

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
SCIENTIFIC-TECHNICAL UNION OF CHEMMOTOLOGISTS
«IGOR SIKORSKY KYIV POLYTECHNIC INSTITUTE»
EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC INSTITUTE
OF ENERGY SAVING AND ENERGY MANAGEMENT
DEPARTMENT OF AUTOMATION
OF ELECTRICAL AND MECHATRONIC COMPLEXES

**THEORY AND PRACTICE
OF RATIONAL USE
OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE
FUELS AND LUBRICANTS
(Chemmotology Problems)**

X International Scientific-Technical Conference

Book of Abstracts

Kyiv, 2025

Approved by
Academic Council of the Educational and Scientific Institute
of Energy Saving and Energy Management
(Minutes № 13 of 29 May 2025)

Theory and Practice of Rational Use of Traditional and Alternative Fuels and Lubricants. X International Scientific-Technical Conference, Kyiv, 01–04 July, 2025: Book of Abstracts / *Under the general editorship of Prof. Sergii Boichenko*. – К.: Видавництво КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 135 p.

General Editor-in-Chief – Sergii Boichenko

The book of abstracts from the 10th International Scientific and Technical Conference, "Theory and Practice of Rational Use of Traditional and Alternative Fuels and Lubricants," brings together the results of fundamental and applied research in the fields of energy, transportation, and ecology. It presents the latest developments in improving the efficiency of traditional fuels, the development of hydrogen energy, biofuels, and synthetic energy carriers. Significant attention is paid to issues of energy security, environmental sustainability, and the introduction of innovative technologies in the industry and transportation sectors. The works presented cover the theoretical and practical results of research that are of great importance for decarbonization and sustainable development of the energy sector. The publication is intended for scientists, engineers, industry representatives, and students interested in current developments in energy and transportation technologies.

The authors are responsible for the accuracy of facts, quotations, proper names, and other information.

Contents

Chapter I Chemmotological Reliability and Technologies of Alternative Energy in Power and Transport.....	11
Перспективи Розвитку Водневої Енергетики в Україні.....12	
<i>Марія Лопушанська, Людмила Циганок, Наталія Ревуцька, Ольга Вергун</i>	
Prospects for the Use of Renewable Fuels in Power Infrastructure..14	
<i>Viktor Denysov</i>	
Second-Life EV Batteries as a Sustainable Alternative to Diesel Generators for Backup Power in Critical Infrastructure.....16	
<i>Ganna Kostenko</i>	
The Roles of Energy Security and Environmental Safety as Critical Factors in the Use of Traditional and Alternative Fuels and Lubricants.....18	
<i>Tatyana Eutukhova, Oleksandr Novoseltsev</i>	

Перспективи Модернізації Систем Спалювання Мазуту на ТЕС і ТЕЦ для Підвищення Ефективності та Зменшення Викидів.....	20
<i>Віталій Горський</i>	
Енергетичний Бенчмаркінг як Ефективний Інструмент Енергетичного Менеджменту.....	22
<i>Олександр Новосельцев, Павло Розен</i>	
Improving the Efficiency of Solid Fuel Use to Reduce the Carbon Footprint.....	25
<i>Michael Chemerinskiy, Violetta Popova</i>	
Liquid Hydrogen on Board: Technical Solutions and Safety Aspects.....	26
<i>Sergii Fil, Dmytro Berbenets, Andrii Khaustov, Oleksandra Urban, Oleksandr Bondarchuk</i>	
Certain Aspects of Hydrogen Use in Urban Public Transport.....	29
<i>Mirosław Śmieszek, Vasyl Mateichyk, Jakub Mościszewski</i>	
Current State and Future of Renewable Energy Sources in Road Transport	31
<i>Serhii Kovbasenko</i>	
Determining the Quality Indicators of Motor Gasolines Based on Chromatographic Analysis by Machine Learning Models.....	33
<i>Dmytro Lisafin, Kostiantyn Lutchenko</i>	
Model of Random Errors of UAVs During Zonal Navigation.....	35
<i>Pavol Kurdel, Natalia Gecejová, Marek Českovič</i>	
Evaluation of Small Gas Turbine Engine Operation Using Biojet Fuel.....	37
<i>Anna Yakovlieva, Rudolf Andoga, Ladislav Főző, Stepan Zubenko, Sergii Konovalov</i>	

Rational Use of Hydrogen and HVO in Road Transport.....	39
<i>Ruslana Kolodnytska</i>	
Assessment of Lubricant Layer and Wear in ICE Friction Units under Lubricant and Stroke Variations.....	41
<i>Oleksandr Milanenko, Ivan Bohdanov, Oleksii Kushch, Oleksii Vansovskyi, Maksym Pavlovskyi, Vadym Petrekutsy</i>	
Chapter II Energy Safety, Energy Efficiency, Energy Management, Technical Regulation & Environmental Safety and Development of Ecologistics, Systems of Utilization and Disposal of Transport and Energy Materials.....	44
Bio-hydrogen Application in the Context of Clean Energy.....	45
<i>Vira Sabadsh</i>	
Improving Energy Efficiency in Seed Pelletizing Technology.....	47
<i>Dmytro Semenenko, Yaroslav Kornienko, Serhii Haidai</i>	
Покращення Якості Електроенергії в Тяговій Мережі Залізничного Транспорту України.....	49
<i>Юрій Семененко, Ольга Семененко</i>	
Залізничний Транспорт на Шляху до Вуглецевої Нейтральності: Роль Альтернативних Паливно-Мастильних Матеріалів.....	51
<i>Олена Сорочинська</i>	
Вилучення Вуглекислого Газу для Підвищення Калорійності Біогазу.....	52
<i>Сергій Крушиневич, Геннадій Жук, Юрій Іванов</i>	

Aircraft Noise Requirements and Multilevel Impact Assessment of Noise Reduction Technologies in New Aircraft Design.....	56
<i>Kateryna Kazhan, Oleksander Zaporozhets, Vitalii Makarenko, Vadym Tokarev, Andrzej Chyla</i>	
Global and Local Emission Factors of New Aircraft Design.....	58
<i>Kateryna Synylo, Andrii Krupko, Vitalii Makarenko, Oleksandr Zaporozhets</i>	
Turboprop Aircraft Improvement for Clean Aviation Requirements and Goals.....	60
<i>Vitalii Makarenko, Olexandr Yakushenko, Vadim Tokarev, Kateryna Kazhan, Kateryna Synylo, Oleksandr Zaporozhets</i>	
The Impact of Road Transport on the Ecological Safety of the City and the Development of Ecology in Industrially Loaded Regions... Mykola Halaktionov, Viktor Bredun	62
Модель Оцінювання Рівня Ефективності Використання Електричної Потужності Виробничих Систем..... Віктор Розен, Анатолій Крючков	64
Chapter III Chemical, Biotechnology and Engineering.....	68
Modification of Petroleum Bitumen Using Humic Acids: a Comprehensive Study.....	69
<i>Myroslava Donchenko, Yuriy Prysiazhnyi, Taras Chipko</i>	
Obtaining and Properties of Surfactants of Plant Origin for Bitumen Modification.....	71
<i>Olha Poliak, Volodymyr Gunka, Ivan Sukhomlyn</i>	
Isobutyl Oleate from Ukrainian Oil Sources as Component for Lubrication Liquids: Synthesis and Properties.....	73
<i>Stepan Zubenko, Serhiy Konovalov, Lyubov Patrylak</i>	

Визначення Енергетичних Характеристик Газоподібних Палив.....	75
<i>Олександр Єфіменко</i>	
 Absorbtion of Liquid Hydrocarbons from Natural and Associated Petroleum Gas by Vaseline Oil.....	77
<i>Viktoriia Ribun, Sergii Boichenko, Iryna Tarasiuk, Roman Plaskon</i>	
 Підвищення Енергоефективності та Екологічності Двигунів Внутрішнього Згорання Використанням Воднево-Вуглеводневого Палива	79
<i>Станіслав Барташевський, Андрій Коверя, Ольга Пантелейєва</i>	
 Перероблення Нафтовмісних Відходів з Метою Одержання Компонентів Моторних Палив	81
<i>Олег Гринишин, Юрій Знак, Андрій Копач, Володимир Юзіфішин, Павло Німець</i>	
 Extractive Separation as a Novel Approach for Processing Gasoline Fractions Derived from Waste Tire Pyrolysis.....	83
<i>Serhiy Pyshyev, Yurii Lypko, Bohdan Korchak, Oleh Kukhar</i>	
 Enzymatic Degumming of Soybean Oil as a Fermentation-Based Strategy for High-Quality Biofuel Feedstock.....	85
<i>Andrii Semchuk, Yuriy Demchuk, Iurii Sidun, Myroslava Donchenko, Yurii Lypko, Olha Poliak, Andriy Karkhut, Volodymyr Gunka, Sviatoslav Polovkovych</i>	
 Finding New Ways to Purify Used Motor Oils	87
<i>Taras Chervinskyi, Petro Kazymyriiv, Igor Bilous</i>	
 Design Features of a Carbon Black Production Reactor with Modifications to Traditional Raw Material Components	89
<i>Dmytro Sheremeta, Olena Tertyshna, Kateryna Roienko</i>	

Зміна В'язкості та Лужного Числа Оливи Mobil Jet Oil 254 під час Експлуатації Гелікоптерів...	91
<i>Валерій Єфименко, Віктор Олександренко</i>	
Sorption Purification Of Hydraulic Oil AW-46.....	93
<i>Olha Sandul, Roksolana Korinenko, Anatoliy Ranskiy, Olga Gordienko, Bohdan Korinenko, Taras Titov</i>	
Prospects for the Production of Fuels and Lubricants from Coal in Ukraine.....	96
<i>Yevhen Shcherbyna, Vitaliy Makarov, Mykola Kaplin</i>	
Combined Oxidized Bitumens: Technology and Properties.....	98
<i>Vasyl Bohun, Olena Tertyshna, Olena Zinchenko, Oleg Tertyshniy</i>	
A New Type of Roofing Bitumen Materials from Ukrainian Oil Processing Residues	100
<i>Dmytro Aleksandrov, Yuri Khlibyshyn, Oleg Grynyshyn, Volodymyr Yuzyffyshyn</i>	
Low-temperature Pyrolysis of Polymer Waste.....	102
<i>Taras Chervinskyy, Ksenya Hrynyshyn, Andrii Radukh, Stanislav Hrynyshyn</i>	
Improvement of Thermal Cracking Technology for Heavy Oil Fractions.....	104
<i>Yuri Khlibyshyn, Vasyl Konyk</i>	
Математичне моделювання Комплексу Процесів Видобутку Енергетичних Копалин.....	106
<i>Анатолій Крючков, Віктор Розен, Микола Сергієнко</i>	

Chapter IV Modern Energy Technologies in Power and Transport.....	108
Research and Comparison of Alternative Motor Fuels Efficiency Under Full-Scale Invasion Conditions.....	109
<i>Iskander Khamdosh, Illia Tsyhanenko-Dziubenko, Galyna Skyba</i>	
Дослідження Параметрів Двигуна під час Використання Бензину та Етанолу.....	111
<i>Володимир Дубовик, Юлія Ліванідовська, Катерина Самчинська, Каріна Штангесєва</i>	
Можливості Використання Водню для Балансування Енергосистеми.....	115
<i>Богдан Максименко, Сергій Бойченко</i>	
Порівняння Кількісних та Якісних Показників Продуктів Піролізу Переробленням Гумових Відходів Різних Типів.....	117
<i>Костянтин Фута, Сергій Бойченко</i>	
Оцінювання Ризиків Забруднення Навколишнього Середовища під час Транспортування та Зберігання Нафтопродуктів.....	119
<i>Олег Демченко, Дмитро Поліщук, Петро Алтухов, Єгор Хиль</i>	
Екологічні Аспекти Утилізації Відпрацьованих Мастильних Матеріалів.....	121
<i>Дмитро Поліщук, Єгор Кучеренко, Іван Донін, Петро Алтухов</i>	
Вплив Додавання Біокомпонентів до Традиційних Палив на їх Екологічні та Експлуатаційні Характеристики.....	123
<i>Петро Алтухов, Богдан Ворона, Андрій Сорокін, Дмитро Поліщук</i>	

Utilization of TGS 821 Sensor in Hydrogen Leak Detection Systems.....	125
<i>Vitalii Borodii, Evgen Zaitsev, Bohdan Kromplyas, Anatolii Levytsky, Victoria Bereznychenko</i>	
Key Factors and Prospects for the Application of Pyrolysis in Plastic Waste Recycling.....	127
<i>Ihor Kuberskyi, Konstantin Futa, Ihor Levandovsky, Vladislav Ivanchenko</i>	
Concept of the AI Vision-Driven Powerline Avoidance for Manned and Unmanned Low-Altitude Flights.....	129
<i>Natália Gecejová, Marek Češkovič, Anna Yakovlieva</i>	
PLA Biodegradable Material for Medical Masks.....	131
<i>Anastasiia Fesenko, Denys Baklan, Oksana Bozhok</i>	
How can the “Three Sisters” Model be Applied to Modern Human Nutrition?.....	133
<i>Nadiia Adamchuk-Chala, Yelyzaveta Chala</i>	

Chapter I.

Chemmotological Reliability and Technologies of Alternative Energy in Power and Transport

Перспективи Розвитку Водневої Енергетики в Україні

^{1,2}Марія Лопушанська, ¹Людмила Ізиганок, ²Наталія Ревуцька, ³Ольга Вергун

¹Асоціація професіоналів довкілля «РАЕВ»

²Громадська організація «Жіночий енергетичний клуб України»

³Відокремлений структурний підрозділ «Техніко-економічний фаховий коледж Національного університету "Львівська політехніка"»

E-mail: mariia_lopushanska@gmail.com

Вступ

З кожним роком активніше обговорюється кліматична нейтральність та декарбонізація промисловості не лише у світі, а й в Україні. Попри значні пошкодження спричинені війною, Україна має амбітні цілі у розвитку водневої енергетики, зокрема, із застосуванням технологій для виробництва «зеленого» водню. «Зелений» водень є одним із найекологічніших способів виробництва водню і полягає у електролізі води, а електроенергія, що використовується повинна бути згенерованою з відновлюваних джерел енергії.

Виклад матеріалу

У 2021 році в Україні було презентовано ключові вектори руху у напрямі водневої енергетики, проте через війну довелося адаптувати їх до викликів сьогодення. Так, у 2024 р. було представлено проект Водневої стратегії України до 2050 р. Стратегія визначає досягнення виробництва низьковуглецевого водню до 1,3 млн т у 2035 р. та до 3,0 млн т у 2050 р., залежно від обсягів експорту та внутрішнього попиту. Потенціал виробництва відновлюваного водню для України становить 44,957 млн т. На територіальні води припадає 19,468 млн т (43% від всього потенціалу). Найбільший потенціал виробництва відновлюваного водню є у Запорізькій, Дніпропетровській, Донецькій, Луганській, Харківській, Херсонській та Кіровоградській областях.

Перспективним є використання водню як для експорту – постачання у Європу через проектований Центральноєвропейський водневий коридор, так і для власних потреб всередині країни. Для внутрішніх потреб можна використовувати низьковуглецевий та відновлюваний водень замість природного газу для виробництва електроенергії. Ще один напрям – це

використання водню в системі тепlopостачання. Можливе використання водню або його суміші із природним газом як палива для централізованого водопостачання та опалення, або локального виробництва теплової енергії. Перспективним є використання водню на транспорті: водневих автомобілях, громадському, залізничному, водному та повітряномутранспортом. Проте наразі даний напрям потребує більш детальнішого вивчення.

Ще одним напрямом є використання водню в промисловості: металургії, цементній, хімічній промисловості, виробництві метанолу. Водень може бути перспективним джерелом для декарбонізації сектору. Згідно з дослідженням Міжнародного енергетичного агентства, подальший розвиток водневої енергетики в Україні має відбуватися з урахуванням багатьох складових, що виходять за межі технічного потенціалу виробництва.

По-перше, низьковуглецеве водневе виробництво має бути економічно обґрунтованим за умов високої вартості капіталу. Рівень зваженої середньої вартості капіталу в Україні може сягати 25%, що істотно впливає на рівень собівартості водню порівняно з іншими європейськими ринками, зокрема Німеччиною. Це може підвищити собівартість «зеленого» водню з \$5,1/кг до \$8/кг. По-друге, розвиток водневої галузі має враховувати макроекономічне середовище: падіння обсягів ВВП, високу інфляцію, зменшення чисельності та кваліфікації робочої сили. Зокрема, брак інженерів та технічного персоналу може обмежити швидкість реалізації проектів. Одним із резервів для подолання кадрового дефіциту є активне залучення жінок до професій у сфері водневої енергетики, зокрема в науці, інженерії та технічних спеціальностях. По-третє, актуальним є питання інтеграції водню в існуючу газову інфраструктуру. Україна володіє значними підземними газосховищами (понад 30 млрд м³) та експортними потужностями, що можуть бути частково переобладнані для транспортування водню. Короткострокові заходи мають сприяти розвитку відновлюваної енергетики як передумови для подальшої генерації водню. Це знизить ризики для інвесторів, а також дозволить ефективніше планувати розбудову повного ланцюга виробництва, зберігання та транспортування водню. Урахування наведених аспектів дозволить не лише ефективніше реалізовувати потенціал України як експортера «зеленого» водню, але й створити внутрішній ринок, що підтримуватиме енергетичну безпеку та декарбонізацію промисловості.

Висновки

В Україні розвиток водневої енергетики є одним із важливих напрямів декартонізації та кліматичної нейтральності промисловості, енергетики та транспорту.

Prospects for the Use of Renewable Fuels in Power Infrastructure

Viktor Denysov

General Energy Institute of National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: visedp@gmail.com

Introduction

In the context of global energy and environmental challenges, considerable attention is paid to the optimal use of fuel resources. Advances in technology, stricter environmental regulations and a desire to reduce dependence on fossil fuels are shaping new trends in this area. Fossil fuels, including coal, oil and natural gas, have been used as priority energy sources for more than 150 years and currently provide about 80 percent of the world's energy needs. At the same time, they are the main sources of environmental pollution. Fossil fuels are a non-renewable source of energy and have a negative impact on the environment. About 75% of fossil fuels are used for heating and energy generation, 20% as fuel, and the remaining is used to produce chemicals and materials. In order to ensure sustainable development, new technologies and renewable resources are being sought due to the rapid development of industrialization. The concept of replacing fossil fuels with renewable energy sources is especially relevant due to the increase in the concentration of greenhouse gases in the atmosphere as a result of the use of fossil fuels. The transition to renewable energy sources is also becoming a priority due to the depletion of fossil fuel reserves. Thus, while oil, natural gas and coal remain the main traditional fuels, their use faces limitations and challenges.

Main material

Promising alternative fuels. The alternative fuels listed below are becoming more and more environmentally preferable and economically competitive due to the development of their production technologies and the fairly widespread use of supporting government legislation.

Biofuels. Bioethanol and biodiesel are widely used in the transport sector.

Hydrogen fuel. Green hydrogen (from renewable energy sources) is a very fashionable and popular direction, the development of which, with existing technologies, is constrained by high production costs. Blue and grey hydrogen (from natural gas) are the prevailing technologies at the moment.

Synthetic and carbon-neutral fuels. One of the most promising trends in the fields of aviation and shipping is the production and use of synthetic liquid fuels based on captured CO₂ and hydrogen.

Use of electricity as a substitute for liquid and gaseous fuels. One of the main drivers of declining demand for traditional fuels in transport is the growing popularity of electric vehicles.

The rapid development of battery technology and charging infrastructure is significantly contributing to the development of this area.

Promising technologies.

- Hybrid Fuel Systems
- Hydrogen Fuel Use: Technological Challenges and Prospects
- Development of Power-to-X technologies (synthetic fuels from RES)
- Modernization of thermal power plants for biofuels and hydrogen

Hydrogen Fuel Use: Technological Challenges and Prospects. At the present stage, hydrogen fuel is considered as one of the key solutions for the decarbonization of transport, energy and industry. It has a high energy density, does not produce CO₂ when burned. However, its large-scale implementation faces a number of technological, economic and infrastructural challenges.

Conclusions

Renewable fuels are becoming an important part of the global energy transition. Their development depends on technological progress, investment and public policy. In the coming decades, their role in the energy sector will only grow, ensuring a balance between environmental sustainability and energy security. The global transition to low-carbon energy requires the large-scale development of renewable fuels. The most important areas include power-to-X technologies, hydrogen economy, modernization of thermal power plants and integration with renewable energy sources. These trends are shaping the future of energy, reducing dependence on fossil fuels and the carbon footprint. The prospects for the use of renewable fuels are directly related to the development of new technologies and the modernization of existing energy infrastructure. Power-to-X, hydrogen economy, modernization of thermal power plants and integration of renewable energy sources are shaping the future of carbon-neutral energy. In the next 10-20 years, we can expect: the successful introduction of green hydrogen, the development of the global market for synthetic fuels, the transition of thermal power plants to low-carbon technologies, the formation of hybrid energy systems. The future of energy lies in integrated solutions that combine renewable energy sources, innovative fuels and intelligent energy management systems.

Second-Life EV Batteries as a Sustainable Alternative to Diesel Generators for Backup Power in Critical Infrastructure

Ganna Kostenko

General Energy Institute of the National Academy of Sciences Ukraine

E-mail: Kostenko_HP@nas.gov.ua

Introduction

In the context of increasing threats to energy security, the resilience of critical infrastructure depends on the ability to ensure stable backup power supply during outages. Traditionally, diesel generators have served this function, but they entail high operational costs, CO₂ emissions, and dependence on fossil fuel logistics. Second-life batteries (SLBs), repurposed from retired electric vehicles, offer a promising, sustainable alternative. Their reuse aligns with circular economy principles, reduces environmental impact, and supports the transition to decentralized and low-carbon energy systems as well as with the EU's goals for energy decarbonization, resilience, and independence from fossil fuel supply chains.

Main material

SLBs are suitable for stationary applications due to their residual capacity and lower cost. Their integration into microgrids for hospitals, water systems, and emergency communications centers enables near-instant response (<1 second), silent operation, and compatibility with solar and wind generation. Unlike diesel generators, SLBs do not require constant maintenance and generate no on-site emissions.

The deployment of SLBs as backup systems can be organized through clustering and load-matching algorithms, based on parameters such as residual capacity, power demand, risk of grid failure, and priority of protected loads. Such deployment enhances grid flexibility and enables autonomous zones of resilience. Moreover, their modularity and scalability make SLBs particularly suitable for phased deployment in critical infrastructure, allowing gradual expansion in line with evolving energy needs and budgetary constraints. A comparison between diesel generators and SLBs for backup applications is shown in Tab. 1 below.

Table 1

Estimation of Cost, Energy and Environmental Benefits of Backup Power Solutions

Parameter	Diesel Generators	Second-Life Batteries
Capacity/Power (kWh/kW)	-	80
Efficiency (%)	30	85
Backup Duration (hours)	10	6
Response Time (seconds)	10	<1
Cycle Durability (cycles)	-	500-1000
Equipment Cost (€/unit)	40000	80000
Operational Costs (€/year)	60668	25000
CO ₂ Emissions (g/kWh)	480-500	0
Lifespan (years)	5	5
Electricity Cost (€/kWh)	22.1	5.5

According to the data, SLBs demonstrate significant advantages in terms of efficiency (85% vs. 30%), response time (<1 second vs. 10 seconds), zero operational CO₂ emissions, and much lower electricity costs (€5.5/kWh vs. €22.1/kWh). Annual operational expenses are also considerably lower for batteries (€25,000 vs. €60,668), although initial equipment costs may be higher. Diesel generators provide slightly longer backup duration (10 hours vs. 6), but this depends on the specific configuration and sizing of the storage system.

Second-life batteries exhibit partial degradation due to their previous use in electric transport; however, with appropriate diagnostics and classification, they remain suitable for stationary applications. By clustering batteries with similar state-of-health profiles and matching them to specific load requirements, systems can be designed to optimize performance, ensure reliability, and extend the useful lifespan of each unit. Such an approach supports modular scalability and enables more efficient integration into diverse critical infrastructure settings.

Overall, SLBs offer a cleaner, more efficient, and potentially long-lasting solution for autonomous power supply – particularly relevant in the context of decarbonization and the need for energy-resilient infrastructure in emergency and transition scenarios.

Conclusions

Second-life batteries represent a viable and sustainable alternative to diesel generators for backup power in critical infrastructure. They offer lower operational costs, higher efficiency, faster response time, and zero on-site emissions. Their deployment contributes to greater energy resilience and supports the transition to low-carbon, decentralized energy systems.

The Roles of Energy Security and Environmental Safety as Critical Factors in the Use of Traditional and Alternative Fuels and Lubricants

Tatyana Eutukhova, Oleksandr Novoseltsev

Institute of General Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: tatyana.eutukhova@gmail.com

Introduction

The energy security and environmental safety shape the feasibility, adoption, and long-term sustainability of energy materials, influencing decisions across industries, governments, and societies. We will break this down by defining each factor, examining their interplay with traditional and alternative options, and highlighting specific examples and trade-offs.

