKO – Vice-Rector for Academic and Methodological Work of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;
Taras BOIKO – Vice-Rector for Service Organization and Training of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Technical Sciences;

**Members of the
organizing
committee:**

Iryna FEDIV – Chief Researcher of the Department for Organization of Research Activities, Research Center of LSULS, PhD;

Kateryna STEPOVA – Senior Researcher of the Department for Organization of Research Activities, Research Center of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Tetiana SKYBA – Researcher of the Department for Organization of Research Activities, Research Center of LSULS, PhD;

Yaroslav KYRYLIV – Leading Researcher of the Department for Organization of Research Activities, Research Center of LSULS, PhD in Technical Sciences, Senior Researcher;

Oleksandra ZHORINA – Specialist of the International Cooperation Department of LSULS;

Roman YAKOVCHUK – Head of the Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;

Ihor KOVAL – Head of the Faculty of Psychology and Social Protection of LSULS, Doctor of Pedagogical Sciences;

Bohdan BOICHUK – Head of the Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD;

Oliha MENSHYKOVA – Deputy Head for Academic and Research Work of the Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor;

Andrii DOMINIK – Deputy Head for Academic and Research Work of the Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Tetiana VOITOVYCH – Head of the Scientific Editorial Activity Department of the Research Center of LSULS, PhD;

Yurii KOPYSTYNSKYI – Head of Doctoral and Adjunct Studies of LSULS, PhD in Technical Sciences;

Serhii VOVK – Associate Professor of the Department of Preventive Activity in the Field of Fire and Technogenic Safety, Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Yurii DOMANSKYI – Lecturer of the Department of Fire Tactics and Rescue Operations, Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS;

Andrii KUZYK – Head of the Department of Environmental Safety, Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

Nadiia SUSHKO – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Occupational Health, Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, PhD;

Roman VESELIVSKYI – Associate Professor of the Department of Civil Protection, Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Oleksandr KHEVNOI – Associate Professor of the Department of Information Technologies and Electronic Communication Systems, Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Liliia PYLYPENKO – Senior Lecturer of the Department of Practical Psychology and Pedagogy, Faculty of Psychology and Social Protection of LSULS, PhD;

Anna IVANIV – Lecturer of the Department of Social Work, Management and Social Sciences of LSULS;

Ruslana SODOMA – Associate Professor of the Department of Law and Management in Civil Protection, Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD in Economic Sciences, Associate Professor;

Petro SENYK – Senior Lecturer of the Department of Law and Management in Civil Protection, Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD in Law.

<p>ORGANIZER AND PUBLISHER</p> <p>Technical editor, Computer typesetting</p> <p>Printing on a risograph</p> <p>Responsible for printing</p> <p>EDITORIAL OFFICE ADDRESS:</p> <p>Contact telephones:</p>	<p>Lviv State University of Life Safety</p> <p>Klymus M.V.</p> <p>Petrolyuk N.I.</p> <p>Petrolyuk N.I.</p> <p>LSULS, Kleparivska Street, 35 Lviv, 79007</p> <p>(032) 233-24-79, 233-00-88</p>
<p align="center">Problems and Prospects for the Development of Life Safety under Wartime Conditions: Collection of scientific papers XXI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Cadets and Students. – Lviv: LSU LS, 2026. – 1086 p.</p> <p>The collection is based on scientific materials of XXI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Cadets and Students "Problems and prospects for the development of life safety in wartime conditions".</p> <p>The collection contains materials from the following thematic sections:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Civil protection. ▪ Preventive activities in the field of technologic and fire safety. ▪ Management in life safety. ▪ Organization of emergency rescue operations and firefighting. ▪ Information technologies in life safety. ▪ Social, psychological and pedagogical aspects in life safety. ▪ Industrial safety and occupational safety. ▪ Natural, biological, and ecological aspects of life safety. ▪ Organizational and legal aspects of ensuring life safety. ▪ Medicine under martial law conditions. ▪ Modern scientific approaches to the formation of a safety environment. <p align="right">© LSULS, 2026</p>	
<p>Sent to the set on 31.03.2026. Signed to print 23.04.2026. Format 60x84/16. Offset paper. Conditional printing of sheets. 67,88. Headset Times New Roman. Printing on a risograph. Circulation: 100 copies. Printing: LSU LS Kleparivska Street, 35, Lviv city, 79007. ldubzh.lviv@dsns.gov.ua</p>	<p>The authors of the published materials are responsible for the accuracy of the facts, economic, statistical and other data, as well as for the use of information not recommended for open publication. When reprinting materials, a link to the collection is required.</p>

УДК 504.03

**ВІДПРАЦЬОВАНІ ШИНИ ЯК ЧИННИК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
СТІЙКОСТІ У ВОЄННИХ РЕАЛІЯХ***Назар Лисий***Василь Попович**, доктор технічних наук, професор
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Львів, Україна

Утилізація відпрацьованих шин у воєнних та кризових умовах є перспективним джерелом енергії та матеріалів. Піроліз, газифікація та високотемпературне спалювання забезпечують енергетичну автономність, мобільність та зменшення логістичних ризиків, сприяючи енергетичній стійкості військових і цивільних структур.