Main material

Energy security refers to the uninterrupted availability of energy resources at an affordable price, ensuring reliable supply chains, geopolitical stability, and resilience against disruptions (e.g., wars, natural disasters, market volatility). Traditional fuels like gasoline, diesel, and kerosene, along with petroleum-based lubricants, benefit from a global network of extraction, refining, and distribution systems built over a century. For example, in 2025, oil still powers ~80% of global transport (per IEA estimates), reflecting its entrenched reliability. Fossil fuels deliver concentrated energy (e.g., gasoline at ~34 MJ/L), making them efficient for long-range transport and heavy machinery, bolstering industrial security. On the other hand, dependence on oil-rich regions (e.g., Middle East, Russia) exposes nations to supply risks. The 2022 Russia-Ukraine conflict spiked oil prices to \$120/barrel, disrupting European energy security. Natural disasters (e.g., hurricanes in the Gulf of Mexico) or sabotage (e.g., pipeline attacks) can halt supply, as seen with the 2021 Colonial Pipeline shutdown in the US. Petroleum-based lubricants (e.g., motor oils) share these traits, with secure supply chains but reliance on crude oil, tying their fate to fuel markets. Alternatives like biofuels (from local biomass), hydrogen (from water), or synthetic fuels (from CO₂) reduce reliance on imported fossil fuels. Unlike finite oil, biofuels and green hydrogen leverage renewable inputs, offering long-term supply stability if scaled effectively. On the other hand, alternatives often lack the volume to replace fossil fuels fully. Global biofuel production in 2024 (~160 billion

liters, IEA) meets only ~7% of transport fuel demand. Hydrogen and electric vehicles (EVs) require new refueling/charging networks—global hydrogen stations numbered just ~1,000 in 2025 vs. 115,000 gas stations in the US alone. Biofuel feedstocks (e.g., corn, soy) compete with food production, risking energy-food security trade-offs, as seen in the 2007-08 global food price crisis tied to ethanol demand. Bio-lubricants (e.g., from vegetable oils) or synthetic options (e.g., esters) reduce oil dependence but face similar scale and compatibility issues with high-performance machinery. Traditional fuels offer immediate security but long-term depletion risks; alternatives promise resilience but require massive upfront investment. A balanced approach—e.g., hybrid systems using diesel-biofuel blends—can bridge the gap. Environmental safety involves minimizing harm to ecosystems, air, water, and climate through reduced emissions, pollution, and waste from energy material production, use, and disposal. Bio-lubricants (e.g., from canola oil) break down naturally, reducing soil/water contamination risks compared to petroleum oils. Synthetic and bio-based lubricants cut emissions during use but may involve energy-intensive production or non-recyclable components (e.g., PFAS in some synthetics). Traditional fuels pose immediate, severe environmental risks but are well-understood; alternatives offer cleaner use-phase outcomes but shift burdens to production or disposal, requiring lifecycle management. Localized alternative fuel production (e.g., biofuels from waste) reduces import reliance and emissions simultaneously, as in Sweden's SAF model. Cleaner air and reduced climate risks (e.g., from EV adoption) stabilize economies, indirectly securing energy access by avoiding resource conflicts. High-energy-density fossil fuels ensure short-term reliability but undermine environmental safety (e.g., coal power in China meets demand but emits 10 GtCO₂/year). Biofuels may cut emissions but strain land/water resources, risking food security. But rapid shifts to alternatives (e.g., hydrogen) could disrupt supply chains before infrastructure matures, trading short-term security for long-term environmental gains.

Conclusions

Energy security and environmental safety are twin pillars in the rational use of fuels and lubricants. Traditional options excel in immediate availability but falter on sustainability, while alternatives promise resilience and cleanliness yet demand systemic overhaul. Their roles are context-dependent—security drives adoption in resource-scarce regions, while safety dominates in climate-focused policies. A nuanced approach, blending both factors via phased transitions and innovation, is key to optimizing outcomes.

Перспективи Модернізації Систем Спалювання Мазуту на ТЕС і ТЕЦ для Підвищення Ефективності та Зменшення Викидів

Віталій Горський

Інституту загальної енергетики Національної Академії Наук України

E-mail: witalij.3d@gmail.com

Вступ

У сучасних умовах енергетичної нестабільності та екологічних викликів, спричинених як глобальними тенденціями, так і регіональними факторами, модернізація систем спалювання мазуту на теплових електростанціях (ТЕС) та теплоелектроцентралах (ТЕЦ) набуває особливої актуальності. Мазут, як резервне паливо, залишається важливим елементом паливної гнучкості енергосистем, особливо в умовах дефіциту природного газу чи вугілля. Водночас його використання супроводжується низкою проблем: високими викидами оксидів азоту (NO_x), сірки (SO_2), твердих частинок, а також низьким коефіцієнтом корисного використання палива. Тому актуальним є впровадження технічних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності та екологічності процесів спалювання мазуту.

Основний матеріал

Більшість наявних мазутоспалювальних систем, що використовуються на ТЕС і ТЕЦ України, були розроблені та змонтовані в середині або другій половині ХХ століття. Їх конструкція не відповідає сучасним вимогам щодо екологічної безпеки та паливної ефективності. У традиційних форсункових пальниках мазут подається в топку у вигляді аерозольної суміші, що потребує підігріву до високої температури (110–130 °C) та значного надлишку повітря. Це призводить до нестабільності горіння, збільшення утворення NO_x і неповного згорання вуглеводнів.

Низький коефіцієнт теплового використання мазуту часто зумовлений поганою якістю розпилення, застарілими пальниками, нерівномірним розподілом повітря в топці, а також недосконалістю систем автоматичного регулювання горіння.

Сучасні підходи до модернізації передбачають не лише оновлення пальникових пристройів, але й глибоку реконструкцію топкових камер, вдосконалення систем підготовки палива, а також інтеграцію автоматизованих систем контролю та регулювання процесу горіння. Основними напрямами технічного вдосконалення є:

- **Установлення низькоемісійних форсунок:** дозволяє значно зменшити утворення оксидів азоту за рахунок багатоступеневого підведення повітря та стабілізації факела згорання.
- **Інтенсифікація перемішування мазуту з повітрям:** використання турбулізаторів і вторинного повітря сприяє повнішому згоранню палива та зменшенню недопалів.
- **Інтеграція технології допалювання мазуту у вихлопних газах:** така технологія дозволяє підвищити паливну ефективність утилізацією залишкової теплоти й забезпечує допалювання незгорілих частинок.
- **Модернізація систем підігріву мазуту:** сучасні теплообмінники та системи керування температурним режимом дозволяють точно підтримувати оптимальні умови для розпилення мазуту без надлишкового підігріву.
- **Переобладнання топкових камер з використанням циркулюючого киплячого шару (ЦКШ):** хоча ця технологія переважно застосовується для твердого палива, вона може бути адаптована для змішаного спалювання мазуту з відходами, біопаливом або низькосортним угіллям.

Впровадження модернізованих систем спалювання дозволяє знизити викиди оксидів азоту до 40–60%, а в деяких випадках – до 80% при використанні селективних некatalітичних редукцій (SNCR). Викиди сірки можуть бути зменшенні шляхом часткового переходу на мазут з нижчим вмістом сірки або впровадження систем десульфуризації димових газів.

Висновки

Модернізація систем спалювання мазуту на ТЕС і ТЕЦ є стратегічним напрямом для забезпечення енергетичної гнучкості та зменшення техногенного навантаження на довкілля. Сучасні технічні рішення – від модернізації форсунок до комплексної реконструкції топкових камер – дозволяють істотно підвищити ефективність згорання, знизити рівень шкідливих викидів і забезпечити відповідність сучасним екологічним нормам. Ураховуючи важливість мазуту як резервного палива, подальший розвиток та впровадження інноваційних технологій спалювання є ключовим завданням для вітчизняної енергетики.

Енергетичний Бенчмаркінг як Ефективний Інструмент Енергетичного Менеджменту

Олександр Новосельцев, Павло Розен

Інститут загальної енергетики Національної Академії Наук України

E-mail: info@ienergy.kyiv.ua

Вступ

Для реалізації цілей сталого розвитку виробничих систем необхідно забезпечити підвищення рівня енергоефективності виробничих систем. Вирішення задачі визначення рівня енергоефективності дозволить простим та зручним способом з мінімальними витратами коштів та робочого часу визначити потенціал енергозбереження виробничої системи, співставити його рівень енергоефективності з рівнем енергоефективності аналогічних підприємств галузі, підприємствами інших галузей, зразковими вітчизняними та закордонними підприємствами.

Основний матеріал

З метою підвищення рівня енергоефективності за кордоном широке розповсюдження отримала концепція бенчмаркінгу енергоефективності, що полягає в поширенні передового досвіду.

Основна мета стандарту ДСТУ EN 16231:2017 Методологія бенчмаркінгу енергетичної ефективності (EN 16231:2012, IDT) надати організаціям методологію збору та аналізуванню даних з енерговикористання для порівняння рівнів енергетичної ефективності між об'єктами або в межах одного об'єкту.

Бенчмаркінг – процес збору, аналізування та співставлення даних о результативності порівняних видів діяльності з метою оцінювання та порівняння результатів між об'єктами, або всередині об'єкту.

Визначення величини рівня енергоефективності є своєрідною задачею визначення рейтингової оцінки підприємства. На теперішній час існує багато методів рейтингового оцінювання об'єктів: метод "середніх", багатокритеріальне мажоритарне ранжування, правило Борда, правило Ненсона, правило Кондорсе, правило Максимін.

Змістовне формулювання задачі рейтингового оцінювання величини рівня енергоефективності. Нехай досліджувана складна система містить скінчену множину виробничих підсистем, що різняться своїми властивостями, характеристиками, цілями. Особливість задачі оцінювання рівня енергетичної ефективності полягає в наявності властивостей, показники яких можуть бути безпосередньо обмірювані, обчислені чи визначені під час аналізування форм державної звітності. Однак за умов складності, інформаційної невизначеності, невизначеними оцінками, що не може виконати людина на основі досвіду, інтуїції, виникає необхідність в розробленні формальних процедур оцінювання, які б підвищували рівень якості вирішення задачі рейтингового оцінювання.

Математичне формулювання задачі. Нехай досліджувана система складається зі скінченної множини Π_0 виробничих систем Π_i , $\Pi_0 = \{\Pi_i \mid i = \overline{1, m}\}$. Кожний виробнича система $\Pi_i \in \Pi_0$ характеризує скінчену множину Π_0 показників Π_j , $\Pi_0 = \{\Pi_j \mid j = \overline{1, n}\}$. Зі сформованої групи показників E_0 , використовують для ранжування найвпливовіші, на думку експертів показники E_k , $E_k \in E_0 = \{E_k \mid k = \overline{1, l}\}$. Кожний показник $E_k \in E_0$ піддається аналізу по відношенню до всіх виробничих систем.

Будь-яка виробнича система характеризується певною системою енергоекономічних індикаторів.

Визначення одиничних показників. Кожен з методів визначення рейтингової оцінки підприємства відрізняється насамперед показниками за якими порівнюються підприємства. Визначення показників за якими проводиться оцінювання рівня енергоефективності (РЕФ) є найважливішим етапом. Багато показників, що характеризують поточний стан підприємства можна вважати критеріями оцінки. Такими показниками можуть бути величина коефіцієнту потужності, обсяг повернення конденсату, обсяг застосування вторинних енергоресурсів тощо. Крім того, як критерії можуть бути використані показники, що відповідають за функції управління такі як рівень контролю за витратою енергоресурсів (забезпеченість пристроями обліку), наявність системи заохочення за економію енергоресурсів та інші показники.

Безумовно, що всі ці показники відрізняються один від одного за приналежністю до тієї або іншої системи (електропостачання, теплопостачання, газопостачання, тощо) та за ступенем важливості у своїй системі. На рівень енергоефективності виробничої системи аналізувались

оцінки наступних індикаторів: організація ефективного енергоспоживання, контроль за споживанням ПЕР, природний газ, теплова енергія, електроенергія, стиснене повітря, холод, вода.

Для оцінки РЕФ здійснимо оцінювання кожного з одиничних показників, які впливають на рівень енергоефективності виробничої системи використовувалась шкала визначення величини одиничних показників η_i : "0,0" - відповідає самим неекономічним способам споживання енергоресурсів або неефективним організаційним заходам з усіх можливих способів для даного показника; "0,33" - спосіб споживання енергоресурсів або організаційні заходи не досить ефективні й потребують якнайшвидшого поліпшення; "0,66" - способи споживання енергоресурсів або організаційні заходи ефективні, однак існують шляхи поліпшення; "1,00" - способи споживання енергоресурсів або організаційні заходи відповідають кращій світовій практиці й дають позитивний результат. Визначення ступеню важливості одиничного показника α_j проводиться методом експертної оцінки і показники нормалізуються.

Рівень енергоефективності підприємства визначається за формулою:

$$PE\Phi = \sum_{j=1}^m \beta_j K_j$$

де β - ступінь важливості комплексного показника енергоефективності;

K - комплексний показник енергоефективності.

Висновки

За результатами розрахунків в найгіршому стані на підприємстві знаходиться такий комплексний показник як "контроль за споживанням ПЕР". Найефективніше на підприємстві споживається теплова енергія.

Improving the Efficiency of Solid Fuel Use to Reduce the Carbon Footprint

Michael Chemerinskiy, Violetta Popova

Dnipro University of Technology

E-mail: Chemerynskyi.M.S@nmu.one

Introduction

The issue of climate change and the rise of greenhouse gas emissions is becoming increasingly pressing. One of the primary sources of carbon emissions is the use of solid fuels, which continue to be the primary energy source for many countries. However, traditional approaches to its use lead to an environmental burden, necessitating the development of more environmentally friendly methods for utilizing biomass and other types of fuel for energy. The possibility of increasing the efficiency of using solid fuel through its pre-treatment and assessment of its calorific properties is evaluated.

Main material

Various types of renewable raw materials and fossil fuels, such as tree bark, solar husk, wood and coal. We chose these renewable raw materials because they are available in sufficient quantities and can be easily used as an alternative fuel. The results of the work showed that microwave treatment of solid fuel is an effective way to increase its calorific properties. Reducing the analytical moisture content and increasing the yield of volatile substances contribute to more complete and efficient combustion of fuel, which allows you to get more energy from a smaller amount of raw materials. This, in turn, contributes to the rational use of resources and reducing the cost of meeting energy needs.

Conclusions

Improved fuel characteristics also have environmental value. Reducing fuel consumption directly reduces the amount of harmful emissions into the atmosphere, such as CO₂, NO_x, SO₂, PM. This helps reduce the environmental impact, and also aligns with global efforts to combat climate change. It indicates the prospects for the use of microwave pre-treatment of solid fuel. The use of renewable raw materials, such as sunflower husks or tree bark, can reduce greenhouse gas emissions and contribute to the disposal of organic waste.

Liquid Hydrogen on Board: Technical Solutions and Safety Aspects

*Serhii Fil, Dmytro Berbenets, Andrii Khaustov,
Oleksandra Urban, Oleksandr Bondarchuk*

ANTONOV Company

E-mail: il@antonov.com

Introduction

As the global demand for environmentally friendly vehicles increases, the aviation industry is exploring alternative fuels more and more. One of the most promising is **liquid hydrogen**, which has zero CO₂ emissions during combustion. However, using hydrogen on board an aircraft requires special technical solutions to overcome a number of engineering and safety challenges.

Main material

Characteristics of liquid hydrogen. Liquid hydrogen (LH₂) has the following characteristics (table 1):

Table 1
Characteristics of liquid hydrogen

Parameter	Value	Commentary
Liquefaction temperature	mines 253°C	Requires cryogenic storage
Density	70,85 kg/m ³	11 times lower than kerosene
Energy density	120 MJ/kg	2.8 times higher than traditional aviation fuel
Explosiveness	High	Forms flammable mixtures with air
Side emissions	Water vapour	No CO ₂ emissions

Technical solutions for storing and delivering hydrogen on board. Cryogenic tanks. Liquid hydrogen tanks must be designed to minimise heat losses. They typically feature a multilayer structure with vacuum insulation.

The tank should consist of two shells: an inner shell that comes into contact with the hydrogen and an outer shell that provides protection, with a vacuum gap and thermal insulation materials between them.

Features of cryogenic tanks:

- minimal weight;
- cylindrical or spherical shape;
- integrated sensors;
- protection against overpressure;
- resistance to vibrations and loads during flight.

Due to their high thermal insulation capacity, structural strength and optimised weight and dimensions characteristics, the tanks must ensure the efficient and safe storage of hydrogen on board the aircraft.

Fuel system. Fuel system of hydrogen aircraft is much more complex than traditional aviation solutions because it must ensure the reliable operation of components such as pumps, taps, valves and sensors at ultra-low temperatures. It is also necessary to ensure safety during refuelling, efficient conversion of liquid hydrogen to vaporize, thermal insulation and energy stability during flight.

Figure 1 shows the fuel system structure of hydrogen aircraft.

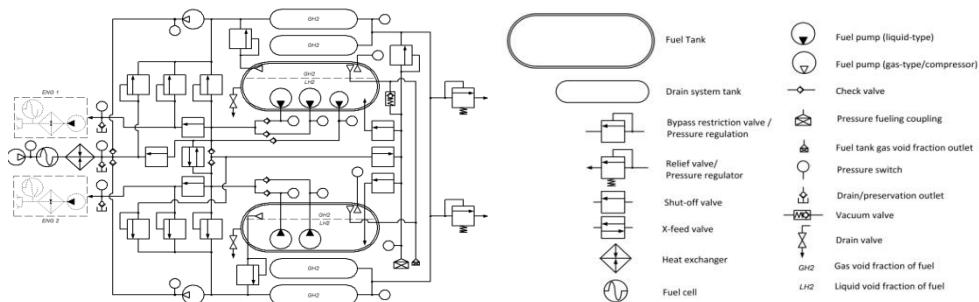


Figure 1. Fuel system structure of hydrogen aircraft

The aerodynamic configuration of a hydrogen aircraft. Using liquid hydrogen affects not only the fuel system, but also all other aircraft systems, including the aerodynamic configuration. This is due to the peculiarities of LH₂ storage, which require large fuel tanks.

Table 2 shows the options for the considered aerodynamic configurations and the configuration of hydrogen fuel tanks.

Table 2

Fuel tank configuration options for different aerodynamic schemes

Option 1 Low-wing aircraft, tanks are located in the lower part of the fuselage.		Option 2 High-wing aircraft, tanks are located in the fairing above the fuselage	
Option 3 High-wing aircraft, tanks are mounted on pylons under the wing		Option 4 Low-wing aircraft, tanks are located in the lower part of the fuselage.	
Option 5 Integrated aircraft, tanks are located in the fuselage.		Option 6 Low-wing aircraft, tanks are located in the rear fuselage.	

Safety aspects of using liquid hydrogen. The use of liquid hydrogen in aviation requires high safety standards due to its explosive nature, low storage temperature and the ability to leak through microcracks. To ensure safe storage, cryogenic tanks with vacuum insulation, sealed pipelines, pressure and temperature control systems are used.

In the case of an emergency situation, it is important to prevent the formation of flammable mixtures of hydrogen and air.

The aircraft should be equipped with gas analysers, automatic fuel shutdown systems, emergency pressure relief and ventilation. Fuel system materials must be fireproof and resistant to cryogenic temperatures.

A key factor for the safe operation of hydrogen as a fuel in aviation is an integrated approach to safety, combining design and automatic solutions.

Conclusions

Using liquid hydrogen on board the aircraft is technically feasible, but it would require a comprehensive redesign of the aircraft structure, fuel system, safety standards and new airport infrastructure.

Certain Aspects of Hydrogen Use in Urban Public Transport

Mirosław Śmieszek, Vasyl Mateichyk, Jakub Mościszewski

Rzeszów University of Technology

E-mail: vmate@prz.edu.pl

Introduction

A climate warming and the depletion of natural resources are forcing decision-makers to take effective measures to protect the environment, reduce emissions and limit the consumption of natural resources. Transport is one of the sectors of the economy that contributes to environmental pollution and consumes large amounts of natural energy resources - fossil fuels. In recent years, there has been a trend towards sustainable development and a green transition. These processes are taking place both at a national and at an individual city level. In the case of cities, transport contributes quite a lot to the previously mentioned harmful activities. A major effort is to reduce individual transport in favour of public transport. In the area of public transport, significant changes are also being made to protect the environment. Buses using fossil fuels are being widely replaced by electric buses. Recent years have also seen the introduction of hydrogen buses. An example of a city that has a policy to reduce harmful transport impacts is Rzeszów. The city has a population of 200,000 and a well-developed public transport system with 224 buses. Seven years ago, the first electrically powered buses were introduced in the city. Electric fleet is constantly being expanded. With the development of hydrogen technology, new opportunities have arisen in the form of the use of hydrogen buses. The city plans to purchase 20 of these vehicles and to make the necessary investment in infrastructure for storing and supplying hydrogen to the buses. As part of this work, it was decided to determine the impact of the projected changes in the bus fleet on CO₂ emissions and hydrogen demand.

Main material

The main objective of the study was to determine the environmental benefits of replacing the public bus fleet. It was achieved using a computer simulation process. The computer simulation process used data on the annual mileage of buses used in the city. As part of the research work, 2 scenarios were considered. The first scenario assumed the replacement of conventional buses with electric buses by 2040,

and the second scenario replacement of conventional buses with hydrogen buses by 2040. In the simulations carried out, it was assumed that in both scenarios considered, the annual mileage of buses is the same as in 2023 and is equal to 12,000,000 km. In the calculations, the hydrogen buses were assumed to be powered by green hydrogen, thus the CO₂ emissions were assumed to be 0 kg per kg of hydrogen. For electric buses, CO₂ emissions depend on the electricity generation sources. In the case of Poland, electricity is generated from very unfavorable sources - more than 60% came from coal in 2024. However, it is assumed that by 2040 the electricity generation sources will change and a reduction in CO₂ emissions from electricity generation by more than half will be achieved. As a result in the first scenario, a 100% reduction in CO₂ emissions will be achieved in 2040, but there will be an increase in hydrogen demand to around 3,000 kg per day. In the second scenario, a reduction in CO₂ emissions of around 66% will be achieved in 2040, but there will be a significant increase in electricity demand.

Conclusions

Adopting hydrogen buses proved to be a more favorable solution due to CO₂ emissions. The use of hydrogen buses requires significant investment in refuelling stations. As of now, with a capacity of 600 kg of hydrogen per day and taking into account the refuelling times of the buses, this would require the installation of at least 6-7 fuel distributors. And a hydrogen storage facility taking into account daily transports and the appropriate risk range would have to have a capacity of 6,000 to 9,000 kg. In the case of electric buses, there is a need for significant investment in power supply lines and the construction of medium-voltage lines of 15-25 kV with significant transmission capacity. The studies carried out are informative, as it is not entirely certain that green hydrogen will be available in such large quantities. The use of grey or blue hydrogen can make a significant difference to CO₂ emissions. For electricity, the rapid development of renewable energy sources and nuclear power plants may in turn drive the decrease in CO₂ emissions lower. However, in both cases the environmental benefits will be indisputable.

Current State and Future of Renewable Energy Sources in Road Transport

Serhii Kovbasenko

National Transport University

E-mail: s.kovbasenko@ntu.edu.ua

Introduction

Modern road transport is one of the largest consumers of fossil fuels, which causes significant environmental problems, including air pollution and climate change. In this regard, there is a growing interest in the use of renewable energy sources in the transportation industry as an alternative to traditional petroleum products.

Main material

The Law of Ukraine "On Alternative Energy Sources" defines alternative energy sources as renewable energy sources, which include solar, wind, geothermal, biomass, organic waste gas, biogas, secondary energy resources, etc.

Solar and wind energy, although not directly used in automotive engines, can be key sources of energy for charging electric vehicles. Electric vehicles can significantly reduce emissions and become a more sustainable alternative to traditional modes of transportation. Ukraine is actively developing not only solar and wind power, but also other types of renewable energy sources. The main types of renewable fuels for road transport are biodiesel, biogas, alcohol fuel and other alternative liquid and gaseous fuels.

Diesel biofuels can be used as a substitute for conventional diesel fuel or blended with it. Ukraine has significant potential for diesel biofuel production due to the large number of crops such as sunflower, rapeseed and soybeans that can be used to produce oil for further processing into biodiesel.

Another type of biofuel is alcohol fuels, which are made from plant material (wheat, corn, beets, etc.) through a fermentation process. Alcohol fuels can be used as an additive to gasoline, as well as pure alcohol for special vehicles.

Ukraine has significant opportunities for biogas production, which allows not only to reduce harmful emissions but also to use organic waste efficiently. The

biogas produced by the decomposition of organic waste can be used as a fuel for transportation.

The use of hydrogen in engines can reduce greenhouse gas emissions, increase energy efficiency, and reduce the environmental impact of transportation, but the complexity of hydrogen storage and transportation, and the lack of developed infrastructure, hinder the massive adoption of this technology. Hydrogen engines specially designed to run on hydrogen most often use fuel cells that convert hydrogen into electricity. The main problems are cost, insufficient infrastructure for hydrogen refueling, and the need for government support.

Studies conducted at the National Transport University have confirmed the possibility of using fuels from renewable energy sources in road transport. They make it possible to expand the fuel base of vehicles with internal combustion engines and reduce harmful emissions through the use of alternative, more environmentally friendly motor fuels.