Ключові слова: відпрацьовані шини; енергетична стійкість; піроліз; газифікація; спалювання; воєнні умови; альтернативне паливо; мобільні установки.

**USED TIRES AS A FACTOR IN ENERGY SECURITY
OF A MILITARY CONTEXT***Nazar Lysy***Vasyl Popovych**, Doctor of Technical Sciences, Professor
Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

The recycling of used tires in wartime and crisis conditions represents a promising source of energy and materials. Pyrolysis, gasification and high-temperature combustion ensure energy self-sufficiency, mobility, and a reduction in logistical risks, thereby contributing to the energy resilience of military and civilian structures.

Keywords: used tires; energy resilience; pyrolysis; gasification; combustion; wartime conditions; alternative fuel; mobile units.

В умовах сучасних воєнних конфліктів питання енергетичної стійкості та незалежності набуває особливої актуальності. Відпрацьовані шини (ВШ) – один із найбільш поширених видів відходів, що накопичуються у великих обсягах як у цивільному, так і у військовому секторі. Їх утилізація традиційно розглядається як екологічна проблема, проте останніми роками зростає інтерес до використання ВШ як альтернативного джерела енергії, особливо у кризових та воєнних умовах, коли логістика постачання традиційних палив ускладнена або перервана. Енергетична безпека у воєнний час є критичною проблемою, що вимагає пошуку локальних і доступних джерел енергії [1].

Військові дії супроводжуються значним зростанням споживання енергоресурсів, а також накопиченням відходів, зокрема шин від автомобільної, бронетанкової та іншої колісної техніки. Водночас, забезпечення енергетичних потреб військових підрозділів часто ускладнюється через руйнування інфраструктури, блокування шляхів постачання та високі ризики для конвоїв з паливом. У таких умовах використання місцевих ресурсів, зокрема відпрацьованих шин, для отримання енергії може стати важливим фактором енергетичної стійкості та автономності військових частин [2].

Сучасна автомобільна шина – це складна багатокомпонентна система, що містить до 25 різних компонентів і для їх виробництва використовують понад 12 гумових сумішей. Основу складають натуральний та синтетичний каучук, які разом становлять 40–50% маси шини. Наповнювачі (сажі, кремнію діоксид, крейда) – близько 30%, армуючі матеріали (сталь, поліестер, віскоза, нейлон) – 10–15%, пластифікатори (олії, смоли) до 6%, вулканізатори (сірка, оксид цинку) до 6%, інші реагенти до 2%. З точки зору енергетичного потенціалу, важливими є високий вміст вуглецю (79,5–84,2%), водню (6,6–8,0%), сірки (1,3–2,5%), а також присутність цинку, кремнію, заліза, кальцію, алюмінію, магнію, свинцю, кадмію та інших елементів, що впливають на екологічні характеристики продуктів термічної деструкції [3, 4].

Відпрацьовані шини мають високу теплотворну здатність (табл. 1), яка становить 30–35 МДж/кг, що є співставним із кам'яним вугіллям і лише трохи нижчим за дизельне паливо. Завдяки цьому шини розглядаються як цінна вуглеводнева сировина для отримання енергії шляхом спалювання, піролізу або газифікації [3-5].

Крім того, використання шин як палива дозволяє економити дефіцитні енергоресурси (вугілля, нафта, газ), а також зменшувати залежність від імпорту пального у кризових умовах. Заміщення дизельного палива піролізним маслом з шин дозволяє скоротити викиди CO₂ на 2,7–3,2 кг на кожен кілограм заміщеного дизеля, заміна первинного технічного вуглецю регенований – на 1,8–2,2 т CO₂, а за рахунок високої питомої теплоти згорання (30-35МДж/кг) забезпечити енергетичну самодостатність перероблення [5].

Таблиця 1

Порівняння питомої теплоти згорання шин і традиційних палив

Вид палива	Питома теплота згорання (МДж/кг)
Відпрацьовані шини	30–35
Вугілля	24–29
Дизельне паливо	42–45
Природний газ	30–35 (у перерахунку на м ³)
Дрова (сухі)	12–16

Основні технології термохімічної утилізації шин включають піроліз (350–700°C), газифікацію (800–1400°C) та спалювання у високотемпературних печах (наприклад, цементні печі) [3-7].

Піроліз – це термохімічний процес розкладання органічних компонентів шин у безкисневому середовищі при температурах 350–700°C. Основними продуктами є піролізна олія (40–50% маси), піролізний газ (10–15%), відновлений технічний вуглець (30–40%) та металевий корд (10–15%). Піролізна олія містить 45–50% ароматичних вуглеводнів, 20–30% аліфатичних, 10–20% циклоalkanів, а також сірковмісні та азотовмісні сполуки. Його теплотворна здатність – 41–45 МДж/кг. Піролізний газ складається з H_2 , CH_4 , CO , C_2H_4 , C_3H_8 тощо, має теплотворну здатність 30–40 МДж/м³ і може повністю забезпечувати енергетичні потреби самого процесу піролізу. Відновлений технічний вуглець містить 80–90% вуглецю, 5–15% золи (переважно ZnO , SiO_2 , CaO , SO_3), має питому поверхню 30–120 м²/г. Для підвищення якості регенованого вугілля застосовують кислотне або лужне очищення, активацію, грануляцію тощо. Значною перевагою піролізних технологій є можливість реалізації процесів у польових умовах з використанням мобільних контейнерних установок, що особливо актуально у воєнний час. [3-5]

Газифікація шин – це процес часткового окиснення органічної маси при температурах 800–1400°C з утворенням синтез-газу (H_2 , CO , CH_4 , CO_2) для енергогенерації або хімічного синтезу. Залежно від типу газифікатора (повітряний, паровий, плазмовий) та окиснювача, склад синтез-газу може змінюватися. Парова та пароплазмова газифікація дозволяє отримати синтез-газ із вмістом H_2 до 50–60% і теплотворною здатністю 10–20 МДж/м³.

Високотемпературне спалювання шин здійснюється у цементних печах, котлах, електростанціях. При спалюванні шин за високих температур у цементних печах досягається повне згоряння органічної частини, а зола та метали утилізуються у складі клінкеру, що мінімізує екологічні ризики [3, 4]

Таблиця 2

Порівняння термохімічних технологій утилізації шин

Критерій	Піроліз	Газифікація	Спалювання
Продукти	Піролізна олія; піролізний газ; регенерований вуглець	Синтез-газ (H_2 , CO)	Теплова енергія; зола в клінкері
Температура	350–700°C	800–1400°C	>1450°C
Мобільність	Висока (контейнери)	Середня	Низька
Екологічна досконалість	Потребує очищення продуктів піролізу та (або) продуктів їхнього згоряння	Високі температури мінімізують утворення токсинів	Безпечна при правильній експлуатації

Продовження таблиці 2

Критерій	Піроліз	Газифікація	Спалювання
Енергетична незалежність	Висока, процес автогермічний	Середня, потребує підведення зовнішньої енергії	Висока, шини джерело енергії
Призначення	Паливо, матеріали	Електроенергія, хімічний синтез	Теплова енергія для високотемпературних промислових процесів

Піроліз шин – найбільш універсальна технологія, що дозволяє отримати як енергетичні, так і матеріальні продукти. Особлива актуальність піролізних установок воєнному і кризовому контексті зумовлена такими перевагами: мобільність, мобільні/контейнерні піролізні установки дозволяють розгорнути виробництво палива у польових умовах, на військових базах або у віддалених громадах; зменшення логістичних ризиків постачання пального; підвищення автономності тилових і польових підрозділів, можливість швидкого відновлення енергопостачання після руйнувань інфраструктури [2-5].

Основні екологічні ризики термічної утилізації шин пов'язані з викидами поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), діоксинів, фуранів, оксидів сірки та азоту, важких металів (Zn, Pb, Cd), мікропластику, а також з утворенням токсичної золи. Для мінімізації ризиків застосовують багатоступеневі системи очищення димових газів: мультициклонні, електростатичні, тканинні та керамічні фільтри, скрубери, системи селективного каталітичного та некаталітичного відновлення NOx, десульфуризацію піролізного газу, гідроочищення піролізної олії масла, адсорбцію на активованому вугіллі [5-6].

Відпрацьовані шини є цінним джерелом енергії та вторинної сировини, що може суттєво підвищити енергетичну стійкість у воєнних та кризових умовах. Висока теплотворна здатність шин, можливість отримання піролізного масла, газу, відновленого технічного вуглецю та металевого корду робить їх привабливими для використання як альтернативного палива та матеріалу. Сучасні технології утилізації шин – піроліз, газифікація, високотемпературне спалювання – дозволяють ефективно перетворювати відходи на енергетичні та матеріальні ресурси з мінімальним впливом на довкілля за умови впровадження систем очищення та контролю. Піроліз є найбільш універсальною технологією, що забезпечує комплексне використання всіх компонентів шини.