Conclusions

The future of renewable energy sources in road transport is very promising, but it requires a comprehensive approach: technology development, infrastructure creation, government support, and investment incentives. Focusing on only one type of alternative fuel can lead to technological and economic risks, as each has its own advantages and limitations. In order to effectively reduce the dependence of road transport on fossil fuels, it is necessary to develop all types of renewable fuels in a comprehensive manner. This approach will not only ensure the diversification of energy resources but also increase the resilience of the transport system to the challenges of the modern world. Electric vehicles powered by solar or wind power plants help reduce emissions, but require a developed infrastructure of charging stations. The use of biofuels such as biodiesel and alcohol fuels allows for the efficient integration of renewable resources into the existing internal combustion engine fleet, but requires a well-established production and storage process. Hydrogen is also a promising fuel due to its high energy intensity and absence of harmful emissions, but its implementation requires significant investments in production, storage, and transportation. Biogas allows for the efficient utilization of organic waste while providing fuel for transportation. An integrated approach to the introduction of renewable fuels will allow road transport to adapt to different operating conditions, provide greater energy flexibility and reduce the dependence of vehicles on a single energy source. Only the development of all types of fuels from renewable sources in close cooperation will allow to achieve a significant reduction in the use of fossil fuels and reduce the negative impact of transport on the environment.

Determining the Quality Indicators of Motor Gasolines Based on Chromatographic Analysis by Machine Learning Models

¹*Dmytro Lisafin, ²Kostiantyn Lutchenko*

¹ Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

² 10th Chemmotological Center of the Ministry of Defense of Ukraine

E-mail:dmytro.lisafin@nung.edu.ua

Introduction

One of the tasks of military fuel quality assurance bodies is to ensure the quality of fuel, lubricants and special liquids at all stages of the supply chain.

A complete list of quality indicators, which is regulated by the requirements of regulatory documents for a particular type of fuel, requires expensive equipment, qualified and trained personnel, and is time-consuming. For example, a full test for all quality indicators for motor gasoline takes more than 10 hours to complete according to regulation documents.

At the same time, a detailed list of quality indicators of a full test makes it possible to significantly assess its physical, chemical and operational properties, determine its suitability for use, and predict the dynamics of their changes.

Main material

It's a wide known that a motor gasoline is a complex mixture of gasoline cuts from various technological processes of oil refining (distillation, thermal cracking, catalytic cracking, catalytic reforming, and aromatization), gas condensate or mixtures thereof, and individual high-octane hydrocarbon components and additives that improve certain performance properties. The component composition of such a multi-component mixture can be determine by gas chromatography, liquid chromatography or fluorescence dispersion methods.

It is also a fact that the component composition of gasoline determines its properties, and the concentrations of individual hydrocarbons in gasoline can be correlate to some extent with certain quality indicators of commercial gasoline.

The objective of the study was to establish dependencies between the component composition of motor gasoline and certain quality indicators and, if the

hypothesis is confirmed, to establish and formulate separate calculation (empirical) models for certain quality indicators of motor gasoline..

Since the quality indicators of gasoline are continuous values whose value depends on the components of gasoline, the task of determining the values of these indicators was expressed through a regression problem. The model input was the peak area on the chromatogram, expressed as a percentage, for each of the possible components (598 in total). The output of the model was one of the quality indicators of gasoline. AI training was carried out on the corresponding values obtained from the quality certificates.

In general, the scheme for processing the chromatogram results and obtaining the calculated quality indicators is as follows:

- the user loads a file with a list of components based on the chromatogram results into the program window;
- the software converts the file into a vector of component values and calls the compiled model, passing the generated vector as a parameter.

The model returns the predicted value of a particular parameter. If you need to predict several parameters, the software calls several models. The returned value is displayed in the graphical user interface.

Conclusions

- the use of artificial neural networks and decision forests (sets of decision trees) allows us to obtain a system of empirical models that can provide the user with much more information about motor gasoline with a low error than a simple chromatogram, interpreting the numerical indicators of the component composition into a certain set of gasoline quality indicators;

some points of the obtained models are outside the standard deviation, which may be due to the error of the instruments and individual definitions, but in general, the idea of obtaining a wide range of quality indicators for motor gasoline by the calculation method is quite workable;

it is highly conjectural that empirical models will provide high accuracy in assessing quality indicators that are directly correlated with the content of hydrocarbon compounds, such as octane number and existent gum;

the obtained systems of empirical models can allow reduce the time for operational assessment of the quality of motor gasoline in stationary conditions based on chromatographic analysis data comparison of the component composition of motor gasoline obtained by both chromatographic and fluorescence dispersion methods will be useful for further research.

Model of Random Errors of UAVs During Zonal Navigation

Pavol Kurdel, Natalia Gecejová, Marek Češkovič

Technical University of Košice

E-mail: pavol.kurdel@tuke.sk

Introduction

The technological integration of control and navigation in the observed case fundamentally assumes the capabilities of a programmable inertial navigation system (INS) for UAVs. The initial phase is controlled by the UAV operator, who directs the flight with supervisory control to achieve the desired accuracy within a designated corridor. The accuracy analysis presented in the article is conducted only within the approach zone to the Successful Solution Area (SSA) of the specified flight task. During this flight segment, the UAV's control system incorporates its autonomous (programmed) navigation function, which is influenced by stochastic external factors, such as wind conditions in mountainous environments. The limits of UAV accuracy in the approach zone are provided in the article, including in graphical form, which are outputs of the method used within the MATLAB environment. The analysis results indicate that the autonomous navigation control mode is sensitive to external influences, which can affect the overall flight precision during critical phases. The implementation of advanced filters and algorithms for correction of deviations offers potential improvements to the system's stability and reliability during the approach. In the presence of significant meteorological effects, dynamic adaptation of control parameters is necessary to minimize the impact of wind turbulences. The overall system effectiveness depends on a combination of manual operator intervention and the real-time optimization of autonomous control.

Main material

The error analysis method used for UAV approaching the SSA is carried out using mathematical tools commonly employed in stochastic process theory. The UAV's INS determines (calculates) the flight trajectory in real time based on a specified deviation law:

$$\sigma(z) = a \cdot s$$

where a - the percentage of the UAV's occupied position is determined;
 s - distance flown after correction.

The requirement 'a' and its percentage-based determination enable the application of the theory of stationary stochastic processes. This is because the physical concept of the INS – whose accuracy depends on the corrected position of the UAV's sensors, its velocity, and aerometric phenomena of air mass movement in its vicinity – is inherently stochastic. A prerequisite for accurately positioning the UAV within the specified percentage-defined zone is precise operation of its onboard computer, which compares real-time scanned position data. The resulting errors $\varrho(z)$ within zone 'a', along with the flown distance S and the known third coordinate (height H), define the UAV's movement zone in continuous time, which is characterized by these errors. Consequently, the navigated and controlled movement is compatible with the implementation of zonal navigation. The concept of zonal navigation allows for the formulation of a probabilistic criterion, representing the likelihood that the UAV will remain within the zonal boundary throughout the flight. This criterion can thus be employed to analyze and assess the accuracy and reliability of zonal navigation systems.

Conclusions

The analysis method used is targeted in nature, with its core focusing on the technological operation of interconnected systems that influence each other. The aim was to demonstrate the theoretical and practical application of statistical methodologies that enable UAV operators to evaluate the system's reliability and accuracy. Statistical criteria are based on probabilistic principles, and their significance lies in assessing the behavior of random variables, which affect the precision and reproducibility of UAV functions – especially in border zones requiring control corrections. Consequently, when flying within designated zones, these criteria characterize the probability that the UAV will remain within a safe distance from the SSA, emphasizing the importance of stochastic methods for controlling and ensuring the proper function of the system. This approach allows for the optimization of control algorithms and reduces the risk of incorrect responses to random influences during flight.

Evaluation of Small Gas Turbine Engine Operation Using Bio-jet Fuel

^{1,2}*Anna Yakovlieva*, ¹*Rudolf Andoga*, ^{1,3}*Ladislav Főző*, ⁴*Stepan Zubenko*,
⁴*Sergii Konovalov*

¹Technical university of Košice

²Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

³Obuda University

⁴V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: anna.yakovlieva@tuke.sk

Introduction

Enhancing energy efficiency, reducing environmental impact, and advancing decarbonization are currently the primary goals in the pursuit of sustainable aviation. At this stage of technological development, Sustainable Aviation Fuel (SAF) stands out as the only practical alternative to fossil-based jet fuels. Among various SAF technologies, bio-jet fuel—typically a blend of conventional jet fuel and renewable components—shows significant promise. One particularly promising feedstock for bio-jet fuel production is coconut oil.

Main material

Coconut oil is considered a favorable renewable feedstock for bio-jet fuel due to its fatty acid profile, which closely resembles the carbon chain length of hydrocarbons found in conventional jet fuel. It predominantly contains saturated fatty acids with minimal unsaturation (one or two double bonds), making it well-suited for efficient conversion into bio-jet fuel. This results in a final product with physical and chemical properties similar to those of traditional jet fuel.

In this study, bio-jet fuel was produced through the transesterification of coconut oil using ethyl alcohol, followed by vacuum distillation. The resulting product was then blended with conventional Jet A-1 fuel in various proportions. The key physical and chemical properties—such as density, viscosity, energy content, freezing point, and flash point—were analyzed across different blend ratios. Jet A-1 served as the reference fuel.

The findings indicate that all bio-jet fuel samples generally met standard specifications for density, flash point, and viscosity. However, they exhibited lower energy content and poorer low-temperature performance, which could limit the permissible concentration of coconut oil ethyl esters in the final fuel blend.

Performance testing on a small gas turbine engine revealed that the bio-jet fuel blends did not interfere with the engine's speed control system. While thrust output remained largely unaffected, a slight downward trend was observed as the proportion of coconut oil ethyl esters increased. A rise in fuel flow accompanied this, necessary to maintain engine speed and thrust, due to the lower energy density of the bio-jet fuel. As a result, specific fuel consumption increased by up to 7.5% with higher coconut oil ethyl ester content, as illustrated in Figure 1.

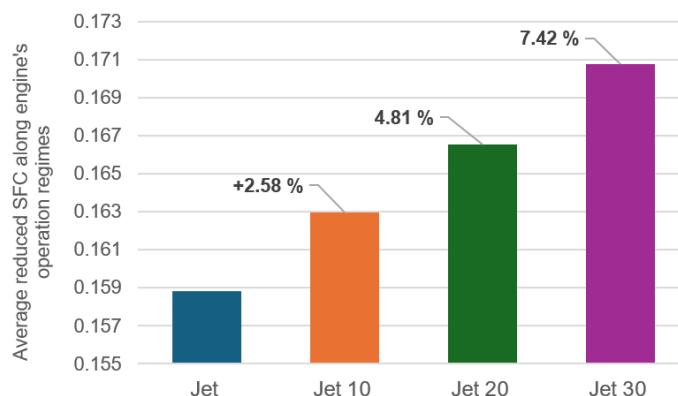


Figure 1. Increase in specific fuel consumption of bio-jet fuels with the rise of coconut oil ethyl esters content

This trend was consistent across all engine operating conditions, suggesting that specific fuel consumption can be reliably used to estimate total fuel usage over time or across different regimes.

Conclusions

The study has demonstrated that bio-jet fuels based on conventional jet fuel and coconut oil ethyl esters meet standard specification requirements, ensuring the stable operation of gas turbine engines. Although performance testing confirms the feasibility of using coconut oil ethyl esters as bio-jet fuel components, several challenges remain and warrant further investigation in future research.

Funding: This research was funded by the EU NextGenerationEU through the Recovery and Resilience Plan for Slovakia under the project No. 09I03-03-V01-00060 and the Grant Agency of Ministry of Education and Academy Science of Slovak Republic "Efficient control algorithms for small gas turbine engines" (Grant No. 1/0701/23 "Efficient control algorithms for small gas turbine engines").

Rational Use of Hydrogen and HVO in Road Transport

Ruslana Kolodnytska

Zhytomyr Polytechnic State University

E-mail: ruslanakolod2017@gmail.com

Introduction

Diesel road transport, particularly trucks, is one of the largest sources of air pollution, especially nitrogen oxides. These emissions contribute not only to lung diseases but also to heart disease, a connection that has only recently been established. Consequently, restrictions on diesel-powered transport have been introduced in Europe, leading to a significant influx of old diesel vehicles into Ukraine in recent years. Additionally, the substantial carbon dioxide emissions from road transport pose a global environmental threat, reinforcing the need for renewable alternative fuels. In Ukraine, hydrogen and hydrotreated vegetable oil (HVO) appear to be promising fuel alternatives that could mitigate the negative impact of road transport by replacing fossil diesel.

Main material

Hydrogen in road transport. Hydrogen is widely regarded as the fuel of the future. Moreover, Ukraine's first hydrogen refuelling station is already under construction in Reni, Odesa region, where green hydrogen—produced using renewable energy sources—will be generated. Hydrogen can be utilized in road transport in two ways: first, in vehicles equipped with fuel cells, and second, in internal combustion engines (ICE). For Ukraine, the first method is more promising.

At the moment, since hydrogen fuel cell cars compete with electric vehicles, the use of hydrogen in trucks seems more rational. One of the important problems that scientists are working on, in particular at Zhytomyr Polytechnic, is the problem of filling fuel cells with water, which can be solved using neural network methods. It is also relevant to use fuel tanks made of composite materials based on natural fibres for fuel cell electrical vehicles (FCEVs).

The most common biofuel at present is biodiesel. For example, British Petroleum adds 7% biodiesel to diesel fuel. The use of pure biodiesel is limited due to its high density, viscosity, and surface tension, which result in larger droplet sizes, longer spray penetration, and, consequently, less efficient fuel atomization. Biodiesel also produces higher NO_x emissions compared to diesel, due to both its physical

properties and the presence of oxygen in its composition. Biodiesel is derived from oils or fats through a process called esterification, which introduces alcohol into the fuel.

To remove oxygen from vegetable oils and fats, hydrogen must be added. This process converts the fuel into hydrocarbons, the primary components of fossil diesel fuel. Unlike fossil diesel, these fuels came to be known as renewable diesel (RD). Since hydrotreatment is the primary method used to produce this fuel, it is also referred to as Hydrotreated Vegetable Oil (HVO). The first commercial HVO production plant was established in Finland in 2007 by Neste, at their Porvoo refinery. This plant had an annual capacity of 170,000 tons. HVO is already commercially produced in several European countries and the United States. Renewable diesel is derived from renewable sources and classified as a renewable fuel. Second-generation biofuels are produced from feedstocks that are not used as food. One such RD, called HRD-76, is made from algae and animal fat waste and is used in a 50% blend with NATO F-76 fossil diesel fuel for military naval applications.

Since HVO has a higher cetane number and a higher LHV (lower heating value), then this fuel must have a lower fuel consumption (BSFC) compared to diesel fuel. The absence of aromatic components in HVO should reduce soot, and the reduction of ignition delay due to a higher cetane number leads to lower emissions of nitrogen oxides. However, NO_x emissions also depend on both the presence and type of aftertreatment system and the movement of the vehicle on the road.

The evaporation of HVO fuel depends largely on the composition of the fuel. Modelling of evaporation, which was carried out by the author, based on the composition of fuel molecules HRD-76, showed worse evaporation of this fuel compared to diesel, due to the presence of molecules with a large number of carbon atoms in the structure.

Conclusions

As a substitute for diesel fuel, a good alternative for Ukraine is HVO, which has the potential to reduce both NO_x emissions and fuel consumption. For the rational use of hydrogen in fuel cell vehicles, it is necessary to solve the problem of filling fuel cells with water and obtain sustainable materials for the car tank.

Assessment of Lubricant Layer and Wear in ICE Friction Units under Lubricant and Stroke Variations

Oleksandr Milanenko, Ivan Bohdanov, Oleksii Kushch, Oleksii Vansovskyi, Maksym Pavlovskyi, Vadym Petrekutsy

National Transport University of Ukraine

E-mail: milanmasla@gmail.com

Introduction

Resource forecasting at the design stage is urgently needed for modern technology. Especially for friction units operating in extreme operating conditions in machines of strategic enterprises of the oil and gas, heat production and aerospace industries, in the production of high-speed transport, agricultural and military hybrid equipment. The current task is to generalize experimental data, predict reliability and resource in a wide range of changes in loads, speeds, temperatures, and the influence of lubricant.

Main material

The main principle of choosing a scheme for tribotechnical and rheological tests in non-stationary friction conditions is the maximum approximation to the real operating conditions of the studied tribocombinations. For this, it is necessary to ensure the correspondence of the nature of the movement of the samples, the values and speeds of sliding, as well as the materials of the friction pairs, which simulate the conditions for making friction units in the start-stop mode ("stop-end-go"). When choosing a principle scheme for studying the processes of friction and wear of movable connections in a lubricant, it is necessary to take into account obtaining on the samples a qualitative picture that is observed when implementing conditions of intense friction and wear in the parts of the cylinder-piston group (CPG) of an internal combustion engine, namely, when contacting the compression ring - the inner wall of the working cylinder with full fit of the contact surfaces under conditions of sliding friction.

The general signature of the formula describing the thickness of the lubricating layer h_i in dimensional coordinates [μm] taking into account the change in the piston stroke (i-th crankshaft rotation angle) and the type of lubricant, as a function of dimensionless variable parameters: speed U_i , load W_i , materials G_i and contact shape Z_m , will take the following form:

$$h_i = 4,73 \cdot 10^6 \cdot U_i^{0,5} \cdot G_i^{0,476} \cdot W_i^{-0,09} \cdot Z_m \cdot R_{\Sigma}, [\mu\text{m}] \quad (1)$$

where $Z_m = 1 - \exp^{-0,68k}$ – contact shape parameter due to wear;

k – ellipticity parameter according to equation;

U_i – dimensionless velocity parameter, which is found by equation;

W_i – dimensionless load parameter, which is found by equation;

G_i – dimensionless material parameter, which is found by equation;

R_{Σ} – reduced radius of curvature of contact surfaces, which is found by equation.

According to the developed model for estimating the thickness of the lubricating layer depending on the piston stroke (i-th crankshaft rotation angle) when using the studied motor oils, it was established (see Fig. 1) that at the injection stage (from 176 to 184 degree Grad) and injection (from 536 – 544 degree Grad) at the bottom dead center (BDC), stable microelastohydrodynamic (micro-EGD) lubrication is observed due to the fact that thicknesses of more than 1 μm are formed.

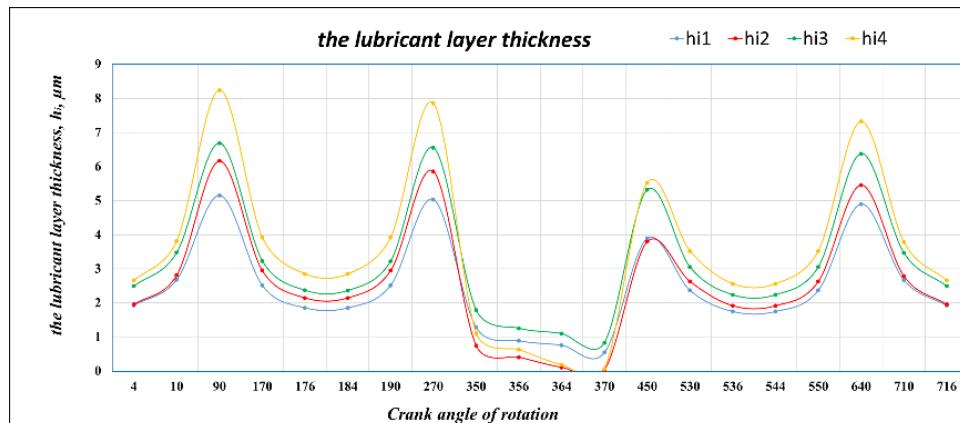


Figure 1. Nomogram of the dependence of the thickness of the lubricating layer h_i in the contact zone between the upper compression ring and the cylinder liner of the internal combustion engine on the piston stroke (i-th crankshaft rotation angle) with increasing number of revolutions n (linear velocity V_i) for two studied motor oils with different viscosity classes η_0 : h_{i1} – motor oil No. 1, $n = 2000$ rpm; h_{i2} – motor oil No. 1, $n = 3500$ rpm; h_{i3} – motor oil No. 2, $n = 2000$ rpm; h_{i4} – motor oil No. 2, $n = 3500$ rpm.

According to the developed nomogram of wear intensity in the contact zone between the upper compression ring and the cylinder liner of the internal combustion engine, depending on the piston stroke (i-th crankshaft rotation angle) and the type (rheological properties) of the lubricant, it was established (see Fig. 2) that at the combustion stage in the TDC zone, including with an increase in the number of revolutions of the internal combustion engine crankshaft, the wear intensity for both oils is minimal.

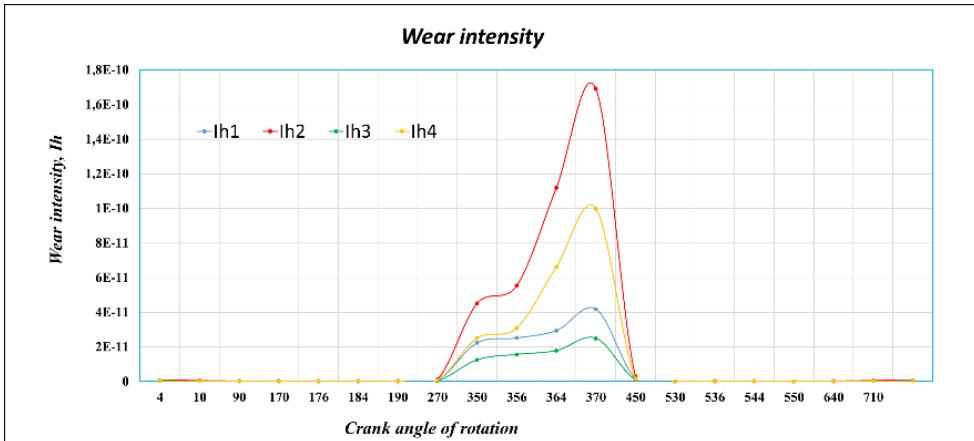


Figure 2. Nomogram of wear intensity I_h in the contact zone between the upper compression ring and the cylinder liner of the internal combustion engine depending on the piston stroke (i-th crankshaft rotation angle) with increasing number of revolutions n (linear velocity V_i) for two studied motor oils with different viscosity classes η_0 : I_{h1} – motor oil No. 1, $n = 2000$ rpm; I_{h2} – motor oil No. 1, $n = 3500$ rpm; I_{h3} – motor oil No. 2, $n = 2000$ rpm; I_{h4} – motor oil No. 2, $n = 3500$ rpm.

Conclusion

Based on the results of modeling the assessment of the thickness of the lubricating layer and the intensity of wear in the frictional contact zone between the upper compression ring and the cylinder liner of the internal combustion engine, nomograms were developed for assessing the lubrication efficiency and the intensity of wear of internal combustion engine components based on the rheological properties (dynamic viscosity η_0) of the engine oil, the number of revolutions and the piston stroke (i-th crankshaft rotation angle) of the engine, which makes it possible to select the optimal type of engine oil for the implementation of stable lubrication and increase the wear resistance of friction pairs operating in extreme operating conditions.

Chapter II.

Energy Safety, Energy Efficiency, Energy Management, Technical Regulation & Environmental Safety and Development of Ecologistics, Systems of Utilization and Disposal of Transport and Energy Materials

Biohydrogen Application in the Context of Clean Energy

Vira Sabadash

Lviv Polytechnic National University

E-mail: virasabadash@gmail.com

Introduction

The article uses biological methods to address the scientific and practical aspects of bio-hydrogen (H_2) production from micro-algae biomass. This approach simultaneously tackles three key issues: generating a renewable and eco-friendly energy source, managing micro-algae biomass waste, and reducing greenhouse gas emissions. The study highlights micro-algae biomass as a promising and sustainable biofuel source, emphasising its role in hydrogen production via water splitting. Hydrogen stands out as an efficient energy carrier due to its high energy content and carbon-free combustion. The paper explores the chemical, metabolic, and technical prerequisites for bio-hydrogen synthesis, reviewing direct and indirect biophotolysis, biological constraints, and metabolic and genetic engineering solutions. Dark fermentation of micro-algal biomass is analysed from an energy feasibility perspective, covering biomass pretreatment for high sugar yields, inoculum significance, and reactor configurations for optimising hydrogen production.

Main material

Bio-hydrogen (H_2) is gaining significant attention as a clean and sustainable energy source. With rising concerns about climate change and the depletion of fossil fuels, the search for renewable alternatives has intensified. Bio-hydrogen, produced through biological processes, presents an eco-friendly solution with high energy efficiency and minimal carbon emissions. Bio-hydrogen research has emerged as a dynamic field that interweaves biochemical, microbiological, and engineering disciplines to address global energy challenges. Researchers are deeply engaged in analysing hydrogen fermentation efficiency indicators, seeking to interpret the parameters that dictate yield and process stability. Detailed reaction schemes have been developed to better understand the underlying pathways of bio-hydrogen production, emphasising both the dark and light-dependent processes. In dark enzymatic synthesis, anaerobic bacteria play a pivotal role by catalysing hydrogen production through intricate metabolic networks. Key to this approach is

the substrate conversion rate and the breakdown of solid particles within the fermentation system, which directly impact the efficiency and sustainability of the overall process. Parallel to these investigations, significant attention is given to defining and justifying the critical requirements for effectively destroying micro-algal biomass. This resource serves as a substrate for fermentation and presents challenges in pretreatment and conversion efficiency. This effort has led to developing dark fermentation processes that show promise for industrial application. Researchers have critically evaluated various strains in selecting the optimal microorganisms for bio-hydrogen synthesis, considering their metabolic capabilities, adaptability, and tolerance to operational conditions. This careful selection process ensures that the chosen bacteria can convert biomass into hydrogen effectively, thereby enhancing process viability and scalability. Light-dependent hydrogen production represents another exciting frontier in this field, particularly involving micro-algae of the Chlorophyta group. Investigations into the H₂ formation by cultures enriched with *Rhodobacter gelatinous* have revealed promising results, as these organisms exhibit enhanced photosynthetic efficiency and robust hydrogenase activity. Further research has demonstrated that the photoproduction of bio-hydrogen by species such as *Chlamydomonas reinhardtii* can be stimulated under specific conditions, with additives like formate and methanol significantly influencing the rate of hydrogen formation. Exploring other microorganisms, such as *Euglena gracilis*, underscores their potential as efficient hydrogen producers. Studies suggest that stimulating respiration within these systems can create favourable conditions for anaerobic processes, thus optimising the overall bio-hydrogen output. Moreover, the presence of trace elements has been shown to affect both these organisms' growth and enzymatic activity, pointing to the need for precise nutrient management in bioreactor systems.

Conclusions

This study tackles the challenge of producing bio-hydrogen (H₂) from micro-algae biomass, demonstrating its potential as a sustainable solution for environmental and energy issues. Micro-algae biomass is a renewable resource that provides an eco-friendly energy carrier and helps reduce waste and greenhouse gas emissions. The research examines photobiological and dark fermentation pathways, emphasising improvements in pretreatment, inoculum selection, and reactor design to boost hydrogen yields. Integrating metabolic and genetic engineering strategies to overcome biological barriers further highlights the promise of micro-algae in advancing carbon-neutral energy systems.

Improving Energy Efficiency in Seed Pelletizing Technology

Dmytro Semenenko, Yaroslav Kornienko, Serhii Haidai

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: dimasemhaha@gmail.com

Intrduction

Pre-sowing chemical treatment is an important element in ensuring the efficiency of agricultural production. One of the most advanced methods is seed pelletizing, a process that not only protects seeds from pests and diseases but also provides them with nutrients. However, traditional pelletizing technologies are often characterized by low heat utilization, which significantly reduces the overall energy efficiency of the process.

Main material

Modern pelletizing machines are usually based on mechanical mixing using disk sprayers. This leads to seed damage and agglomerate formation. Drying is carried out in drum machines or bowl granulators, which complicates the technological process and reduces energy efficiency.

The proposed alternative is the use of a fluidized bed apparatus (Fig. 1), which ensures efficient circulation of seeds between the irrigation and drying zones without mechanical damage. Heat in such a system is transferred exclusively by convection, which allows for a high degree of energy efficiency. It is known that the coefficient of utilization of the supplied heat of such a device can reach 50% or more, and in the case of heterogeneous fluidization, the coefficients of heat and mass transfer increase by 1.5-2 times. Due to the special structure of the fluidized bed, in which the seeds are constantly suspended under the influence of the rising gas flow, active mixing of the particles is ensured. This creates conditions for the constant renewal of the contact surface between the hot gas coolant and the wet seeds. As a result of intensive mass transfer (evaporation of moisture from the seed surface) and efficient heat transfer, the contact area between the solid (seed) and gas (coolant) phases is maximized. Therefore, the product of the heat transfer coefficient (α) and the phase contact area (F), which determines the overall heat transfer efficiency of the system, approaches its maximum value – $\alpha F \rightarrow \max$.

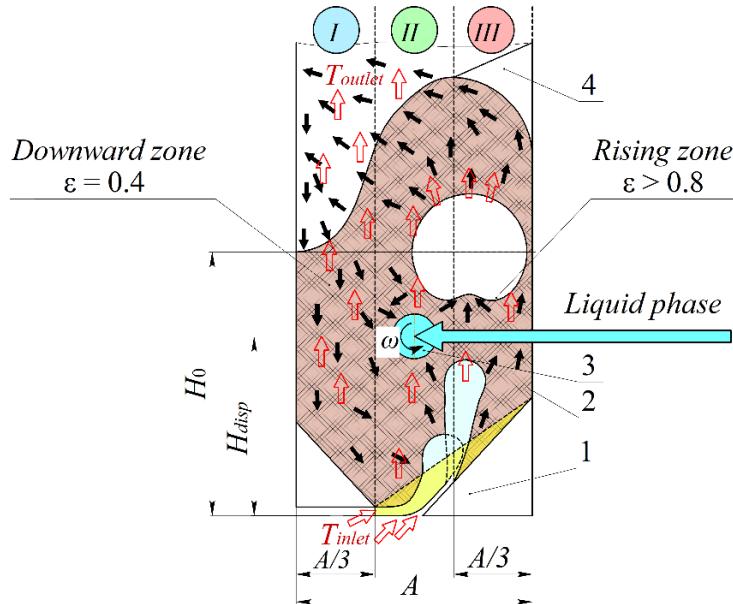


Figure 1. Scheme of the apparatus for the process of pelletizing and granulation with heterogeneous fluidization: 1 – gas distribution device, 2 – granulator chamber, 3 – mechanical disperser, 4 – directing distributor

The approbation of the technology using heterogeneous jet-pulsation fluidization for granulation of heterogeneous liquid systems made it possible to obtain spherical organic-mineral fertilizers with a stimulating effect with a layer structure. The use of such a scheme provided a granulation coefficient $\psi \geq 88\%$ with minimal dust emission, and also doubled the specific moisture load compared to homogeneous fluidization.

Conclusions

The proposed technology of pelletizing using heterogeneous fluidization significantly increases the thermal efficiency of the process (efficiency over 50%), which reduces energy consumption and the carbon footprint of production. The possibility of forming coatings taking into account agro-ecological conditions, high adaptability to different formulations and versatility in application (drying, encrustation, calibration) makes this technology a modern energy-efficient solution for pre-sowing seed treatment.

Покращення Якості Електроенергії в Тяговій Мережі Залізничного Транспорту України

¹Юрій Семененко, ²Ольга Семененко

¹Український державний університет залізничного транспорту,

²Національний аерокосмічний університет

«Харківський авіаційний інститут»

E-mail: semenenko_jo@kart.edu.ua

Вступ

Незважаючи на деякий економічний спад та обмежене фінансування досліджень на залізничному транспорті України продовжується електрифікація ділянок за системами тягового електропостачання постійного струму напругою 3 кВ та змінного струму напругою 25 кВ і частотою 50 Гц. Разом з тим відбувається модернізація систем зв'язку та автоматичного керування рухом поїздів, використання альтернативних видів енергії, електричного комутаційного обладнання підстанцій та впровадження нових типів електричного рухомого складу. Надійне функціонування засобів залізничного зв'язку і систем автоматики, де використовуються мікропроцесорні пристрої, залежить від істотного зниження негативного впливу тягового струму на рейкові ланцюги, повітряні лінії та інші засоби. Причиною таких впливів виступають гармоніки пульсуючої складової напруги та струму тягової мережі, джерелом яких є випрямляючі установки, а також електричний рухомий склад із імпульсним споживанням електричної енергії.

Основна частина

У даному дослідженні пропонується за для покращення компенсації пульсуючої складової випрямленої напруги та струму на вихіді тягової підстанції застосування комбінованих та активних систем, на основі активних фільтрів, принцип дії яких заснований на внесенні у вихідний ланцюг випрямляча електрорушійної сили компенсації, здатної подавлювати складові напруги навантаження. Запропоновані комбіновані та активні фільтри представляють собою замкнену структуру зі зворотним зв'язком за вихідними параметрами струму та напруги на навантаженні. У канал зворотного зв'язку входить коригуюча ланка, що забезпечує формування компенсуючого сигналу,

що необхідно для подавлення пульсуючої складовою випрямленої напруги на виході тягової підстанції постійного струму.

Під час застосування комбінованих систем подавлення змінної складової вихідного струму перетворювального агрегату до його складу входить пасивна та активна частина фільтра. Пасивна частина складається з реактора L та конденсатора C , що представляють собою Г-подібний аперіодичний LC -фільтр, що застосовують на тягових підстанціях в складі типових схем фільтрокомпенсуючих пристрій. Активна частина фільтра складається з датчика змінної складової вихідної напруги чи струму, коригуючої (динамічної) ланки та підсилювача, вихідний сигнал якого через розділяючий трансформатор подається в силове коло фільтра.

Компенсація змінної складової випрямленої напруги здійснюється внесенням в коло послідовно з джерелом пульсації $U_p(p)$ напруги компенсації $U_k(p)$, що формується каналом зворотного зв'язку активної частини фільтра. Напруга на навантаженні $U_h(p)$ з урахуванням дії активної та пасивної складової визначається наступним рівнянням:

$$U_h(p) = [U_p(p) - U_k(p)] \cdot H(p), \quad (1)$$

де $H(p)$ – передавальна функція пасивної ланки комбінованого фільтра.

Для синтезування передавальної функції, що описує динамічні параметри був застосуваний метод частотних характеристик. При застосуванні методу частотних характеристик та аналізі передавальної функції коригувальної ланки під час формування зворотного зв'язку за вихідною напругою навантаження, що частотні властивості активного фільтра істотно залежать від величини навантаження. Аналіз замкненої структури активного фільтра полягає в корекції методом частотних характеристик заданої системи, що забезпечує необхідні частотні властивості та критерії якості системи автоматичного регулювання.

Висновки

Як показало дослідження запропоновані комбіновані і активні системи покращують показники електричної енергії тим самим забезпечуючи їхні параметри в необхідних межах згідно стандартів якості. Загалом досліджувані комбіновані системи суттєво зменшують масу та габаритні показники, що забезпечує надійнішу роботу фільтру на виході тягової підстанції, в цілому через відсутність в даних системах пасивних режекторних ланок, що встановлюють на стандартних фільтрокомпенсуючих пристроях тягових підстанцій постійного струму.

Залізничний Транспорт на Шляху до Вуглецевої Нейтральності: Роль Альтернативних Паливно-Мастильних Матеріалів

Олена Сорочинська

Національний транспортний університет

Електронна пошта: ellena06.84@ukr.net

Вступ

Залізничний транспорт є одним з ключових видів транспорту в Україні та світі. Він відіграє важливу роль у перевезенні пасажирів та вантажів, а також у забезпечені економічного розвитку країни. Проте, традиційно залізничний транспорт використовує викопне паливо, таке як вугілля, дизель та мазут. Переход на альтернативні джерела енергії може допомогти зменшити цю залежність та підвищити енергетичну безпеку країни. Впровадження альтернативних паливно-мастильних матеріалів у залізничному транспорті є стратегічно важливим напрямом на шляху до вуглецевої нейтральності.

Основний матеріал

Залізничний транспорт вважається найкращим варіантом наземного транспорту завдяки багатьом економічним, соціальним, енергетичним та екологічним перевагам. Наприклад, залізничний транспорт забезпечує рух без заторів та високий рівень безпеки, знижує викиди та споживання палива на одного перевезеного пасажира (або вантажну одиницю), зменшує використання землі (втрічі менше землі порівняно з автомагістралями) та забезпечує високу швидкість перевезення.

Більшість залізничних маршрутів в Україні продовжують обслуговуватися дизельними локомотивами, що зумовлено низьким рівнем електрифікації мережі – станом на 2023 р. лише близько 47% залізничних колій мають електрифікацію. Це означає, що понад половина рухомого складу використовує дизельне паливо, що є основним джерелом викидів CO_2 , NO_x , твердих часток, SO_x та летких органічних сполук.

Згідно з офіційними даними АТ «Укрзалізниця», обсяг викидів CO_2 у 2020 р. перевищив 120 тис.тонн, що свідчить про суттєве навантаження на атмосферу. При цьому щорічна динаміка демонструє стабільне зростання

викидів: з 2016 по 2020 роки загальний приріст склав понад 9%, попри скорочення обсягів пасажирських перевезень у деякі періоди.

Однією з основних проблем є зношеність локомотивного парку: середній вік дизельних локомотивів перевищує 30 років, що призводить до низької паливної ефективності та підвищеного рівня викидів. Більшість локомотивів не відповідають сучасним екологічним стандартам (наприклад, Stage III або IV за нормами ЕС), що поглиблює вплив на якість повітря, особливо у густонаселених регіонах.

Перехід на альтернативні види палива може суттєво знизити екологічний вплив транспорту та мати вирішальне значення у створенні сталого транспорту, що мінімізує негативний вплив на навколошнє середовище. Альтернативні паливно-мастильні матеріали ключають в себе різні види палива та мастильних речовин, що можуть замінити традиційні нафтопродукти (таблиця 1).

Таблиця 1
Типи альтернативного палива та їх характеристики

Вид палива	Основні характеристики	Переваги	Недоліки	Перспективи в Україні
Водень (H ₂)	Застосовується у паливних елементах. Під час реакції утворюється лише водяна пара.	Нульові викиди, висока енерго-ефективність, підходить для неелектрифікованих маршрутів.	Висока вартість виробництва, потреба в новій інфраструктурі, складність зберігання.	Підтримується Нацстратегією до 2035; активні проекти HyWay UA, Hydrogen Hub.
Біопаливо (B20–B100)	Виготовляється з рослинної або тваринної сировини (рапс, кукурудза, жир, відходи).	Може використовуватися у дизельних локомотивах без значної модернізації; знижує CO ₂ до 70%.	Потребує багато сировини; нестабільна ціна; можливий вплив на продовольчу безпеку.	Є високий потенціал на базі агросектора (Полтавщина, Херсонщина тощо).
LNG (скраплений природний газ)	Газ охолоджений до -160 °C; зберігається в рідкому стані.	На 20–25% менші викиди, економія палива, менше шуму, нижча вартість порівняно з дизелем.	Потребує спеціального обладнання (баки, охолодження), вища вартість інфраструктур	Реалізовується в автопарках; потенціал для вантажного транспорту.
Синтетичне паливо (e-fuels)	Виробляється з CO ₂ та Н ₂ задопомогою	Може замінити дизель без перебудови інфраструктури	Дуже дорогое виробництво, низький ККД;	У перспективі – використання в регіонах з

	електроенергіз ВДЕ.	тури, нейт-ральне щодо CO ₂ .	на стадії тестування.	профіцитом ВДЕ (сонце, вітер).
Електрика (від ВДЕ)	Живлення через контактну мережу або акумулятори.	Висока енергоефективність, низькі викиди при "зеленій" генерації, менші експлуатаційні витрати.	Потребує інфраструктури, електрифікації колій, обмеження дальності для акумуляторних поїздів.	Широко застосовується; потребує подальшої електрифікації регіонів.

Висновки

Залізничний транспорт активно переходить на екологічно чисті джерела енергії, і приклади таких трансформацій уже спостерігаються в багатьох країнах світу. Комерційні водневі поїзди вже працюють у Німеччині, Франції, Канаді, Великій Британії та Китаї. Наприклад, у Німеччині запущено перший у світі водневий потяг Alstom Coradia iLint, а Велика Британія інвестує в розроблення та експлуатацію водневих поїздів у межах плану з повної декарбонізації залізничного транспорту до 2040 року. Отже, запобігання зміні клімату, зокрема, через декарбонізацію транспортного сектору, є ключовим завданням, що стоїть перед світовою спільнотою, включаючи Україну. На прикладі Європейського зеленого договору можна побачити чіткий вектор, спрямований на досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року, де транспортний сектор має істотну роль у скороченні викидів парникових газів. Успішна реалізація кліматичної політики вимагає комплексного підходу, що охоплює впровадження нових технологій, перехід до відновлених джерел енергії, розвиток інфраструктури для екологічно чистих транспортних засобів та підтримку інновацій. Україна активно адаптує національну транспортну політику до європейських стандартів, забезпечуючи сталій розвиток галузі та зменшуючи її негативний вплив на довкілля, такі зусилля сприяють створенню здорового середовища та підвищенню якості життя громадян, водночас забезпечуючи виконання міжнародних зобов'язань у сфері захисту навколошнього середовища. Перехід до альтернативних ПММ у залізничному транспорті є ключовим елементом екологічної трансформації. Україна має усі передумови для цього – наявний аграрний ресурс, стратегічне розташування, міжнародну підтримку. Збалансоване поєднання електрифікації, HVO, водню та акумуляторних рішень дозволить досягти кліматичної нейтральності з урахуванням національних особливостей.

Вилучення Вуглекислого Газу для Підвищення Калорійності Біогазу

Сергій Крушиневич, Геннадій Жук, Юрій Іванов

Інститут газу Національної Академії Наук України

E-mail: admin@sergeyk.kiev.ua

Вступ

Внаслідок життєдіяльності людства утворюється велика кількість відходів, серед яких велику частку займають органічні відходи. В Українських містах цей тип відходів вивозиться на спеціально облаштовані полігони твердих побутових відходів, де вони захоронюються, бактерії починають поглинати органічну частину відходів і на певному етапі починають виділяти вуглекислий газ та метан. В Україні налічується близько 4,5 тис. офіційних полігонів твердих побутових відходів загальною площею понад 7,8 тис. га, куди щороку вивозиться біля 11-13 млн т. свіжого сміття. Цей об'єм виділяє близько 800 тис. т. метану в рік, що еквівалентно 65 млн т. вуглекислого газу в перші 20 р. (GWP20) та 22 млн т. в наступні 100 років (GWP100).

Основна частина

В Україні діє Закон про управління відходами № 2320-IX, що регламентує сучасні жорсткі вимоги до облаштування полігонів, але існує велика кількість старих полігонів, заснованих понад 40 років тому, що все ще не мають достатньої захисної оболонки і біогаз виділяється в атмосферу, а повітря потрапляє в тіло полігону, внаслідок чого бактерії починають поглинати кисень, а азот – інертний газ накопичується в середині і тим самим додатково знижує концентрацію метану.

Для надійної роботи поршневих двигунів електростанцій, що використовуються для утилізації біогазу на полігонах твердих побутових відходів, концентрація метану повинна перевищувати 35%. І хоча на свіжих полігонах вона може досягати 70%, на старих з поганим перекриттям і інтенсивним підсосом повітря, в тому числі в наслідок відбору біогазу, концентрація метану може впасти нижче зазначененої межі. Виходом з такої ситуації може стати вилучення вуглекислого газу, концентрація якого в біогазі може досягати 40%, і тим самим збільшити концентрацію метану вище 35% (рис. 1). Прикладом є амінова технологія вилучення вуглекислого газу.

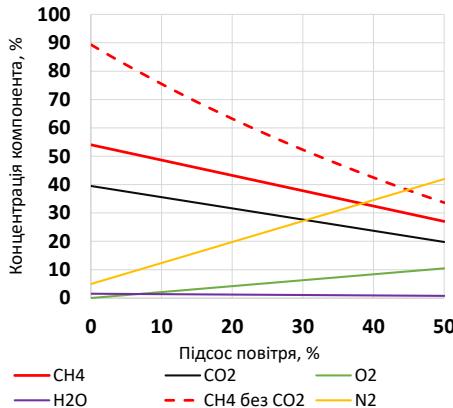


Рисунок 1. Зміна концентрацій компонентів внаслідок підсосу повітря

Висновки

Використання розчину МЕА, МДЕА або їх суміші дозволяє вилучити вуглекислий газ з біогазу, при цьому технологія не потребує значних затрат на підготовку біогазу, на відміну від мембраниої технології, де потрібна як ретельна очистка від домішок, так і глибоке осушення. Збільшення концентрації метану відповідно зменшує об'єм баластних газів, що позитивно впливає на ККД біогазової електростанції і відповідно зменшується витрата палива на 1 кВт виробленої електричної енергії (рис. 2).

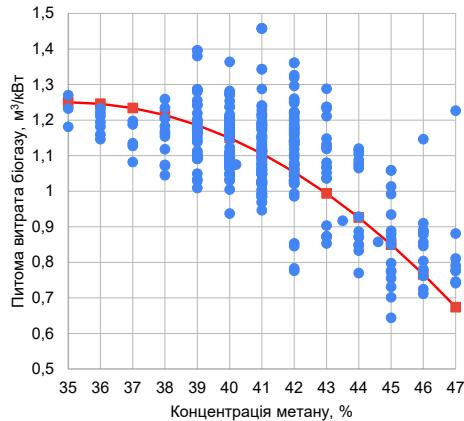


Рисунок 2. Зміна питомої витрати біогазу в залежності від концентрації біогазу в процесі експлуатації електростанції

В Інституті газу НАН України виконані дослідження вилучення вуглекислого газу на лабораторній установці і зараз виконується будівництво дослідно-промислової установки. Очікується вилучення близько 90% вуглекислого газу, при цьому оптимізація складу розчину дозволила відмовитись від зовнішніх джерел тепла для процесу десорбції вуглекислого газу з розчину амінів.

Aircraft Noise Requirements and Multilevel Impact Assessment of Noise Reduction Technologies In New Aircraft Design

¹*Kateryna Kazhan*, ²*Oleksander Zaporozhets*, ³*Vitalii Makarenko*,
⁴*Vadym Tokarev*, ⁵*Andrzej Chyla*

^{1,3,4} State University "Kyiv Aviation Institute"

²Łukasiewicz Research Network – Institute of Aviation

⁴ Noise ACH, LLC

E-mail: kateryna.kazhan@npp.kai.edu.ua,

Introduction

Further sustainable aviation development requires simultaneous advancements in energy efficiency, emissions reduction, and aircraft noise mitigation. According to the EU Clean Aviation SRIA (2021), achieving a 65% reduction in perceived noise, 90% reduction in NO_x , and 75% reduction in CO_2 by 2050 compared to year 2000 levels is essential for climate-neutral air transport. While emission and fuel-related progress are being realized through alternative fuels and propulsion systems, aircraft noise remains a persistent barrier, particularly in communities surrounding airports. To address this, the EFACA (Environmentally Friendly Aviation for All Classes of Aircraft) project proposes a multilevel framework for assessing the acoustic performance of novel aircraft technologies. This includes both Technology A (hybrid-electric propulsion – HEP) and Technology B (next-generation turbofans, e.g., A320NEO), assessed at three levels: aircraft design, operational airport scenarios, and long-term fleet renewal strategies. Both configurations are evaluated using advanced tools including NoiTra, NoBel, and ADS-based trajectory modeling. This publication is devoted to the multilevel impact assessment of noise reduction technologies in new aircraft design on the example of analysis of Technology A with a reference ATR72-600, while the A320 family serves as a background for airport and fleet levels.

Main material

The EFACA project introduces a comprehensive **three-level approach** to aircraft noise assessment, encompassing **aircraft design**, **airport operations**, and **long-term fleet evolution**. At the **aircraft level**, detailed modeling of **flight dynamics**, **engine performance**, and **hybrid-electric propulsion systems** allows for

accurate evaluation of noise reduction technologies using the *Aircraft Design Space* module. At the **airport level**, the **EFACApport** simulation platform models real-world layouts, procedures, and fleet mixes to assess cumulative noise exposure under realistic operating conditions. At the **fleet level**, scenario-based simulations quantify the long-term acoustic benefits of disruptive propulsion systems and guide strategic planning for sustainable aviation.

At the *aircraft level*, noise modeling confirms the benefit of HEP configurations using user-defined UHYBRID flight profiles and NPD corrections (-4 dB departure, -2 dB approach). Compared to the conventional ATR72 and ATR76 profiles, the EFACA HEP aircraft achieves EPNL reductions of 2–4 dB, particularly at lateral and flyover certification points. SEL and EPNL contours (80–100 dB) show that during departure, HEP aircraft reduce noise areas by up to 50% compared to ATR72 and by 25–30% compared to ATR76. Approach benefits are moderate but consistent, with 5–9% smaller contours. At the *airport level*, modeling for Gdańsk Airport—using the **FSDS** platform and a representative traffic scenario—demonstrates reductions in L_{den} and L_{night} contours of up to 13% and 11% respectively for calculation cases with HEP+NPD correction), compared to the baseline case (AT76 & A320NEO). Notable improvements occur at critical levels of 60–70 dB, influencing airport noise zoning. The fleet structure (70% narrowbody, 21% turboprop) and diurnal distribution (63% day, 20% evening, 17% night) were considered. *Fleet-level* modeling aligns these findings with EUROCONTROL's EAO 2050 roadmap. Fleet renewal alone may account for up to 25% CO₂ reduction. By 2050, 60% of the fleet is projected to feature CS₂-level technologies, including HEP, LH₂-powered, and electric regional aircraft. Technology entry timelines (2030–2040) affirm the feasibility of widespread deployment.

Conclusions

This study demonstrates that hybrid-electric propulsion, when coupled with trajectory optimization and NPD curve correction, delivers measurable noise reductions at aircraft and airport levels. In particular, HEP aircraft show reductions of up to 50% in noise EPNL contours during departure and 10–15% during approach when compared to previous-generation ATR72 aircraft. Airport-level assessments confirm that hybrid configurations yield reductions of up to 13% in L_{den} and 11% in L_{night} compared to the baseline. Fleet-level modeling confirms the importance of replacing older aircraft with both hybrid-electric (Technology A) and efficient turbofan (Technology B) solutions. Their combined implementation offers synergistic benefits—allowing for cumulative reductions in community noise exposure and aligning with ACARE 2050 goals.