References

1. Tire Recycling: Feasibility and Profitability. *Plastics Engineering*, 2025. URL: <https://www.plasticsengineering.org/2025/05/tire-recycling-feasibility-and-profitability-008366/>
2. Ryczyński J., Kierzkowski A. Reliability of Fuel Supply Chains During Military Operations – Case Study. *TRANSBALTICA XIV: Transportation Science and Technology. TRANSBALTICA 2023. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*. Springer, Cham, 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52652-7_29
3. Pyshyev S., Lypko Y., Demchuk Y., Kukhar O., Korchak B., Pochapska I., Zhytnetskyi I. Characteristics and applications of waste tire pyrolysis products: A review. *Chemistry & Chemical Technology*, 2024, 18(2), 244–257. <https://doi.org/10.23939/chcht18.02.244>
4. Han B., Kumar D., Pei Y. et al. Sustainable transformation of end-of-life tyres into value-added products using thermochemical processes. *Carbon Research*, 2024, 3, 73. <https://doi.org/10.1007/s44246-024-00167-4>
5. Wu Y., Zhao Q., Xu J., Liu S., Xu J., Zhu H., Li G. On the Potential of Waste Tire Pyrolysis in Carbon Mitigation: A Review. *Recycling*, 2025, 10(5), 172. <https://doi.org/10.3390/recycling10050172>
6. Han W., Han D., Chen H. Pyrolysis of Waste Tires: A Review. *Polymers*, 2023, 15(7), 1604. <https://doi.org/10.3390/polym15071604>
7. Khurmatov A.M., Akhmedova K.S. Waste tires based pyrolysis for synthetic fuel and studying its properties. *Chemical Papers*, 2025, 79, 3883–3893. <https://doi.org/10.1007/s11696-025-04041-4>

З М І С Т / C O N T E N T

Секція 1 / Section 1

ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА

<i>Андрій Пушкевич, Василь Матухно</i> , ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ КЕРІВНИКІВ ПІРОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ.....	7
<i>Анастасія Леонова, Сергій Чеберячко</i> , ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ.....	11
<i>Андрій Кудля, Василь Матухно</i> , АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЮ ЗАХИЩЕНОСТІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РОБІТ З ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ.....	14
<i>Андрій Івановський, Юрій Антошків</i> , ПОВЕРЛІФТИНГ В ДЕРЖАВНІЙ СЛУЖБІ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	19
<i>Андрій Лисенко, Василь Матухно</i> , ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ В ЗОНАХ РОЗМІНУВАННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ.....	22
<i>Андрій Уманський, Володимир Будяцький</i> , АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ, ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ДАТЧИКІВ ВИЯВЛЕННЯ ВНП, ВСТАНОВЛЕНИХ НА БЕЗПІЛОТНІ ПІДВОДНІ АПАРАТИ.....	26
<i>Анна Коваль, Богдан Лішук</i> , ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПОЛІЦІЇ УКРАЇНИ З ІНШИМИ СУБ'ЕКТАМИ СЕКТОРА БЕЗПЕКИ Й ОБОРОНИ З ПИТАНЬ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ.....	30

- Гліб Скиба, Ангеліна Самар, ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ
ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ,
ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ.....** 790
- Дарія Давидчук, Юлія Михайлюк, ВОЄННИЙ КОНФЛІКТ ЯК
ФАКТОР ЗМІНИ КЛІМАТУ: МАСШТАБИ ТА НАСЛІДКИ.....** 793
- Зореслава Райко, Анастасія Сосновська, Людмила Мітюк,
ЕКОЛОГІЧНА СПАДЩИНА ВІЙНИ: ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ
ҐРУНТІВ ТА ПІДЗЕМНИХ ВОД ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ ТА
ЙОГО ВПЛИВ НА БЕЗПЕКУ НАСЕЛЕННЯ.....** 796
- Ірина Маруняк, Наталія Гринчишин, АДАПТАЦІЯ
РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ТЕРИТОРІЯХ ПРИРОДНО-
ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ ДО УМОВ
ВІЙНИ.....** 801
- Катерина Король, ДЕГРАДАЦІЯ ГІДРОХІМІЧНОГО СТАНУ
ПІДЗЕМНИХ ВОД ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВНАСЛІДОК
ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ.....** 805
- Михайло Іляшевич, Тарас Шуплат, Василь Попович, ЕКСПРЕС-
ДІАГНОСТИКА РІВНЯ ЖИТТЄВОСТІ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ
ПОСТПРОГЕННИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ
ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ.....** 809
- Назар Лисий, Василь Попович, ВІДПРАЦЬОВАНІ ШИНИ ЯК
ЧИННИК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ У ВОЄННИХ
РЕАЛІЯХ.....** 816
- Назар Смолій, Наталія Гринчишин, ЕКОЛОГІЧНА РИЗИКИ,
ПОВ'ЯЗАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛІВКОУТВОРЮВАЛЬНИХ
ПІН АFFF ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ.....** 821
- Олександр Коцюр, Василь Попович ГОРІННЯ ПОРОДНИХ
ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ
І ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ.....** 825