Global and Local Emission Factors of New Aircraft Design

¹Kateryna Synylo, ¹Andrii Krupko, ¹Vitalii Makarenko, ²Oleksandr Zaporozhets

¹ State University "Kyiv Aviation Institute"

² Łukasiewicz Research Network – Institute of Aviation

E-mail: synyka@gmail.com

Introduction

The global aviation industry accounts for approximately 12 % of transport sector carbon dioxide (CO₂) emissions. The continual improvement of technology and operational capabilities has led to a cumulative fleet fuel efficiency improvement of 54 % since 1990 and this trend is expected to continue. Greening aviation is key to our global future. Reducing aircraft operations would severely impact worldwide economics. Radical and green propulsion alternatives must be developed quickly. Fast decarbonization is possible if successive waves of innovation are considered. To achieve a set of future sectorial goals, breakthrough technologies must be foreseen. Stepwise development to meet environmental targets – reduction of the fuel burn and emission in aviation sector – the evolutionary and revolutionary technology solutions to be researched and implemented complementarily – provides a necessity to formulate midterm and long-term goals, especially driven by climate change impact of aviation. The concept of More Electric Aircraft (MEA) covers a number of technologies to be introduced in aircraft control in flight during nearest decades. MEA solutions are energy-efficient alternatives to the conventional mechanical, pneumatic, and hydraulic counterparts. It consolidates power electronics and drives of an aircraft further reducing the engine autonomy. It is quite suitable for lowering the dependency of auxiliary aircraft systems on the power supplied from the aircraft engine. To ensure ultra-low or even zero emissions during flight, there is an increasing number of international research and development aimed at the electrification of power plants (PP) and aircraft (A/C) power systems (EFACA task).

Main material

Comparison of modeling results for the AT76 type aircraft with conventional and hybrid power plants for the throughout flight profile (EFACA task) demonstrates, that application of electric motors at take-off, climb-out and climb modes leads to reduce mass of fuel burned correspondingly on an average 22%, 22% and 25%. The same trends are found for emissions mass: CO₂ reduction was achieved

on an average 24% at take-off and climb-out modes, 28% at climb mode; NO_x reduction – on an average 40% at take-off mode, 45 % - climb-out and 43% - at climb mode. The obtained results of local air quality studies at EFACApot for conventional and hybrid aircraft demonstrates, that implementation of electric taxi system, as electric wheel leads to decrease CO, NO_x concentrations nearly in 1,5 times. With the aim to estimate more carefully the efficiency of hybrid AT76 in part of the NO_x and CO concentration levels the sensitivity cases were implemented for single aircraft at EFACApot (the layout of Gdansk airport is used for modelling the European regional airport in EFACA project). The two simple cases were submitted correspondingly for conventional and hybrid AT76 (1 departure):

1. Taxing by running 2 engines, next acceleration on the runway and takeoff of conventional AT76;
2. E-taxing by using only one engine, which operates in tandem with the electric wheel for a distance of 462 m . Afterwards, standard taxiing occurs, which involves running up both engines for the distance of 2012 m (section “CB” and “BA), next acceleration on the runway and take-off of hybrid AT76.

Obtained results of emission inventory highlighted the reduction of fuel consumption and emissions of CO, NO_x on 15% at taxing conditions due to using electric wheel during 81 s. However, during take-off conditions, the reduction in fuel consumption and emissions of CO and NO_x is achieved correspondingly by 15%, 45%, and 26% through the efficiency of the hybrid power plant.

Conclusions

1. Analysis of the EFACA preliminary studies has demonstrated the results of fuel burn assessment of the individual technologies for different aircraft groups. In general, the rolled-up engine technologies contribute larger fuel burn benefits than aircraft aerodynamic and structural technologies only.

2. Comparison of modeling results for the AT76 type aircraft with conventional and hybrid power plants for the throughout flight profile (one of the EFACA tasks) concludes that application of electric motors with 25 % of the engine power at take-off, climb-out and climb modes leads to reduce mass of fuel burned correspondingly on an average 22%, 22% and 25%. The same trends are found for emissions mass: CO₂ reduction was achieved on an average 24% at take-off and climb-out modes, 28% at climb mode; NO_x reduction – on an average 40% at takeoff mode, 45% - climb-out and 43% - at climb mode.

3. The obtained results of air quality studies at EFACA port for conventional and hybrid aircraft show that the implementation of electric taxi system such as electric wheel leads to a decrease in CO, NO_x concentrations by almost 1.5 times.

Turboprop Aircraft Improvement for Clean Aviation Requirements and Goals

¹*Vitalii Makarenko, ¹Olexandr Yakushenko, ¹Vadim Tokarev,
¹Kateryna Kazhan, ¹Kateryna Synylo, ²Oleksandr Zaporozhets*

¹State University "Kyiv Aviation Institute"

²Łukasiewicz Research Network – Institute of Aviation

E-mail: vitmakarenko@kai.edu.ua,

Introduction

Flight trajectory is a prerequisite for the evaluation of noise and the emission of harmful substances. Noise and emission are an integral part of aviation operations. However, noise and emissions can be reduced by modifying the propulsion system and operating the aircraft in an optimal way. The procedure required to construct an optimal trajectory for the hybrid electric propulsion system used in turboprop aircraft is presented. Clean aviation focuses on reducing the environmental impact of air travel by lowering emissions and improving efficiency. The research shows the extent to which CO₂ and NO_x emissions can be lowered compared to ATR2 propelled with gas-turbine engines (GTE) only. The core of the method for estimating noise and emission on the conceptual design stage of the aircraft consists of the following modules: a module for calculating the working process of GTE; an in-flight profile calculation module; a module for calculating parameters of emissions of pollutants; and a module for calculating the noise characteristics of aircraft with hybrid power plants at the take-off and landing stages. We show how to apply the first two modules for the construction of a trajectory, which can be used as an input to the later two modules.

Main material

The example of the parallel configuration of hybrid electric aircraft (HEA) was considered. For this configuration, the hybrid power plant of the ATR72 consists of the GTE and the electric motor (EM) connected through a common gearbox. A new GTE for HEA does not require producing as much power as the original one since EM has additional power. Because of this, the weight of GTE was decreased. We perform the analysis for the future aircraft having battery with a specific energy density of 0.8 kWh/kg. When the difference between engine masses is multiplied by

the factor of installed weight 1.39, we obtain 191.7 kg of the freed mass due to the installation of a smaller engine. To account for the added weight to the ATR72, we subtracted the mass of 2 motors with controllers (250 kg), 241.7 kg of batteries, a total of 250 kg for the gearbox, and wiring and cooling from the mass of fuel onboard the ATR72. The hybrid configuration has 358.3 kg less fuel than the conventional configuration. In this way, there is no difference in mass between conventional and hybrid versions of the ATR 72.

The usage of a genetic algorithm was suggested for satisfying the requirements of the flight crew operation manual and optimizing for the noise at the certification point. As the control parameters for optimization, the parameters related to pilot inputs were used. These included angle of attack (AoA), power lever angle (PLA), and the time of flight at which the changes of these inputs were done. To lower the amount of parameters that are optimized, the usage of membership functions was suggested for formulating functional dependencies of AoA and PLA as functions of time for separate segments of flight.

The maximum flight range of the ATR72 in the hybrid configuration constitutes 93.4% of the flight range of the ATR72 with conventional PP. For the maximum flight range, HEA used 8.1% less kerosene compared to conventional aircraft. The benefits of usage of HEA for reduction of ecological impact will be more noticeable on shorter distances.

Conclusions

The module for calculating parameters of emissions of pollutants showed that for obtained trajectories the CO₂ reduction was achieved on an average 24% at takeoff and climb-out modes, 28% at climb mode; NO_x reduction – on an average 40% at take-off mode, 45% - climb-out and 43% - at climb mode.

In contrast to existing methods for calculating the flight path, the improved method made it possible to fulfill the operational limitations and reliably predict the speed, altitude, fuel consumption, thrust, and pitch angle of the aircraft in the form of continuous functions of time throughout the flight profile. As a result of research, the new method for estimating the trajectory of HEA was developed. This method allows for accurate estimation of trajectory parameters as monotonous functions of time. It enables the evaluation of airplane performance with the hybrid power plant. The new method allows obtaining a trajectory for estimating distance to the receiver of sound, thrust for estimating radiated sound power, and pitch of the airplane, which influences the directivity of sound propagation. The described method can be applied to any airplane.

The Impact of Road Transport on the Ecological Safety of the City and the Development of Ecology in Industrially Loaded Regions

Mykola Halaktionov, Viktor Bredun

National University Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic

E-mail: nikolay@galaktionov.com

Introduction

The article presents the results of a comprehensive study of the impact of road transport on the state of atmospheric air in the industrially loaded city of Kryvyi Rih, which is one of the largest industrial centers of Ukraine. The focus of attention is the analysis of vehicle emissions, which, along with industrial enterprises, form a significant part of the total man-made load on the environment.

Main material

The study is based on monitoring data for 2021–2023, obtained as a result of instrumental measurements on the main transport arteries of the city. The levels of concentrations of the main pollutants were analyzed - CO, NO₂, SO₂, volatile hydrocarbons, gasoline and PM, which pose a significant threat to public health, especially in conditions of high building density. A significant part of emissions is formed as a result of fuel combustion in internal combustion engines, as well as in the process of evaporation of fuel and lubricants. The problem is exacerbated by factors related to the aging of the vehicle fleet, low fuel quality, inefficient driving modes, overloaded junctions, as well as imperfect logistics of urban traffic. At many transport hubs, the maximum permissible concentrations (MPC) were recorded for key indicators: the levels of CO, NO₂, SO₂ and gasoline vapor exceeded the standards by 1.5–2.5 times. In particular, critical emission values were detected at the 95th block rings, the bus station, the Defenders of Ukraine Square and intersections with heavy traffic. In order to reduce the environmental load and increase the level of environmental safety, the article substantiates the need to implement the principles of ecology - an interdisciplinary approach that combines logistical, environmental and technological solutions. The authors propose strategic measures, including: the development of environmentally safe public transport systems, modernization of urban transport infrastructure, automation of real-time emission monitoring, creation of restricted traffic zones, increasing the share of electric transport, the use

of biofuels and digital traffic modeling taking into account environmental parameters. The feasibility of open public access to environmental monitoring data as an element of transparent management is also considered. In conclusion, the results of the study confirm the existence of a close relationship between transport intensity, air quality and population health. The solutions can be adapted for other urbanized regions of Ukraine, which gives reason to consider the developed model promising for the formation of national transport and environmental policy.

Conclusions

According to the results of the conducted research, it was found that not only industry, but also road transport have a significant impact on the state of atmospheric air in the city of Kryvyi Rih. According to monitoring data, in areas with the most intense traffic, the level of pollution by CO, NO₂ and gasoline vapors constantly exceeds the maximum permissible concentrations (0.7–1.9 MPC), and the content of hydrocarbons reaches 2.8 MPC. At the same time, sulfur dioxide SO₂ indicators remain at the level of 0.16–1.2 MPC, although with periodic exceedances. The lack of effective exhaust gas cleaning systems in many cars, outdated technologies, poor-quality fuel - all this increases emissions of CO, NO₂ and organic compounds. In addition, insufficient development of public transport, poor road network planning and the lack of alternative routes contribute to the formation of excessive traffic congestion in certain areas. In the context of environmental safety and taking into account the principles of ecology, these problems require a comprehensive solution. In particular, it is advisable to implement the following measures:

- creation of an automated monitoring system on highways with open access to environmental data;
- development and prioritization of environmentally safe public transport (electric buses, trams);
- modernization of the vehicle fleet, increased control over the technical condition of vehicles;
- introduction of standards for the quality of fuel and fuels and lubricants;
- support for the use of alternative fuels (biofuels, electricity);
- formation of ecological logistics zones, restriction of entry into the center for transport with high emissions;
- optimization of transport flows through digital management systems, environmental modeling and planning.

Thus, the integration of environmental principles into the city's transport policy is a key condition for achieving a balance between mobility, safety, and environmental protection in industrially loaded regions such as Kryvyi Rih.

Модель Оцінювання Рівня Ефективності Використання Електричної Потужності Виробничих Систем

Віктор Розен, Анатолій Крючков

КПІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: v_p_rozen406@ukr.net

Вступ

Особливості енергетичного виробництва зумовлюють залежність режиму роботи ЕЕС та її енергетичних об'єктів – електростанцій, підстанцій, ліній електропередач – від режиму споживання енергії. На електричне навантаження ЕЕС впливають фактори фізичного, виробничого та побутового характеру. Сумарний графік навантаження ЕЕС нерівномірний через побутовий режим населення, роботу електрифікованого міського транспорту. Відсутність достатньої потужності маневрених джерел виробництва електроенергії є основною причиною роботи теплових електростанцій у маневреному режимі, що обумовлює підвищення питомих витрат палива. Одним із заходів вирішення проблеми нерівномірності є впровадження стимулюючих тарифів на електричну енергію.

Основний матеріал

На теперішній час запропоновано для оцінювання нерівномірності рівня ефективності використання електричної енергії промисловими підприємствами протягом доби таких коефіцієнтів як: коефіцієнт максимуму, коефіцієнт заповнення графіка навантаження, коефіцієнт рівномірності, число годин використання максимуму навантаження. Як правило всі ці коефіцієнти не дають характеристику всього графіка навантаження, а тільки окремих характеристик графіка. Запропоновано розробити показник використання максимальної потужності в часи максимуму енергосистеми для промислових підприємств, який необхідно застосувати в системі енергетичного моніторингу.

Змістовне формулювання задачі. Нехай досліджуvalьна виробнича система має режим електропотреблення, що характеризується добовим графіком електричного навантаження виробничої системи, що має

імовірнісний характер. У години максимуму потужності енергосистеми виробнича система споживає електричну енергію, що повинна бути нижче запланованої величини. Показник повинен включати основні характеристики режиму електропотреблення виробничої системи, за якими оцінюється ефективність використання електричної енергії в часи максимуму навантаження енергосистеми. Необхідно знайти показник ефективності використання запланованої величини електричної потужності, що відповідав би наступним вимогам:

1. *Режим електропотреблення виробничої системи.* Показник повинен включати основні характеристики режиму електропотреблення виробничої системи, за якими оцінюється ефективність використання електричної потужності промислових підприємств.

2. *Монотонність.* Показник має характеризуватися функцією.

3. *Критичність до параметрів, що варіюються.* Показник має відповідним чином реагувати на зміну показників режиму електропотреблення.

4. *Чутливість.* Розмір показника повинна відрізнятися на достатню для аналізу величину.

5. *Нормованість.* Відповідно до цієї властивості чисельне значення показника має бути укладено між максимальним та мінімальним значеннями відносних показників. Ця вимога не впливає на результат оцінки рівня ефективності використання планової величини режиму споживання електроенергії.

6. *Порівняність результатів* оцінки ефективності для використання в енергетичному моніторингу.

Математичне формулювання задачі. Нехай досліджуvalна виробнича система складається з кінченої множини x_0 сукупності графіків електричного навантаження. Сформовано множину x_{max} – електричне навантаження виробничої системи в години максимуму навантаження енергосистеми. Необхідно визначити таксонометричну оцінку використання планової величини x у вигляді масиву d^* . Найбільш складною проблемою під час побудови показника ефективності використання запланової величини є вибір та обґрунтування виду залежності:

$$K = f(x_1, x_2, \dots, x_n; a_1, a_2, \dots, a_n),$$

де a_1, a_2, \dots, a_n – коефіцієнти вагомості,

x_1, x_2, \dots, x_n – значення 30-хвилинної максимальної потужності за годину максимуму навантаження енергосистеми.

Аналіз різних методик, присвячених побудові оцінок, виконаний свідчить про те, що вибір функціональних показників, а також коефіцієнтів

вагомості та оцінок частинних коефіцієнтів у багатьох роботах здійснюється без достатнього обґрунтування. Це призводить не лише до грубих, а й часто до хибних результатів. У зв'язку з тим, що електричне навантаження має одну фізичну природу, частинні коефіцієнти мають одну і ту ж вагу, що дорівнює одиниці.

Для оцінювання ефективності використання планової величини електричної потужності промислових підприємств запропоновано таксонометричний показник. Введемо таксонометричний показник оцінювання сукупності електричної потужності, що є комплексною величиною, рівнодіючою всіх складових графіка електричної потужності в години максимуму потужності енергосистеми.

Алгоритм розрахунку таксонометричного показника складається з таких кроків:

Крок 1. Визначення елементів матриці X :

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix},$$

де x_{ij} – 30-хвилинні значення електричної потужності в години максимуму потужності енергосистеми;

m – кількість графіків електричної потужності

n – число 30-хвилинних значень електричної потужності.

Крок 2. У зв'язку з тим, що елементи матриці мають однакову фізичну природу, вони не можуть не підлягати нормуванню, але можна застосувати використання наступну формулу нормування що не призводить до змінення результатів визначення тасонометричного показника:

$$X_{ij}^H = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{\sigma_j},$$

де \bar{X}_i – середнє значення електричної потужності X_j - матриці;

σ_j – середнє квадратичне значення матриці,

Крок 3. Визначення еталона використання запланованої величини електричної потужності промислових підприємств. Еталоном, з яким проводиться порівняння, служить запланована величина.

Крок 4. Розрахунок елементів матриці відстаней з урахуванням всіх елементів матриці електричних навантажень виконувався за формулою евклідової відстані:

$$d_{i0} = \left[\sum_{i=1}^m (x_{in} - x_{0n})^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

де d_{i0} – відстань між i -тим графіком електричного навантаження та плановою величиною;

x_{in} – фактичне значення електричної потужності;

x_{0n} – числове значення n -ознаки для запланованої величини електричного навантаження.

Крок 5. Отримані відстані служать вхідними даними, що використовуються під час розрахунку таксонометричного показника ефективності використання запланованої величини електричної потужності:

$$d^* = \frac{d_{i0}}{d_0}, \quad d_0 = \bar{d}_0 + \beta S_0, \quad \bar{d}_0 = \frac{\sum_{i=1}^m d_{i0}}{m}, \quad S_0 = \frac{\left[\sum_{i=1}^m (d_{i0} - \bar{d}_0)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}{m-1}.$$

Значення таксонометричного показника ефективності використання запланованої величини електричної потужності визначається для коефіцієнта $\beta = 2,5$.

Інтерпретація його наступна, чим більше показник до нуля, тим вище рівень використання запланованої величини електричної потужності промислових підприємств. Отримання загальної картини щодо використання запланованої максимальної потужності на промислових підприємствах шляхом моніторингу та визначення управлюючих дій з метою впливу на електричне навантаження, дозволяє підвищити рівень ефективності енерговикористання.

Chapter III.

Chemical, Biotechnology and Engineering

Modification of Petroleum Bitumen Using Humic Acids: A Comprehensive Study

Myroslava Donchenko, Yuriy Prysiazhnyi, Taras Chipko

Lviv Polytechnic National University

E-mail: myroslava.i.donchenko@lpnu.ua

Introduction

To improve the performance properties of bituminous binders used in the design of asphalt concrete pavements, various types of modifiers – differing in their action, origin, and application methods are introduced into their composition. However, among the drawbacks of most modern industrial modifiers, their high cost should be particularly noted. This stimulates active scientific research aimed at identifying more accessible raw material sources and developing economically feasible technologies for modifying petroleum road bitumen. Based on an analysis of the experience in using various substances and their effects on the characteristics of finished road pavement, the authors proposed the use of humic acids to enhance bitumen properties.

Main material

Based on a series of studies involving the use of humic acids, the authors identified certain optimal patterns of their interaction with bitumen. In particular, the most pronounced positive effect on bitumen was observed when the acid content was 2.0 wt. % and the modification duration was 1 hour. The next stage involved determining the optimal modification temperature. To this end, drawing on laboratory experience with the modification of road bitumen using various additives, three temperatures were selected: 120 °C, 150 °C, and 180 °C.

These and subsequent studies were carried out using humic acids derived from Ukrainian lignite and oxidized bitumen of grade BND 70/100, sampled at PJSC "Ukrtatnafta" (Kremenchuk, Ukraine). The results of the research are shown in the Table 1.

Table 1
Modification of Road Bitumen BND 70/100 with Humic Acids

Index	BND 70/100	Values for Samples Modified with 2.0 wt.% Humic Acids		
		120 °C	150 °C	180 °C
Softening point, °C	52,8	54,0	54,6	55,4
Penetration at 25 °C, dmm	78	72	58	54
Ductility at 25 °C, cm	58	15	12	9,5
Elastic recovery at 25 °C, %	17,5	28,7	23,4	23
Adhesion to glass (%)	65	60	67	64
Adhesion to gravel, mark	3,5	3,5	3,5	3,5
Resistance to hardening at 163 °C (RTFOT method):				
mass change, wt. %	0,086	0,156	0,129	0,086
softening point change, °C	6,8	5,4	5,2	5,6
retained penetration, %	50	68,6	69	74,1

Analyzing the changes in the indicators presented in Table 1, it can be concluded that with increasing modification temperature: the thermoplastic properties of the samples slightly deteriorate; the adhesive properties remain stable; the elasticity of the samples increases slightly; and the properties of the modified samples after heating using the RTFOT method improve significantly compared to the original bitumen.

Conclusions

In summary, it can be concluded that humic acids have the most beneficial effect on the resistance of bitumen samples to technological aging and can be recommended as aging inhibitors. Moreover, based on the overall changes observed in the samples with increasing modification temperature, it is evident that the most positive impact of humic acids occurs at a temperature of 120 °C. Further increases in temperature lead to the deterioration of the initial properties of the modified samples and are therefore considered impractical. In addition, the next stage of the research will involve studying the nature of the interaction between lignite-derived humic acids and bitumen.

Obtaining and Properties of Surfactants of Plant Origin for Bitumen Modification

Olha Poliak, Volodymyr Gunka, Ivan Sukhomlyn

Lviv Polytechnic National University

E-mail: olha.y.poliak@lpnu.ua

Introduction

Among organic binders, petroleum bitumens have found the widest application in road construction. One of the most important indicators that determine the quality of asphalt concrete during operation is the adhesion of bitumen to the surfaces of mineral materials. Adhesion additives significantly improve the bonding between bitumen and mineral surfaces, considerably enhancing the long-term water resistance and frost resistance of asphalt concrete pavements. This ensures greater durability of road surfaces under the influence of moisture and low temperatures, reduces the risk of damage, and extends their service life.

Main material

At present, surfactants (surface-active agents) are the most widely used adhesion additives, as they enhance the water resistance and other performance characteristics of asphalt concrete by improving the bonding of the bitumen film to mineral materials. It is precisely through the introduction of special additives such as surfactants that the interaction between bitumen and aggregates is improved, surface tension is reduced, and a stronger bond is ensured.

One of the promising directions for improving bituminous binders is the use of natural modifiers, particularly amides of higher fatty acids of plant origin. These compounds are obtained from vegetable oils through their interaction with amines. They are capable of enhancing bitumen adhesion to mineral aggregates, lowering the brittleness temperature, increasing plasticity, and reducing the rate of aging. Due to their environmental friendliness and availability, these additives have the potential to become an effective alternative to conventional petrochemical-based modifiers.

Amide-type additives were obtained by continuously stirring crude rapeseed oil with polyethylene polyamine (PEPA) at a temperature of 140 °C for 4 hours. The PEPA content in the mixture was 20% by weight.

Bitumen grade BND 70/100, supplied by PJSC "Ukrtatnafta" (Kremenchuk), was used as the base material for modification with the obtained additives. The bitumen modification process with the surfactant was carried out at a temperature of 150 °C for 30 minutes. The amount of additive introduced into the binder was 0.4 % by weight. After modification, the main physical and mechanical properties of the bitumen were determined, as presented in Table 1.

Table 1
Main properties of bitumen modified with surfactants

Parameter	Virgin bitumen BND 70/100	BND 70/100 + 0.4 % by weight of surfactant
Penetration at 25 °C, 0.1 mm	70	65
Softening point, °C	48,5	49,5
Ductility at 25 °C, cm	99,8	101,4
Adhesion to glass at 85 °C, %	37,2	93,5
Adhesion to crushed stone, points	3	5

It has been established that the obtained additives practically do not alter the operational properties of bitumen; however, they exhibit exceptionally good adhesion properties. This is evidenced by the increase in adhesion to the glass surface: from 37.2% in the original bitumen to 93.5 % in bitumen with the adhesion additive, and the adhesion to crushed stone increased from 3 to 5 points, respectively.

The obtained additives, in terms of their adhesion to mineral materials, correspond to the adhesion additives based on surfactants according to ДСТУ 9187:2022. After the introduction of these additives, bitumen forms a stronger bond with the mineral particles present in the asphalt concrete mixtures.

Conclusions

The properties of plant-based additives based on polyamine have been studied. It has been established that the obtained amide-type additives do not significantly affect the physical and mechanical properties of bitumen, but they significantly improve adhesion to mineral materials. The improvement of adhesion to mineral materials due to plant-derived surfactants enhances the efficiency of bitumen usage and ensures a longer service life of road pavements.

Thus, the development and implementation of plant-based surfactants is a relevant direction for creating more durable, effective, and environmentally friendly bituminous materials for road construction.

Isobutyl Oleate from Ukrainian Oil Sources as Component for Lubrication Liquids: Synthesis and Properties

Stepan Zubenko, Serhiy Konovalov, Lyubov Patrylak

V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry
of National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: S.o.zubenko@ukr.net

Introduction

Isobutyl oleate has a wide range of applications, from the food industry and textile/leather production to metalworking processes and industrial lubricants. This research presents isobutyl oleate as a component of lubrication liquids. Isobutyl oleate can be produced by transesterification of oil triglycerides, esterification of fatty acids, and simultaneous esterification/transesterification of a mixture of triglycerides and fatty acids.

Main material

Transesterification of oil triglycerides under mild conditions (room temperature, 0.5 h) and low excess alcohol (4.5 mol/mol alcohol to triglycerides) was efficient with an alkaline potassium isobutoxide catalyst. Which can be obtained from a solution of potassium ethoxide by distillation ethanol after addition of isobutanol. Or direct distillation of the reaction water from a mixture of potassium hydroxide and isobutyl alcohol to form a heterogeneous azeotrope. As a result of alkaline transesterification of used frying oil and the use of both methods to produce potassium isobutoxide, the yield of isobutyl esters is 89-92%. At the same time, the appearance of a glycerin layer was observed, which greatly facilitates the process of product cleaning.

Esterification of fatty acids using the homogeneous catalyst pTSA allowed to obtain products with conversion above 90%. In addition, the combination of lowering the molar ratio of alcohol/fatty acids (up to 3 mol/mol) and removing reactive water by azeotrope distillation and condensation in a Dean-Stark trap allows for quantitative fatty acids conversions in 1.5-2 h. This tendency is maintained when using of heterogenic catalyst Purolite CT275 (mesoporous sulfocationite). The quantitative conversions were achieved by removing water in a

Dean-Stark trap (2/1 molar ratio of alcohol to fatty acids, 5% catalyst, 4 h). It was noted that the esterification and transesterification reaction were carried out on highly acidic oil (FFA 3-41 %) using pTSA (yields 90-100 %, Dean-Stark move water, 5 h).

Commercial products named “isobutyl oleate” have a relatively wide range of properties. The products of both acidic and alkaline synthesis were purified by several purification steps, including vacuum distillation, which allowed to obtain isobutyl oleates with esters purity 96-100%. Six samples of isobutyl oleate were obtained using different oils (used frying high oleic and traditional sunflower, technical rapeseed and soybean) with the content of oleic acid isobutyl oleate in sample varying from 25 to 82%. The products are characterized by a pour point in the range of minus 14 to minus 24.5°C, a kinematic viscosity 5.24-5.88 mm²/s at 40°C and 2.15-2.31 mm²/s at 100°C, and viscosity indexes in the range of 250-320.

Conclusions

It is shown that technical isobutyl oleate of high purity can be obtained from various sources of Ukrainian oils. Depending on their acidity, a catalyst can be chosen (potassium isobutoxide, pTSA or mesoporous Purolite CT275). The use of water removal from the reaction medium gives quantitative conversions of acids and acidic oils. The resulting products are characterized by good pour point and viscosity index values.

Визначення Енергетичних Характеристик Газоподібних Палив

Олександр Єфіменко

Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Філія «ЦМГС» Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України»

E-mail: Yefimenko@naftogaz.com

Вступ

Актуальність і проблемність таких питань, як нормування і вимірювання показників якості природного газу та розроблення комплексної системи оцінювання його якості як енергоносія на сьогодні є однією з основних проблем. Визначення якості природного газу надається значна увага, однак здебільшого йдеться про вдосконалення вимірювань окремих його фізико-хімічних характеристик (властивостей), зокрема, компонентного складу і вологості, на основі яких теоретичними розрахунками визначають інші властивості газу – питому теплоту згорання, відносну густину, число Воббе.

Основний матеріал

У Європейських країнах як і в Україні основними енергетичними показниками якості природного газу є теплота згорання та число Воббе. Але в Україні оплата відбувається за спожиті кубометри газу, незалежно від його енергетичної цінності, а в європейських країнах – за його енергетичними цінностями.

У післявоєнний період населення та підприємства України переїдуть на європейські норми оплати за спожитий газ. Більш того, показники якості газу, наприклад, теплота згорання визначається спалюванням наважки газу в калориметричній бомбі, так же як і інші показники якості, тобто стандартами на кожний показник окремо, а Метрологічний центр НАК «Нафтогаз України» розробив методики та інструкції щодо визначення основних показників якості газу хроматографічним методом. Тобто, визначивши вуглеводневий склад газу, застосувавши програмне забезпечення, визначаються основні показники якості.

Визначення енергетичних характеристик природного газу проводиться в лабораторії Центру метрології та газорозподільчих систем

національної акціонерної компанії «Нафтогаз України», відповідно до МВХ 04-021:2021 «Методика вимірювань компонентного складу природного газу методом газової хроматографії та обчислення густини, відносної густини, теплоти згорання та числа Воббе».

Цей документ встановлює методику виконання вимірювань (МВВ) густини, теплоти згорання та числа Воббе природного газу (ПГ) за результатами хроматографічного аналізу компонентного складу з використанням газового хроматографа типу Agilent 6890 N або аналогів.

Була відібрана та проаналізована проба газу на компресорній станції № 3 м. Боярка. Результати хроматографічного аналізу наведені в табл.1.

Таблиця 1

Результат аналізу природного газу КС 3 м. Боярка

Назва компонентів	Вміст, % мол.	Розширення невизначеності, %
Метан	87,0777	0,1497
Етан	5,4757	0,1121
Пропан	1,4976	0,0362
ізо-Бутан	0,1631	0,0067
н-Бутан	0,2645	0,0190
н-Пентан	0,0051	0,0005
ізо-Пентан	0,0699	0,0068
н-Пентан	0,0621	0,0044
Гексан +випц.	0,1009	0,0075
Кисень	0,0111	0,0010
Азот	2,0193	0,0415
Діоксид вуглецю	3,2531	0,0793

Природний газ має високу енергетичну цінність та відповідає вимогам Кодексу газотранспортних систем.

Висновок

Незважаючи на високу енергетичну та хімічну цінність газу в Україні не вироблений систематизований підхід до оцінювання його якості. Природні гази з різних родовищ відрізняються за компонентним складом, тобто енергетичними показниками якості. Тому практичне значення має оцінка енергетичних показників якості газу та перехід до оплати за енергетичними показниками, а не за об'ємом спожитого газу.

Absorbtion of Liquid Hydrocarbons from Natural and Assosiated Petroleum Gas by Vaseline Oil

¹*Viktoriia Ribun, ²Sergii Boichenko, ³Iryna Tarasiuk, ⁴Roman Plaskon*

¹Chemical-analytical laboratory of PJSC Ukrnafta

²Igor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute

³Lviv Polytechnic National University

⁴Gas Processing Plant, PJSC Ukrnafta

E-mail: ¹ribun.vika@gmail.com

Introduction

Natural and associated petroleum gases contain not only light components (such as methane and ethane) but also heavier hydrocarbons – such as butane, pentane, and hexane – which may exist in the liquid phase under standart conditions. Considering that the quality requirements for natural gas are becoming increasiangly stringent each year, existing technologies are no longer sufficient to produce gas that meets these standards. This is particularly relevant to the hydrocarbon dew point, a parameter that is directly proportional to the content of liquid hydrocarbons in the gas. Removing these components is essential for increasing the calorific value of the gas and for their subsequent processing. One of the effective methods for separating liquid hydrocarbons is the use of selective organic absorbents for extracting heavy fractions from gases. The development of an additional absorber for the removal of residual liquid hydrocarbons could address this issue faced by gas processing plants. The work presents experimental results on the absorbtion of C₄-C₅ alkanes by Vaseline oil.

Main material

To evaluate the absorbtion efficiency, the percentage ratio of hydrocarbon content after absorption to the initial hydrocarbon content (% vol.) was used. The experiment was conducted using an industrial FT-4 filter-absorber filleg with Vaseline oil, through which the gas was passed at a flow rate of 2,5–3,0 L/min. Than the component composition of the gas was analyzed using gas chromatography, both before and after passing through the Vaseline oil.

Table 1
Absorbtion of hydrocarbons by Vaseline oil

Hydrocarbons	Content % mol		Absorption degree, % mol
	before absorbtion	after absorbtion	
Methane	90,2823	90,4875	-
Ethane	6,2130	6,2130	-
Propane	0,2048	0,1914	6,54
Isobutane	0,0058	0,0018	68,97
n-Butane	0,0148	0,0028	81,08
Isopentane	0,0084	0,0008	86,84
n-Pentane	0,0114	0,0015	86,84
Hexanes and higher hydrocarbons	0,1866	0,0562	69,88
Non-Hydrocarbon components			
Oxygen	0,0184	0,0184	-
Nitrogen	0,4905	0,4906	-
Carbon dioxide	2,5640	2,5361	1,09

The results presented in Table 1 indicate a fairly high efficiency of hydrocarbon absorption by vaseline oil for the C₄-C₆₊ hydrocarbons, while the extraction of propane is rather insignificant, and ethane is not absorbed at all by the oil. Methane also does not get absorbed, and the difference in methane content before and after passing natural gas through vaseline oil is explained by the calculation method used in the software. Due to the relatively high methane content compared to other components, its volumetric fraction is calculated as the difference between 100% and the sum of the other components.

Conclusions

The experimental evaluation of absorbtion efficiency demonstrates the considerable promise of Vaseline oil as a basis for advanced absorbent materials in natural gas purification systems. These encouraging results emphasize the need for continued exploration of Vaseline oil as a viable and innovative tool in liquid hydrocarbon content control, contributing to the advancement of gas purification technologies.

Підвищення Енергоефективності та Екологічності Двигунів Внутрішнього Згорання Використанням Воднево-Вуглеводневого Палива

Станіслав Барташевський, Андрій Коверя, Ольга Пантелейєва

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

E-mail: Koverya.A.S@nmu.one

Вступ

Зростання кількості транспортних засобів у світі, попри активне впровадження електротранспорту, зберігає актуальність проблеми зниження негативного впливу двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) на довкілля та економії рідкого палива. Як свідчать дані, електромобілі та гібриди складають лише частку автопарку навіть у найбільш розвинених країнах. При цьому вартість акумуляторних систем, складність утилізації батарей, обмежений запас ходу та слабкий розвиток зарядної інфраструктури залишаються ключовими бар'єрами до їх масового використання. У цьому контексті перспективним підходом є використання водню у складі двокомпонентного палива без необхідності його накопичення й транспортування – шляхом генерації безпосередньо на борту автомобіля в кількостях, що відповідають режимам роботи ДВЗ.

Основна частина

Переваги використання водню як компоненту палива полягають не лише в енергоємності (Таблиця 1) і підвищенні ефективності, але й у значному зменшенні шкідливих викидів. Додавання лише 10% водню до дизельного палива знижує споживання основного палива на 30-40% і зменшує кількість сажі у вихлопі на 75%. Крім того, зменшуються викиди CO, CO₂, вуглеводнів, альдегідів і бенз-а-пірену. Водночас, із зростанням частки водню у паливі зростає температура згорання і, відповідно, рівень утворення оксидів азоту.

Таблиця 1

Енергоємність моторних палив

Питома теплота згорання	Вид палива						
	Водень (газ)	Природний газ (метан)	Пропан-бутан	Бензин (А-92)	Дизельне паливо	Метанол	Диметиловий ефір
Дж/кг	141	45	43,8	44	43	22,7	30,0

Разом із перевагами слід враховувати технічні обмеження. Наприклад, при заміщенні 50% дизелю воднем спостерігається понад 100% зростання детонаційної активності та підвищення тиску в циліндрах на 30%, що може призвести до зниження ресурсу двигуна. Це вимагає точного підбору оптимального співвідношення компонентів палива з урахуванням особливостей двигуна.

Упровадження двокомпонентного палива на основі водню є перспективним шляхом модернізації автопарку із ДВЗ без радикальних конструктивних змін, знижуючи залежність від вуглеводневого палива, покращуючи економічність та екологічність транспорту. Найбільш доцільним є використання синтез-газу для двигунів із запалюванням від стиснення (дизельних), де навіть часткове заміщення палива дає помітний ефект. Слід відзначити, що найбільш раціональним підходом отримання водню є хімічний спосіб.

Висновки

Використання бінарних паливних суміші з воднем має наступні переваги:

- 1) Безпосереднє виробництво водню в місці споживання, що усуває необхідність зберігання та транспортування водню, знижує ризики та інвестиційні витрати.
- 2) Гнучке регулювання подачі водню дозволяє швидко адаптувати кількість виробленого водню до поточного навантаження двигуна.
- 3) Покращення процесу згорання рівномірним розподілом водню в паливній суміші, що підвищує термодинамічну ефективність і знижує викиди.
- 4) Використання воднево-вуглеводневого палива дозволить зменшити викиди та споживання палива транспортними засобами та технікою з ДВЗ, оновити як існуючий, так і знову введений в експлуатацію парк транспортних засобів.

Перероблення Нафтовмісних Відходів з Метою Одержання Компонентів Моторних Палив

*Олег Гринишин, Юрій Знак, Андрій Копач,
Володимир Юзишин, Павло Німець*

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: ogrynyshyn@ukr.net

Вступ

Нафтовмісні відходи є одними з найбільш небезпечних промислових відходів. Вони утворюються внаслідок діяльності промислових підприємств з добування, транспортування і переробки нафти, а також під час щоденної експлуатації машин та механізмів різного призначення, в яких використовуються мастильні матеріали. З одного боку нафтовмісні відходи забруднюють довкілля, а з другого боку вони є джерелом вуглеводнів, які можна в подальшому використовувати для виробництва моторних палив та інших продуктів. Незважаючи на таку перспективу, нафтовмісні відходи сьогодні використовуються недостатньо раціонально. Одним з перспективних напрямів використання нафтовмісних відходів є їх термічна деструкція (або низькотемпературний піроліз). І хоча є доволі багато інформації про цей процес, він вивчений ще недостатньо.

Основний матеріал

На кафедрі хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка» досліджували процес низькотемпературного піролізу таких нафтовмісних відходів:

- вуглеводневої частини нафтошламів, утворених під час видобутку та перероблення нафти;
- брутто-нафтошламів, утворених під час видобутку та перероблення нафти;
- відпрацьованих олив різних типів;
- твердих нафтових відкладів, утворених під час очищення нафтових свердловин та під час тривалого зберігання нафти в резервуарах.

Процес низькотемпературного піролізу нафтовмісних відходів проводили за температур 400-450°C. У результаті піролізу отримували

піроконденсат – рідкий продукт широкого фракційного складу, твердий залишок в реакторі та гази піролізу Для проведення досліджень та встановлення можливості використання піроконденсату піролізу нафтовмісних відходів з метою одержання моторних палив його розділяли на фракції п.к.-200°C, 200-350°C та залишок >350°C.

Фракція п.к.-200 °C характеризується дещо обважченим фракційним складом. Вміст сірки в цій фракції перевищує вимоги, що ставляться до товарних автомобільних бензинів. Крім цього ця фракція характеризується достатньо високим вмістом ненасичених вуглеводнів. Для можливого використання цієї фракції як компонента товарних автомобільних бензинів необхідно провести її гідрооблагороднення, що включає гідрування ненасичених вуглеводнів та гідроочистку з метою зниження вмісту сірки. Надалі цю фракцію доцільно переробляти на установці каталітичного риформінгу з метою підвищення її октанового числа.

Фракція 200-350°C піроконденсату характеризується високою температурою спалаху, що відповідає вимогам до дизельних палив. Низькотемпературні властивості, що характеризуються температурами помутніння і застигання, є достатніми для використання цієї фракції для виробництва літніх дизельних палив. Однак, надто високий вміст сірки та присутність ненасичених вуглеводнів потребують зниження, і для цього необхідно використовувати додаткові стадії переробки цієї фракції, а саме її гідрування та гідроочистку.

Залишок > 350°C після перегонки піроконденсату – це високов'язкий продукт, до складу якого також входить значна кількість ненасичених вуглеводнів. Його можна в невеликих кількостях додавати до паливних мазутів. Ще один напрям використання залишку – для виробництва різних типів пластичних мастил (зокрема консерваційних).

Висновки

Встановлено принципову можливість переробки нафтовмісних відходів методом низькотемпературного піролізу з одержанням піроконденсату, що можна використовувати у виробництві моторних палив. Проведено низькотемпературний піроліз нафтовмісних відходів за температур 400-450°C, в результаті якого одержано 55,4-92,5 % мас. піроконденсату, 2,3-29,2 % мас. твердого залишку та 5,2-7,1 % мас. газу піролізу. Встановлено, що світлі фракції, одержані під час розділення піроконденсату можуть бути використані як сировина для одержання товарних моторних палив. Залишок після розділення піроконденсату можна використовувати як компонент мазуту або додаток до пластичних мастил.

Extractive Separation as a Novel Approach for Processing Gasoline Fractions Derived from Waste Tire Pyrolysis

Serhiy Pyshyev, Yurii Lypko, Bohdan Korchak, Oleh Kukhar

Lviv Polytechnic National University

E-mail: serhii.v.pyshyev@lpnu.ua

Introduction

Among various types of waste, waste tires (WT) are particularly concerning due to their significant contribution to environmental pollution and their potential threat to ecosystem diversity and human health. The low recycling rates of WT lead to their accumulation in landfills or incineration, resulting in the loss of valuable materials with considerable energy potential. Pyrolysis is considered one of the most promising and environmentally sustainable methods for WT disposal. This process not only offers an effective alternative to landfilling and incineration but also enables the conversion of waste into valuable products, including liquid fuels and chemical compounds with substantial industrial significance. Pyrolysis of waste tires yields a mixture of pyrolysis gases, fluid products, and solid residues. The liquid fraction can be further refined to produce high-quality fuels, such as diesel or gasoline, as well as a range of compounds with diverse industrial applications.

Main material

The most valuable product derived from waste tire pyrolysis is the LPPT, owing to its physical and chemical properties that closely resemble those of crude oil, making it a promising feedstock for commercial fuel production. To ensure that the properties of LPPT comply with regulatory standards for gasoline and diesel fuels, the application of conventional petroleum refining processes – such as hydrotreating and hydrogenation – is essential. However, establishing of small-scale WT processing facilities in regions with high concentrations of waste material is often more economically feasible. In such contexts, the construction of full-scale fuel purification units and the high demand for hydrogen make the hydrogenation process economically unviable for producing light oil products. Consequently, the development of simpler alternative methods for LPPT processing, which do not rely on costly catalysts or scarce hydrogen resources, is of considerable importance.

One of the promising methods for purifying the gasoline fraction obtained from liquid pyrolysis products of WT is the extractive separation process. Aromatic compounds were separated from the fractions boiling below 140 °C (< 140 °C) and

within the range of 140–200 °C using an extraction process. The objective of the extraction was to obtain raffinates—fractions depleted in aromatics. N-methyl-2-pyrrolidone (NMP) was utilized as the selective solvent for this purpose. The material balance of the extraction separation is presented in Table 1. The characteristics of the raffinate and extract obtained during the extraction process are presented in Table 2.

Table 1

Material balance of the extraction separation for fractions <140°C and 140-200°C

№	Component	wt. % based on raw material	
		fraction <140°C	fraction 140-200°C
Received			
1	Raw material	100.00	100.00
2	Solvent	180.00	180.00
	Total	280.00	280.00
Yield			
1	Raffinate	40.55	33.82
2	Extract	59.45	66.18
3	Solvent	180.00	180.00
	Total	280.00	280.00

Table 2

Characteristics of the raffinate and extract obtained from the extraction process for fractions <140°C and 140-200°C

Indicator name	fraction <140°C			fraction 140-200°C		
	<140°C fraction	Raffinate	Extract	140-200°C fraction	Raffinate	Extract
Density at 15°C, kg/m ³	806	781	817	862	840	862
Refractive index, n _d ²⁰	1.4568	1.4427	1.4553	1.4835	1.4728	1.4866
Bromine number, Br ₂ /100g of product	90.5	91.0	89.8	86.2	83.9	88.9

Conclusions

Raffinates and extracts were obtained through the selective removal of aromatic compounds from the <140 °C and 140–200 °C fractions using NMP as the extraction solvent. The physicochemical properties of the resulting fractions were subsequently analyzed. The unsaturated compounds within these gasoline fractions did not exhibit notable polarization effects under solvent influence. They were not selectively dissolved, as indicated by the nearly identical bromine numbers observed for both raffinates and extracts.

Enzymatic Degumming of Soybean Oil as a Fermentation-Based Strategy for High-Quality Biofuel Feedstock

Andrii Semchuk, Yuriy Demchuk, Iurii Sidun, Myroslava Donchenko, Yurii Lypko, Olha Poliak, Andriy Karkhut, Volodymyr Gunka, Sviatoslav Polovkovych

Lviv Polytechnic National University

E-mail: sviatoslav.v.polovkovych@lpnu.ua

Introduction

Vegetable oil degumming is a crucial purification stage that determines the potential of oil as a sustainable feedstock for biodiesel. Traditional refining techniques rely on acid and alkali treatments, which often result in excessive oil losses and generate problematic wastewater. In contrast, enzymatic degumming offers a biotechnology-based approach for reducing phospholipid content, improving oil quality, and promoting eco-friendly processing. This work emphasizes fermentation-based enzymatic degumming of substandard soybean oil as an efficient and scalable strategy for preparing high-grade raw material for biodiesel synthesis.

Main material

The enzymatic complex Purifine® 3G, consisting of phospholipases A2 and C obtained via microbial fermentation, was used to degum crude soybean oil. Optimized fermentation conditions—100 ppm enzyme dose, 57°C, pH 7.0, 2.5% water, and 2-hour reaction time—reduced phosphorus content from 421 ppm to below 10 ppm. The process not only improved the oil's properties but also generated minimal waste and avoided the use of corrosive chemicals. Pilot-scale application using a cavitation reactor validated the feasibility and industrial scalability of this approach. GC-MS analysis confirmed the high yield of fatty acid methyl esters (FAME), while FTIR spectroscopy demonstrated structural conversion linked to successful degumming and transesterification. The enzymatically degummed oil was subjected to transesterification using potassium methoxide in methanol under cavitation-assisted conditions. The process yielded biofuel with 97.2% fatty acid methyl esters, phosphorus content of 3.9 ppm, and properties in compliance with Ukrainian biodiesel standards. The biodiesel meets the key requirements of international standards such as ASTM D6751 and EN 14214, indicating its suitability for global application.

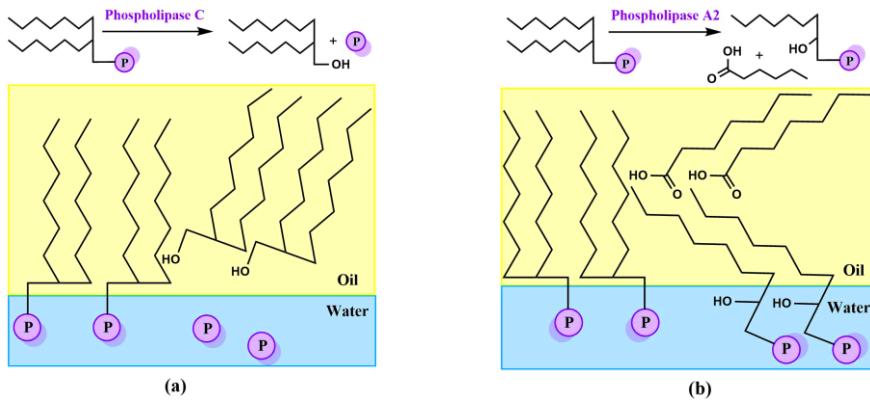


Figure 1. Enzymatic hydrolysis of phospholipids using Purifine® 3G:
 (a) Phospholipase C converts phospholipids to diglycerides and phosphates; (b) Phospholipase A2 forms lysophospholipids and free fatty acids.

The integration of enzymatic pretreatment with cavitation-intensified processing reduced energy consumption and minimized by-products, showing the compatibility of biologically refined oil with sustainable fuel production.

Conclusions

Fermentation-based enzymatic degumming using the Purifine® 3G complex represents an effective, sustainable alternative to conventional oil purification for biodiesel production. The approach ensures minimal phosphorus content, high FAME yield, and environmental benefits due to reduced wastewater and reagent consumption. Its validation underscores its potential for widespread industrial adoption within the renewable energy sector. Combining enzymatic pretreatment with cavitation technology enhances process efficiency, ensuring costeffective and scalable biofuel synthesis. This strategy contributes to valorizing agricultural waste streams and supports the transition toward greener energy systems.

Funding: This research was funded by the Ministry of Education and Science of Ukraine: Development of biodiesel production technology by cavitation method with preliminary fermentation of raw materials (DB / BIODISEL).

Acknowledgments: The authors thank the Centre for Collective Use of Scientific Equipment "Laboratory of Advanced Technologies for the Creation and Physical and Chemical Analysis of New Substances and Functional Materials" at Lviv Polytechnic National University (Ukraine) for providing access to research facilities. We also extend our gratitude to Ivan Kilhan, Head of the "Agro Center" farm, for his valuable assistance and support, which contributed to this study.

Finding New Ways to Purify Used Motor Oils

Taras Chervinskyi, Petro Kazymyriw, Igor Bilous

Lviv Polytechnic National University

E-mail:taras.i.chervinskyi@lpnu.ua

Introduction

As is known, during the operation of motor oil in internal combustion engines, it is exposed to high temperatures, constant contact with metals, the course of chemical processes (oxidation, thermal decomposition, polymerization, polycondensation, compaction), external contaminants, etc. As a result, its composition accumulates products of additive decomposition and wear of internal combustion engine parts, oxidation products, condensation of the hydrocarbon part, asphalt-resinous substances, and residues of incomplete combustion of fuel, which causes irreversible changes in its qualitative chemical composition. Thanks to the processes of removing aging products from used motor oils (UMO), oils are obtained that correspond in their operational properties to fresh oil obtained from petroleum raw materials. Therefore, it is relevant to develop such technologies for cleaning waste oils that would be characterized by a high yield of purified oil and the ability to establish them at domestic enterprises without significant modernization of existing equipment.

Main material

Several methods for regenerating UMO have been studied at the Department of Chemical Technology of Oil and Gas Processing at the Lviv Polytechnic National University. The process of vacuum distillation of used motor oils was investigated. This allowed for a significant reduction in the content of asphalt-resinous substances, decomposition products of additives, unburned fuel residues, mechanical impurities, and water, as well as an improvement in the viscosity-temperature properties of refined oils.

It is proposed to purify UMO using the thermal oxidation method under the established optimal conditions: temperature, 200°C; pressure, 2 MPa; duration, 2 hours; and air flow rate, 1.5 min⁻¹.

Under established optimal process conditions, regenerated oils were characterized by better viscosity-temperature properties, a lower water content,

fewer mechanical impurities, a lower acid number, improved coking capacity, and lower ash content compared to waste oils.

We have established the possibility of regeneration of UMO in the presence of crystalline urea. Under the established optimal process conditions (duration - 80 min, temperature - 140 °C, amount of crystalline urea - 5% by weight), the purified waste oils were characterized by a low acid number, absence of water, ash content and content of mechanical impurities, and improved values of kinematic viscosity and viscosity index.

In the UMO regeneration technology, the water extraction stage is mandatory. Its insignificant presence leads to the formation of a stable oil emulsion, which foams strongly when heated and does not separate. Most often, water is removed from oil emulsions by coagulation or using expensive demulsifiers. Currently, we are conducting scientific research to establish the possibility of purifying UMO by coagulation in the presence of surfactants that are available and used in everyday life: starch, carboxymethyl cellulose, sodium laureth sulfate, and cocamidopropyl betaine. It was established that for complete removal of water from watered-in VMO it is advisable to use carboxymethyl cellulose in an amount of 10% by weight of the amount of loaded oil, a process temperature of 80-85°C and a duration of 30 min.

We are conducting research to establish the possibility of purifying UMO by extraction using selective solvents. To establish optimal process conditions, the influence of the nature and amount of solvent, temperature, and duration of mixing of reaction mixtures was studied. The use of this method allows you to remove mechanical contaminants and oxidation products from the oil, and improve the values of viscosity-temperature properties.

Conclusions

It was found that the studied regeneration methods can be used for the regeneration of used motor oils. However, none of the studied methods alone allows obtaining regenerated oil that could be used as a component of base oils. Therefore, only the combination of these methods into a complex technological process allows you to obtain purified motor oils, which in terms of their operational properties can be compatible with base oils.

Design Features of a Carbon Black Production Reactor with Modifications to Traditional Raw Material Components

Dmytro Sheremeta, Olena Tertyshna, Kateryna Roienko

Ukrainian State University of Science and Technology

E-mail: d.sheremeta@kztv.com.ua

Introduction

Every year, significant volumes of used and discarded tires accumulate globally, which are classified as hazardous solid waste. The environmental challenges associated with their accumulation necessitate the implementation of effective recycling technologies in line with the principles of the circular economy. Due to their high content of valuable components, end-of-life tires are increasingly viewed as a potential source of secondary raw materials suitable for processing in both the fuel-energy and chemical sectors.

The structural composition of tire components makes them suitable for integrated recycling, yielding alternative raw materials. In the context of carbon black production, the most promising products are the recovered carbon black (rCB) and tire pyrolysis oil (TPO), which can potentially be used as part of the feedstock, as fuel, or in gasification, plasma-chemical, and carbon black production reactors.

Despite the widespread use of pyrolysis, several key aspects remain insufficiently studied: optimal reactor operating parameters during the introduction of TPO as alternative feedstock; the influence of TPO properties on the reaction dynamics in the carbon black formation zone; the qualitative and quantitative composition of carbon products obtained when partially replacing traditional hydrocarbon raw materials (fuel oil, gas oil, anthracene, tar) with TPO.

The absence of standardized technological guidelines for the use of pyrolysis oil in carbon black production limits its industrial application.

Given the above, there is a clear need for comprehensive studies aimed at: experimentally justifying the feasibility of partial or complete replacement of conventional hydrocarbon feedstocks with TPO; modeling thermal and chemical regimes of reactor operation in the presence of pyrolysis oil; determining the influence of TPO composition on the morphology, dispersity, and structure of the

produced carbon black; developing engineering recommendations regarding the feeding, pretreatment (filtration, desulfurization, dehydration), and dosing of TPO.

Main material

An experimental introduction of 5.3% of TPO into the feedstock mixture was carried out during the production of carbon black N347 and N660. The addition of TPO led to a change in the rheological properties of the mixture: dynamic viscosity at 50°C decreased by 23%; at 60°C - by 13.2%; kinematic viscosity at 50°C decreased by 22.1%; at 60 °C - by 11.9%.

These reductions in viscosity likely improved the conditions for transportation, preparation, and atomization of the feedstock in the reactor, promoting the formation of a finer aerosol spray. During the experimental campaign, no changes in reactor operating conditions were observed: process temperature, lining temperature, pressure, and feed rate remained stable.

Control analyses showed that the physicochemical parameters of the resulting carbon black (specific surface area, ash content, volatile matter, particle size distribution, and surface structure) remained within the standard ranges for N347 and N660. In global practice, this carbon is given a new designation – sustainable carbon black (sCB) N347/N660.

Rubber compounds containing the obtained carbon black were prepared according to ASTM D3182 and ASTM D3192 procedures, and the physicalmechanical and rheological properties of the rubber were determined. The obtained rubber property results fall within the acceptable range compared to standard rubber compounds.

An increase in the feedstock utilization coefficient was observed: for N347: +0.16; for N660: +0.06. This indicates improved hydrocarbon conversion efficiency when TPO is incorporated. Regarding product yield, reductions were recorded: for N347: 1.215 t/day; for N660: 2.043 t/day. These losses may be attributed to changes in feedstock density and fractional composition, leading to deviations in the phase distribution of carbon-containing components. The inclusion of TPO improved feedstock utilization efficiency but may lead to a reduction in the absolute yield of the target product. This necessitates optimization of the feedstock blend composition.

Conclusions

The modification of the feedstock by introducing 5.3% of TPO did not destabilize the hydrodynamic or thermal regimes of the reactors. No adjustments to the technological parameters were required. The product quality remained unaffected during partial replacement of the raw materials. Given the carbon-neutral nature of TPO, the carbon footprint was reduced by 0.01 t e-CO₂/t.

Зміна В'язкості та Лужного Числа Оливи Mobil Jet Oil 254 під час Експлуатації Гелікоптерів

¹Валерій Єфименко, ²Віктор Олександренко, ³Валентина Ткачук,
⁴Олександр Єфименко

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

²Хмельницький національний університет

³Луцький національний технічний університет

⁴Філія "ЦМГС" Національної акціонерної компанії "Нафтогаз України"

E-mail: e.valerij.ua@gmail.com

Вступ

Одним із важливих напрямів забезпечення надійності роботи авіаційних газотурбінних двигунів є контроль працездатності змащувальних олив та визначення зміни їх показників якості під час експлуатації, що впливає на періодичність та термін заміни. Потрібний рівень експлуатаційних властивостей сучасним моторним оливам надається завдяки використанню для їх виготовлення високоякісних ефективних присадок різної функціональної дії. Завдяки періодичному контролю динаміки показників якості оливи накопичуються статистичні дані щодо ресурсу її роботи та періодичності заміни у системі змащування підшипників ротора та редуктора гелікоптерів.

Основний матеріал

Під час окиснення олив киснем повітря утворюються продукти кислого характеру та смоли, що впливають на загальне лужне число.

Продукти окиснення важко розчиняються в оливі та сприяють утворенню відкладень і нагару, викликаючи корозію, посилюючи знос деталей.

Передчасна заміна оливи невигідна як з економічної точки зору, так і створює проблеми подальшого її використання та екологічного навантаження на навколошнє середовище. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є збільшення терміну роботи оливи.

Тому метою роботи є обґрутування ресурсу моторних олив контролюванням за їх станом під час експлуатації двигуна. Дослідженням підлягала синтетична олива Mobil Jet Oil 254 для газотурбінних двигунів гелікоптерів. Однією із найважливіших функцій оливи у двигуні, окрім змащування, є запобігання відкладень на деталях двигуна і підшипниках, тобто здатність до підтримання двигуна у чистоті, а також

здатність до нейтралізації кислих продуктів згорання, що можуть потрапити до оліви. Ці властивості оліви забезпечуються мийними та диспергуючими присадками. Мірою мийних і диспергуючих присадок є лужне число (число нейтралізації, TBN, мг КОН/г). Стандарт ASTM D 2896 призначений для моніторингу нових олів, а стандартом ASTM D 4739 навпаки, користуються для дослідження лужного числа олів під час експлуатації, щоб контролювати витрату пакету присадок з часом.

Результати динаміки кінематичної в'язкості оліви **Mobil Jet Oil 254** за температур близьких до робочих у вузлах тертя (100°C) та лужного числа залежно від напрацювання наведені в табл.1.

Таблиця 1

Залежність в'язкості оліви та лужного числа від напрацювання
в двигуні гелікоптера

Кінематична в'язкість, сСт	Час напрацювання оліви Mobil Jet Oil 254 в двигуні, год					
	50	100	150	200	250	300
- за температури 100 °C	5.2	5.24	5.28	5.33	5.39	5.47
- за температури 40 °C	5.2	5.2	5.23	5.27	5.32	5.38
Лужне число, мг КОН/г	0.08	0.079	0.078	0.076	0.075	0.072

Висновок

Під час роботи оліви в двигуні лужне число неминуче знижується, нейтралізуючі присадки спрацьовуються. Таке зниження має допустимі відхилення після досягнення яких оліва вважається такою, що втратила працездатність. Вважають, що оливу слід замінити при зменшенні її лужності понад 50% від початкової величини. Незначне зростання кінематичної в'язкості можливо пояснити процесами окиснення вуглеводнів, що супроводжуються утворенням смолистих речовин

Встановлено, що кінематична в'язкість оліви **Mobil Jet Oil 254** під час напрацювання як за температури 4°C так і за температури 100°C зростає через полімеризацію за високих температур у присутності кисню. Зростання в'язкості засвідчує утворення смолистих речовин (продуктів окиснення).

Показано, що загальне лужне число (ЗЛЧ) у процесі напрацювання після 300 год нальоту гелікоптера знижується з 0,08 мг КОН/г до 0,072 мг КОН/г, що становить 10%, що характеризує спрацювання присадок, але це не є критичним параметром.

Sorption Purification Of Hydraulic Oil AW-46

¹*Olha Sandul, ¹Roksolana Korinenko, ¹Anatoliy Ranskiy, ¹Olga Gordienko,
²Bohdan Korinenko, ¹Taras Titov*

¹Vinnytsia National Technical University

²V. P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry

of the National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: roksolanakorinenko2017@gmail.com

Introduction

The paper investigated the selective purification of used hydraulic oil AW-46 (manufactured by Chevron Belgium NV, Belgium), provided by LLC Trading House "Favorit Auto Vinnytsia", which was used in the operation of hydraulic presses and lifting mechanisms. Selective sorption purification of used oil AW-46 was carried out using a regenerated mixed sorbent containing activated carbon (AC) and kieselguhr (K), manufactured by E. Begerow GmbH &Co, Germany. The used mixed sorbent (AC + K) after purification of sugar syrups from the production of soft drinks was provided by Manufacturing Company "Panda" (Vinnytsia). The regeneration of the used mixed sorbent (AC + K) was carried out by sequential treatment of the sorbent with water, alkali (KOH, NaOH) and mineral acid (HCl, HNO₃). The sorption capacity of the mixed sorbent (AC + K) was determined by iodine, while the sorption capacity of the regenerated mixed sorbent (AC + K) was 98.5 %. Adsorption purification/ regeneration of AW-46 used oil using the regenerated mixed sorbent (AC + K) was carried out under static conditions, mixing the waste oil and the sorbent with a high-speed magnetic stirrer VELP AREC (VELP Scientifica, Italy), followed by filtration of the mixture in a vacuum unit.

Main material

It was established that the optimal regeneration conditions are: ratio (AC + K) : AW-46 = 1 : 10; temperature 50-60 °C; time – 30 min. It should be noted that increasing the amount of sorbent by 2-4 times not only does not improve the purification of hydraulic oil, but also does not allow to isolate the purified fraction by deep vacuum filtration. The obtained physicochemical characteristics of the regenerated AW-46 oil indicate the high efficiency of the used sorbent (AC + K) and the possibility of its use as a liquid base for new multifunctional plastic lubricants. In addition, it should be noted that when using natural sorbents, the issue of recycling

spent solid sorbents remains unresolved, because when using environmentally acceptable purification technology, their price can increase by 40-60 %. The mixed sorbent used after the regeneration of AW-46 oil, in addition to activated carbon and kieselguhr, also contains 5.2-12.6 ml of contaminated liquid fraction of AW-46 oil. To regenerate such a sorbent, a study was conducted on its purification by extraction method for the removal of organic pollutants with industrial xylene at room temperature using a high-speed ($n = 1000$ rpm) magnetic stirrer VELP AREC. After that, the obtained liquid xylene-organic fraction and the regenerated mixed sorbent (AC + K) were separated by filtration in a vacuum unit. However, this method of regeneration of the used mixed sorbent (AC + K) turned out to be multi-stage, material- and energy-consuming. More effective is the low-temperature pyrolysis of the spent mixed sorbent (AC + K) without its preliminary treatment, which was loaded into the pyrolyzer reactor and the mixture was kept in an inert environment at a temperature of 250-300 °C for an hour. The yield of the liquid fraction was 90-92 wt. % of its sorbed amount in the volume of the used mixed sorbent (AC + K). The general scheme of the regeneration of hydraulic oil AW-46 using the integrated technology of processing waste from the food and machine-building industries and its further use within the framework of the circular economy includes the sequential stages shown in Fig. 1.

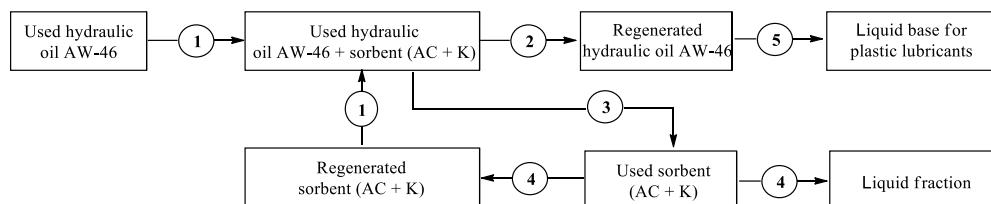


Figure 1. General technological scheme for processing waste from the food and machine-building industries: 1st stage - sorption purification of AW-46 oil with regenerated sorbent (AC + K); 2nd stage - separation of regenerated AW-46 oil; 3rd stage - separation of used sorbent (AC + K); 4th stage - pyrolysis regeneration of used sorbent (AC + K); 5th stage - development and compounding of plastic lubricants

Among the specified stages of use (sorbent (AC + K), regenerated AW-46 oil) and regeneration (waste AW-46 oil, used sorbent (AC + K)), it is necessary to highlight the work of a closed cycle of transformations 1-3-4 due to sorption and pyrolysis processes. At the same time, regenerated AW-46 oil can be effectively used (stage 5) as a liquid medium in the process of manufacturing plastic lubricants, and the regenerated sorbent (AC + K), depending on the destructive oxidation of the original used AW-46 oil, can be used in 3-5 more cyclic transformations.

Conclusions

The feasibility and necessity of regenerating mineral oils, including hydraulic oil AW-46 (Belgium), for their repeated practical use is substantiated. It is shown that regenerated hydraulic oil AW-46 can be used as a liquid base for plastic lubricants. A method of sorption purification/regeneration of used hydraulic oil AW-46 has been developed using a regenerated mixture consisting of activated carbon and kieselguhr (AC + K) as a sorbent. The optimal technological parameters of the process have been established: ratio (AC + K) : AW-46 = 1 : 10; temperature 50-60 °C; time 30-35 minutes. Within the framework of the circular economy, the technology of a closed-loop processing of waste from the food (sorbent (AC + K)) and machine-building (hydraulic oil AW-46) industries has been investigated for the subsequent production of multifunctional plastic lubricants.

Prospects for the Production of Fuels and Lubricants from Coal in Ukraine

Yevhen Shcherbyna, Vitaliy Makarov, Mykola Kaplin

General Energy Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: evg.shcherbina@gmail.com

Introduction

The production of fuels and lubricants from coal is one of the technologies that allows coal to be processed into various types of fuels, lubricants and chemicals. This can include traditional fuels (e.g. petrol, diesel), specialised lubricants or even synthetic materials. Coal is an important resource in the chemical industry as it contains carbon, which can be used to synthesise various chemicals. Ukraine already has some experience in developing clean technologies for the coal industry, such as coal gasification. However, large-scale deployment of these technologies requires significant investment and government support. Given the geopolitical, economic and environmental factors, the production of fuels and lubricants from coal in Ukraine could be quite significant, given the abundant coal resources that are the main feedstock for such technologies.

Main material

The extent to which coal-based fuels and lubricants can be deployed in Ukraine may depend on several factors, such as the availability of investment, technological potential, infrastructure, environmental standards, and government policy. The key aspects that determine the scope and scale of such implementation are:

1. Coal reserves. According to the State Service of Geology and Subsoil of Ukraine, the country has a huge potential for using coal for various industrial purposes. However, it is important to note that coal production in Ukraine is declining due to aging deposits, rising mining costs, and environmental concerns.

2. Investments and technological readiness. The extent to which coal-to-oil technologies can be deployed will depend heavily on investments in these areas. Technologies such as pyrolysis, gasification, hydrogenation or catalytic cracking require significant investments in the latest equipment, development and implementation of specialised technologies. In particular, coal pyrolysis requires

facilities capable of processing large quantities of feedstock, and there are currently almost no such facilities in Ukraine.

3. Economic indicators. The production of fuels and lubricants from coal can be economically beneficial for Ukraine, as coal is an available and cheaper resource than oil and gas. Investing in coal-to-oil technologies could create new jobs, particularly in regions with coal mining enterprises. In addition, the creation of new production capacities will help modernise the coal industry and generate additional revenues for the country's budget. For a realistic implementation on a large scale, it is necessary to take into account:

- The cost of energy and fuel materials. Today in Ukraine, coal is cheaper than oil or gas, but the processes of its processing into synthetic fuels are energy-intensive and expensive.

- Competition with oil products. Coal-derived synthetic fuels and lubricants must compete with petroleum products in terms of price and quality.

4. Environmental restrictions and standards. The conversion of coal into synthetic fuels is accompanied by significant emissions of CO₂ and other harmful substances. Ukraine must ensure that such projects meet modern environmental standards

5. Prospects for implementation. Taking into account the whole range of factors (investments, technology, economy, environment), the introduction of coal-to-oil processing in Ukraine is feasible:

- At the initial stages: small pilot projects or small facilities that process up to 100-200 thousand tonnes of coal per year.

- Scaling up: medium-sized enterprises processing up to one million tonnes of coal per year can be implemented in 5-7 years, provided stable financing and support from the government.

- Large capacity: large plants that can process up to 5-10 million tonnes of coal per year will take 10 to 15 years to fully implement the technologies, depending on investment and technological support.

Conclusions

The prospects for producing fuels and lubricants from coal in Ukraine could be very favourable in the long term if several steps are taken to overcome existing problems, including the modernization of the coal industry, the introduction of new technologies, and the development of infrastructure for waste disposal and reducing environmental impact. Ukraine has the potential to develop this sector, but practical implementation will depend on support from the government and international investors.

Combined Oxidized Bitumens: Technology and Properties

¹*Vasyl Bohun, ¹Olena Tertyshna, ²Olena Zinchenko, ³Oleg Tertyshniy*

¹Ukrainian State University of Science and Technology

²PJSC «Ukrnafta»

³Dnipro state agrarian and economic university

E-mail: elenateert@gmail.com

Introduction

Modern oil refining processes are aimed at maximizing the yield of light distillates and increasing the depth of conversion, which leads to a significant deterioration in the quality of residual streams, particularly those used for bitumen production. The efficiency of the oxidation process of residual products is largely determined by their group composition, elemental content, and fractional characteristics. Among alternative approaches, low-temperature oxidation is of particular interest, as it allows for the production of bituminous materials with enhanced properties—improved adhesion to mineral aggregates and increased resistance to aging. At the same time, the main limitation of this method lies in the reduced productivity of the corresponding equipment.

The problem of poor durability of road pavements due to the use of low-quality binders remains highly relevant. One of the promising solutions is the modification of bitumen with synthetic or recycled polymer additives. Various types of modifiers are widely used in road construction practice, including styrene-butadiene polymers, ethylene-vinyl acetate, and recycled products, among which rubber crumb (RC) occupies a special place.

The effectiveness of bitumen modification using rubber crumb depends on a number of factors, including: the composition of the base binder, the RC concentration in the system, particle size, surface characteristics, and introduction conditions—namely temperature, mixing duration, and intensity. Equally important is the nature of interphase interactions, which determine the structural organization of the system. Due to the complexity of polymer-bitumen systems, multidirectional effects are often observed, manifesting over a wide temperature range.

Bitumen modified with rubber crumb demonstrates improved technical performance, particularly enhanced thermal and frost resistance, wear resistance, and elasticity. Incorporation of such binders into asphalt concrete mixtures extends the service life of pavements by 1.5 to 2 times compared to unmodified counterparts. Importantly, the use of RC not only improves the operational characteristics of road materials but also contributes to solving the problem of waste tire disposal, offering additional environmental and economic benefits.

Main material

As part of the conducted research, the effect of crumb rubber on the oxidation process of vacuum residue was studied, with particular emphasis on the transformation of its chemical composition and changes in rheological properties. Special attention was paid to the influence of the modifier on the formation of the microstructure of the binder material.

For the laboratory synthesis of bitumen by the oxidation method, the feedstock used was vacuum residue (gudron) obtained from PJSC "Ukrtatnafta". The modification was carried out using crumb rubber derived from the mechanical grinding of worn-out tires from passenger and freight vehicles, as well as industrial and agricultural machinery. In this system, crumb rubber performs a dual function: it acts both as a structural modifier and as a catalyst that accelerates oxidation reactions due to the presence of unsaturated bonds and an active surface. The combined oxidation process integrates sequential stages – preliminary mixing of bitumen residue with rubber crumb and sulfur under controlled thermal conditions, followed by air oxidation and final modification – into a unified, energy system using a high-temperature heat transfer medium, enabling simultaneous bitumen oxidation and structural modification.

Conclusions

It has been established that the presence of rubber crumb in the oxidation process alters the chemical composition of the bitumen residue. The main changes involve the formation of new resinous and asphaltene components, arising from reactions involving unsaturated and sulfur-containing fragments of rubber, which actively participate in oxidation. The proposed scheme of chemical transformations confirms the catalytic role of residual vulcanization groups and the introduced sulfur. The thermochemical decomposition of rubber is accompanied by the formation of molecular fragments which, together with sulfur, create a three-dimensional polymer network. This network acts as a reinforcing framework, stabilizing the liquid phase of oxidized bitumen and ensuring the formation of a stable dispersed system – a rubber-bitumen composite.

The integration of rubber crumb and oxidation products into a unified volumetric macrostructure enhances the thermal resistance, stability, and structural homogeneity of the bituminous material. This facilitates the expansion of the effective temperature range for the use of modified bitumen in road construction.

A New Type of Roofing Bitumen Materials from Ukrainian Oil Processing Residues

Dmytro Aleksandrov, Yuri Khlibyshyn, Oleg Grynyshyn, Volodymyr Yuzyfyshyn

Lviv Polytechnic National University

E-mail: ogrynyshyn@ukr.net

Introduction

At present, numerous types of insulation and roofing materials based on bitumen are known. Bitumen-based soft roofing is extensively used on residential and industrial roofs to protect structures from atmospheric precipitation. Rolled roofing materials are especially common in the construction of industrial and civil structures. A novel category within this group comprises cold-applied roofing materials which, unlike conventional rolled materials, can be applied without prior heating. That is why the development of such materials is promising today.

Main material

As a basis for obtaining three-component bitumen compositions for the production of cold-applied roll roofing materials, bitumen of the BN 70/30 brand was used. Rapeseed oil was used as a component that gave the composition adhesive properties. The plasticizer employed was Kraton D1192ESM, a styrene-butadiene-styrene (SBS) block copolymer.

The study of the dependence of the properties of the ternary mixture "bitumen: rapeseed oil: SBS" on its composition demonstrated the mutual influence of the components. It was established that with an increase in the SBS content and a decrease in the rapeseed oil content in the mixture, the softening temperature increases. It was also established that an increase in the rapeseed oil content and a decrease in the amount of SBS in the mixture leads to an increase in its penetration. The ductility of the three-component mixture increases with an increase in the rapeseed oil content. Maximum ductility is achieved at a 10% SBS content and a rapeseed oil content of 20 wt. %. Maximum elasticity is achieved at the highest SBS content and the minimum amount of rapeseed oil. With an increase in the rapeseed oil content in the mixture, its elasticity decreases. Studies have confirmed that flexibility at 25 ° C is maintained at a rapeseed oil content in the mixture of more than 10% by weight and an amount of SBS up to 10% by weight. If these requirements are not met, the bituminous material becomes brittle, which does not

meet the requirements. It has been established that heat resistance is maintained at an SBS content in the ternary mixture of 5,0 wt. % at any rapeseed oil content. Studies have established that the adhesion demonstrates a peak value at a rapeseed oil content in the mixture of 15 wt. %. When adding SBS, adhesion decreases.

Based on the analysis of the obtained results, the optimal composition of the mixture was established, which ensures the achievement of the required regulatory indicators of the quality of the cold-applied bitumen material. It was established that the content of bitumen BN 70/30 in such a composition should be 82,5 wt. %, the content of rapeseed oil – 12,5 wt. %, the content of SBS – 5,0 wt. %. The optimal composition was used to develop a bitumen composition intended for cold-applied roofing materials. The characteristics of such a composition are given in Table 1. It was established that the developed bitumen composition for cold-applied roofing material meets all the requirements.

Table 1

Characteristics of the bitumen composition
"bitumen : rapeseed oil : SBS" for cold-applied roofing material

Indicator	Indicator value	Requirements for bituminous material
Softening point, °C	70	at least 70
Ductility at 25 °C, cm	9,2	–
Penetration at 25°C, 0,1 mm	50,0	–
Elasticity, %	53,0	–
Flexibility on the beam at mines 25°C	stands the test	stands the test
Heat resistance at 60 °C	stands the test	stands the test
Adhesion, N/cm ²	4,5	at least 3,0
Water absorption, %	0,18	–

Conclusions

The dependence of the main properties of the three-component bitumen composition "bitumen : rapeseed oil : SBS" on its composition and production conditions has been established. A method for producing a three-component bitumen composition suitable for cold-applied roll roofing materials has been developed, meeting all the requirements for these materials. The optimal composition of such a mixture has been established: bitumen BN 70/30 – 78,5 wt. %, rapeseed oil – 12,5 wt. %, SBS – 5,0 wt. % and optimal production conditions: temperature 180°C and duration 1 hour.

Low-Temperature Pyrolysis of Polymer Waste

Taras Chervinskyy, Ksenya Hrynyshyn, Andrii Radukh, Stanislav Hrynyshyn

Lviv Polytechnic National University

E-mail: taras.i.chervinskyi@lpnu.ua

Introduction

An extremely large amount of polymer waste is generated annually in the world, which pollutes the environment. According to various statistics, they make up from 5 to 8% by weight of the total amount of solid household waste. Polymer waste does not decompose for decades, accumulates in landfills, natural dumps, pollutes rivers, seas and oceans, causing enormous damage to the environment. Among the methods of disposal of polymer waste, incineration and recycling (processing for reuse) are most often used. Processing by high-temperature and low-temperature pyrolysis methods to obtain gaseous and liquid decomposition products has not been studied sufficiently.

Main material

The main regularities of low-temperature pyrolysis of thermoplastic waste (polyethylene, polypropylene, polystyrene) were studied. For this purpose, conditions were selected that are based on the results of thermogravimetric analysis of waste (for pyrolysis of polyethylene waste – 410°C; polypropylene – 380°C; polystyrene – 400°C). The yield of pyrocondensate during pyrolysis of polyethylene waste was 84,9 wt. %; polypropylene – 79,1 wt. %; polystyrene – 86,8 wt. %. Since the composition of pyrocondensate from pyrolysis of polyethylene waste includes hydrocarbons of linear (unbranched) structure, its freezing point is +4°C. The pyrocondensate of polypropylene pyrolysis contains mainly iso-structure hydrocarbons, and polystyrene-aromatic hydrocarbons, so their freezing temperatures are much lower – minus 17 °C and minus 20 °C, respectively. The pyrolysis of polyethylene and polypropylene occurs with the formation of a small amount of pasty residue (1,7–2,9 wt. %). During the pyrolysis of polystyrene, 7,0 wt. % of solid residue is formed – pyrocarbon. Currently, the process of low-temperature pyrolysis of waste of other polymer materials, in particular polyvinyl chloride, polycarbonates, polyurethanes, etc., is being studied.

It was established that all fractions and residues obtained during the separation of pyrocondensates contain a significant amount of unsaturated

hydrocarbons, which is confirmed by the corresponding values of iodine numbers. The products of the separation of pyrocondensate from the pyrolysis of polypropylene and polystyrene waste contain a small amount of sulfur, and it is absent in the products of the pyrolysis of polyethylene.

The fractions of 200–350°C of the pyrocondensate from the pyrolysis of polypropylene and polystyrene waste are characterized by good low-temperature properties. In contrast, the fraction of 200–300°C of the pyrocondensate from the pyrolysis of polyethylene has a too high freezing point – minus 1°C, which is explained by its group hydrocarbon composition, namely the presence of a large amount of n-structure hydrocarbons.

Using X-ray fluorescence spectral analysis, the content of individual chemical elements in the pyrocondensate and its individual fractions was determined. It was established that the content of metals in the pyrocondensate is relatively low. In the case of pyrolysis of polyethylene waste, it is 33 ppm; polystyrene – 44 ppm; polypropylene – 132 ppm. Technological impurities were identified – metals that entered the polymers during their production or processing (in particular, Cr, Cu, Mo, Pb) and accidental impurities (in particular, Ca and Fe). The content of heavy metals (V, Ni), which are especially dangerous for technological processes of further processing of pyrocondensate, is minimal. It was established that during pyrocondensate distillation, the main part of the metals enters the residue.

The composition and properties of pyrocarbon obtained in the process of pyrolysis of polystyrene waste have been studied. It has been established that pyrocarbon is practically not wetted by water, but perfectly absorbs oil and oil products. The oil absorption capacity of pyrocarbon from the pyrolysis of polystyrene waste is within 0,66–0,96 g/g.

Conclusions

To ensure that the performance characteristics of the gasoline and diesel fractions of pyrocondensate from the pyrolysis of polymer waste meet the requirements of regulatory documents, it is necessary to send the fuel fractions of pyrocondensate for further processing. For gasoline fractions of pyrocondensate, this involves the use of hydrogenation and catalytic reforming processes. For diesel fractions, this involves the use of hydrogenation of unsaturated hydrocarbons. The pyrocondensate distillation residue is recommended to be used as a component of fuel oil or as a raw material for the production of plastic lubricants. Pyrocarbon is proposed to be used as an adsorbent for the collection and localization of oil and oil product spills on solid and water surfaces.

Improvement of Thermal Cracking Technology for Heavy Oil Fractions

Yuri Khlibyshyn, Vasyl Konyk

Lviv Polytechnic National University

E-mail: ogrynyshyn@ukr.net

Introduction

At the current stage of development of the oil refining industry, one of the key challenges is to deepen the processing of crude oil with the aim of maximizing the yield of valuable light fractions. Given the limited availability of light crude oil resources, the importance of technologies that enable efficient processing of residual feedstocks—such as fuel oils, bitumen, and heavy gas oils—is steadily increasing. One of the promising directions in this field is high-pressure thermal cracking, which facilitates the breakdown of high-molecular-weight components of heavy crude into lighter fractions. However, existing thermal cracking technologies face significant limitations in terms of product yield, process selectivity, and operational stability. Therefore, the development and modernization of thermal cracking technologies, considering recent advances and research, is a highly relevant objective.

Main material

Thermal cracking of heavy feedstocks is typically carried out at temperatures of 480–540°C and pressures of 2–7MPa. The main products of this process are thermogas oil, cracked gasoline, light gaseous hydrocarbons, and cracked residue. The depth of conversion depends on both the residence time and the intensity of the thermal effect. In conventional units, the yield of light fractions does not exceed 30–35%, while the cracked residue is characterized by a high content of resinous and asphaltenic compounds.

One of the effective approaches to improve the process is the application of visbreaking—a mild thermal cracking technique used to reduce the viscosity of fuel oil or bitumen and produce boiler fuel without the addition of lighter hydrocarbons. A comparative analysis of furnace-based visbreaking and visbreaking with an external reaction chamber shows that the latter offers advantages in terms of gas oil selectivity, reduced energy consumption, and increased service life of the equipment. Furthermore, introducing flow turbulizers—such as up to 10 wt.% of

steam or light distillates—into the feedstock stream enables control over residence time in the reaction zone and minimizes coke formation.

Another promising method involves the preactivation of heavy feedstock using oxidizing agents such as ozone, air, or ozonides. This preliminary oxidation promotes the formation of active radicals, which allows for a reduction in the main cracking temperature, increased distillate yield, and decreased coke formation. Research has shown that pre-treatment of fuel oil or bitumen with air at 50–250°C, followed by thermal cracking at 300–450°C, can achieve light fraction yields of up to 70–75%, significantly surpassing those of conventional thermal processes.

Of particular interest in the context of deep conversion of heavy oil residues with minimal capital investment is the process of thermal cracking using atmospheric oxygen as an activator.

Considering the combination of oxidation and cracking mechanisms involved in hydrocarbon transformation, it is plausible to propose a mechanism in which oxygen from the air affects the reactive mass components during the thermal cracking of heavy oil feedstock.

Conclusions

The conducted analysis confirms that enhancing the technology of thermal cracking of heavy oil fractions is both a relevant and achievable objective in the context of modern oil refining. A comprehensive modernization of the process may include the integration of visbreaking with an external reaction chamber, which demonstrates improved selectivity for gas oil fractions, reduced energy consumption, and extended equipment lifespan. Moreover, the introduction of flow turbulizers—such as steam or light distillates—into the feed stream enables more precise control of residence time and reduces the formation of carbonaceous deposits, thus improving operational reliability.

An especially promising direction is the pre-activation of heavy feedstock using oxidizing agents such as air, ozone, or their derivatives. Preliminary oxidation promotes the formation of reactive intermediate species and facilitates subsequent thermal decomposition at lower temperatures. Experimental results have demonstrated that such an approach may increase light product yields to 70–75%, considerably exceeding the capabilities of conventional technologies.

Particular attention should be paid to the use of atmospheric oxygen as a low-cost and effective activator, which opens new possibilities for upgrading residual hydrocarbons without the need for expensive catalysts or extensive infrastructure changes.

Математичне Моделювання Комплексу Процесів Видобутку Енергетичних Копалин

Анатолій Крючков, Віктор Розен, Микола Сергієнко

КПІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: ux0un@ukr.net

Вступ

Однією з причин низької конкурентноспроможності продукції укр
аїнських гірничих підприємств є висока енергоємність процесів, зумовлених
їх низьким ККД. Але дійсна причина такого стану полягає в недостатньому
науковому розробленні основних виробничих процесів. Такі процеси, як
руйнування гірських порід є випадковими нестаціонарними процесами, що
важко піддаються вимірюванню, аналізу, прогнозу і керуванню. Для
дослідження складних динамічних об'єктів широко застосовуються методи
математичного моделювання, основою яких є універсальні наукові принципи.

Основний матеріал

Ідея, що явища в природі мають деякі екстремальні властивості, виникла ще у філософів древньої Еллади. Перше втілення ідеї у вигляді фізичного принципу належить французькому математику П'єру Ферма. У 1629 р. він встановив, що світло поширюючись від однієї точки до іншої, "вибирає" такий шлях, щоб час проходження відстані виявився мінімальним. У 1696 р. Йоган Бернуллі надрукував задачу по визначення шляху, по якому під впливом власної ваги спускається тіло, що, почавши рух у верхній точці, дійде до нижньої за найкоротший час. Ця знаменита "задача про брахістрохрону" практично була аналогом принципу Ферма в механіці. Зазначені роботи послужили поштовхом для пошуків більш загального екстремального принципу руху. Вперше цей принцип був мабуть сформульований в листах Лейбніца. Виявилось, що деяка характеристика, що він назвав "action" (дія) при русі тіла залишається весь час екстремальною. Однак широкій популярності це формулювання не отримало, оскільки Лейбніц до цього питання не повертається. Вважається, що автором "principe de l'amoind reaction" принципу найменшої дії був президент Берлінської Академії П'єр Мопертюї. Ще в 1740 р. він опублікував працю, в якій показав, що система матеріальних точок знаходиться у рівновазі тоді, коли сума деяких добутків екстремальна, а в 1746 р. сформулював універсальний принцип: "Якщо в природі відбувається якась зміна, то необхідна для цієї зміни міра дії є мінімальною". Математичне обґрунтування і більш глибокий зміст

обґрунтування і більш глибокий зміст в цей принцип вніс Ейлер. У 1834 р. Гамільтон довів, що для консервативних систем можна не вимагати виконання закону збереження енергії на всіх траекторіях, якщо взяти дію у вигляді:

$$D = \int_1^{t_3} (T - U) dt \quad (1)$$

де T – кінетична енергія, U – потенціальна енергія системи

Для загального випадку руху аналогічне доведення було зроблено в 1848 р. М.В. Остроградським, тому твердження про стаціонарність функціонала (1) для дійсної траекторії руху називають принципом Гамільтона-Остроградського. Прирівнюючи першу варіацію функціонала (1) до нуля, знаходять класичні рівняння Лагранжа. Рух є результатом взаємодії частинок за допомогою чотирьох типів фундаментальних сил – електромагнітних, гравітаційних, слабких і сильних. При описі процесів гірничого виробництва враховуються гравітаційні та електромагнітні взаємодії, які описуються одним з таких класичних рівнянь:

$$\text{Ньютона (1687): } d(mV_i)/dt = F_i; \quad (2)$$

$$\text{Ейлера (1758): } d(J\omega_i)/dt = M_i; \quad (3)$$

$$\text{Лагранжа (1788): } d(\partial L / \partial \dot{q}_i) / dt - dL / \partial q_i = Q_i; \quad (4)$$

$$\text{Гамільтона: } \partial D / \partial t = -H; \quad (5)$$

$$\text{Енштейна (1905): } d(m_0 V_i / \sqrt{1 - v_i^2 / c^2}) = K_i. \quad (6)$$

Наведені рівняння, незважаючи на різну форму запису і фізичну суть, що виражається ними, знаходяться в тісному зв'язку і можуть бути отримані з принципу найменшої дії, як і рівняння Лагранжа. Процес гірничого виробництва розглядається врешті-решт, як рух маси в просторі. Аналітичний опис такого руху або математичне моделювання процесу традиційно здійснюється за допомогою диференціальних рівнянь, наведених раніше. Та подальші дослідження переміщення тіл у просторі довели, що модель детермінованого руху є лише першим, наближенням до дійсного характеру руху, що називають випадковим або ймовірнісним. Досвід показує, що грунтуючись на зазначених класичних рівняннях, неможливо одержати адекватний опис нестаціонарного ймовірнісного руху маси в просторі.

Висновки

Традиційні детерміновані математичні моделі реальних виробничих процесів, що базуються на принципі найменшої дії, у вигляді рівнянь типу Лагранжа, або еквівалентні їм, є тільки першим наближенням до опису дійсного руху маси в просторі. Досвід і аналіз показали, що грунтуючись на зазначених класичних рівняннях, неможливо одержати адекватний опис нестаціонарного ймовірнісного руху маси. Необхідно використати інші фундаментальні принципи.

Chapter IV.

Modern Energy Technologies in Power and Transport

Research and Comparison of Alternative Motor Fuels Efficiency Under Full-Scale Invasion Conditions

¹Iskander Khamdosh, ²Illia Tsyhanenko-Dziubenko, ²Galyna Skyba

¹Separate Subdivision «Scientific Lyceum» of Zhytomyr Polytechnic State University

²Zhytomyr Polytechnic State University

E-mail: iskanderhamdosh@gmail.com

Introduction

The full-scale invasion of the Russian Federation into Ukraine on February 24, 2022, fundamentally changed the conditions of energy security and created a critical need to search for alternative motor fuels. Targeted strikes on oil refineries led to a 56% reduction in oil processing in 2022. Under martial law conditions, comparative assessment of alternative fuels efficiency, including ethanol blends and modified petroleum products, becomes particularly relevant. The 4.5-fold increase in military equipment usage intensity requires a comprehensive approach to evaluating alternative fuel resources as a strategic task of the country's energy independence.

Main Material

The study of alternative motor fuels efficiency was conducted through comparative analysis of five samples: A-95 and A-98 gasolines, Dp-EURO and Dp-Pulls diesel fuels, TS-1 aviation fuel, and ethanol blends with co-solvents. The highest efficiency is demonstrated by A-98 gasoline with calorific value of $43,750 \pm 2,158$ MJ/kg and minimal mercaptan sulfur content of 0.0012% mass. Ethanol blends based on A-95 with 10-20% ethanol addition and co-solvents showed significant improvement: phase stability increase up to 5 times, water resistance up to 3 times, cloud point decrease by 17.3°C and octane number increase by 4-5 units.

Environmental efficiency was assessed through biotesting and emission analysis. Ethanol blends with co-solvents provide CO emissions reduction by 43% and hydrocarbons by 42% compared to A-95.

Table 1
Engine emission indicators when using different fuel blends

Fuel blend composition	Exhaust gas emissions				λ (excess air coefficient)
	CO, %	HC, ppm	NO_x, ppm	CO₂, %	
A-95 (standard)	1,87	143	679	13,6	0,98
A-95 + E10 (10% ethanol)	1,42	128	742	13,2	1,04
A-95 + E10 (10% ethanol) + butanol (0,5%)	1,29	116	759	12,9	1,07
A-95 + E10 (10% ethanol) + isopropanol (0,5%)	1,35	103	731	13,1	1,05
A-95 + E20 (20% ethanol)	1,21	97	793	12,8	1,08
A-95 + E20 (20% ethanol) + butanol (0,5%)	1,06	83	816	12,7	1,12
A-95 + E20 (20% ethanol) + isopropanol (0,5%)	1,19	89	787	12,9	1,09

Conclusions

The research results confirm the critical importance of fuel resource diversification for Ukraine's energy security. Ethanol blends with co-solvents demonstrate the highest comprehensive efficiency, combining improved operational characteristics with reduced environmental impact. Alternative fuel compositions can successfully replace traditional petroleum products, providing better environmental indicators. The obtained results can be used for forming state strategy for alternative fuel infrastructure development under martial law conditions.

Дослідження Параметрів Двигуна під час Використання Бензину та Етанолу

*Володимир Дубовик, Юлія Лівандовська,
Катерина Самчинська, Каріна Штангесева*

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського

E-mail: processor-w@ukr.net

Introduction

Ethanol shares similar characteristics and chemical structures with fossil fuels. This finding is particularly relevant in the context of Indonesia, which has significant potential for bioethanol production. Furthermore, ethanol has a higher octane number than gasoline, as reported by some researchers, making it effective in reducing knocking in the combustion chamber.

Main material

However, using pure ethanol as an engine fuel requires advanced engine modifications. On the other hand, ethanol-gasoline blends can be used with minimal adjustments. For ethanol blends, modifications to combustion components such as ignition timing, fuel injection, compression ratio, and octane number ratio are necessary to ensure optimal performance. Meanwhile, it was observed that using E20 improves combustion efficiency at 1500–3000 rpm. They also noted that at $\lambda=0.9$, engine torque remained consistent, while NOx emissions were reduced by 50% at $\lambda=1$. In a similar study, other researchers explored the effect of modifying the compression ratio (10:1, 11:1, and 12:1) on engine performance with ethanol blends such as E22 and E100. Their findings showed that increasing the compression ratio at high speeds improved engine performance with both ethanol blends.

However, while E100 resulted in higher specific fuel consumption (SFC) compared to E22, the latter showed little impact on SFC when adjusting the compression ratio. Notably, increasing the ethanol content in the blend reduced the engine's SFC and improved thermal efficiency. Furthermore, various methods to examine E10 and E20 blends in a spark-ignition two-wheeled motorcycle engine with five different compression ratio (CR) were employed. The results showed that as CR increased, HC, CO, and NO_x emissions decreased, whereas CO₂ emissions rose due to improved thermal efficiency during the combustion process. The performance curves indicated that increasing ethanol concentration enhances engine torque, brake

power, Brake Thermal Efficiency (BTE), and Brake Specific Fuel Consumption (BSFC). Ethanol addition leads to a lower combustion flame temperature, reducing exhaust gas temperature and consequently lowering exhaust emissions. A higher CR results in increased combustion chamber pressure, a faster heat release rate, and a shorter combustion duration.

While optimal spark timing improves combustion, excessive spark advance and optimal timing negatively affect performance. Especially, when the compression ratio is appropriately matched with spark plug ignition timing, CO emissions are reduced by 52%, and HC emissions by 43%. When combined with ethanol, the research octane number (RON) of gasoline affects combustion characteristics. Increasing RON improves fuel sensitivity and enhances antiknocking properties. Ethanol blends increase vapor formation, leading to higher thermal efficiency. Additionally, charge cooling effects may contribute to improved mean effective pressure. Delayed fuel injection in gasoline-ethanol mixtures can cause fuel and air to accumulate on the spark plug, raising HC and CO emissions. The effects of spark timing adjustments on the combustion chamber using RON 91 and 95 were investigated. Their results indicated that advancing spark timing increased brake power, maximum power, and reduced SFC. However, NO_x emissions rose with spark advance, while HC and CO emissions decreased. Given the environmental challenges posed by traditional fuels, exploring alternative options like ethanol is essential. This study focuses specifically on the potential of ethanol-gasoline blends, which offer environmental benefits and enhanced fuel quality. Despite these advantages, research on engine modifications for blends containing more than 30% ethanol remains limited. Ethanol has several superior properties compared to gasoline. Its high laminar burning velocity and abundant hydroxyl (OH) units enable complete combustion. Additionally, ethanol's low stoichiometric fuel-air ratio and high latent heat contribute to the formation of a dense air-fuel mixture in petrol engines. Its high self-ignition temperature and octane value allow engines to operate at higher compression ratios without knocking. These characteristics, along with ethanol's ignition timing and flash point, make it suitable for smallscale engine operations with a low risk of misfires.

Despite its advantages, ethanol has some disadvantages, most notably its corrosive nature, which can damage rubber, plastics, and certain metals commonly found in engine components. This can lead to fuel leaks, reduced engine performance, and potentially severe engine damage if not addressed promptly. Ethanol blended fuels are also more susceptible to vapor lock due to their lower boiling point compared to pure gasoline, making starting more difficult and potentially causing engine stalling during operation, especially at high temperatures or altitudes. Additionally, ethanol can absorb water vapor from the atmosphere, leading to phase separation and accumulation of water at the bottom of the fuel tank.

This results in deposits that can clog filters and fuel injectors, further reducing engine performance. This study employed the Taguchi method of experimental design, selected for its efficiency in minimizing the number of tests required. By using orthogonal arrays, this approach allows various factors to be assessed simultaneously without testing all possible combinations, thereby saving time and resources.

The Taguchi method helps researchers obtain maximum information from a limited number of tests in complex factorial studies. The primary goal of this experiment is to understand how changes in specific variables, such as fuel composition and ignition settings, affect the outcomes. This, in turn, helps clarify the relationships between these factors and their results. The optimization process also reveals the overall power characteristics of the optimal results, as shown in Figure 1 – 3. The figure obtained matches the standard conditions described in previous research. The application of optimal conditions resulting in low HC and CO emissions also leads to higher torque and power (Figure 1 and Figure 3).

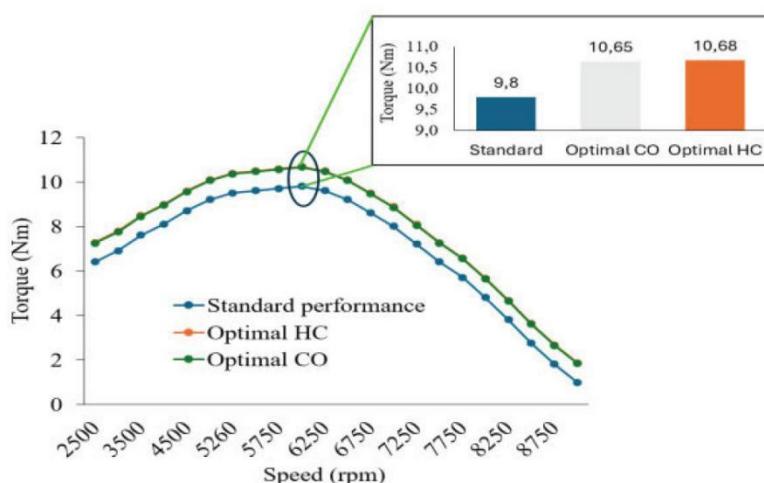


Figure 1. Performance characteristics, torque vs speed

At 6000 rpm, these conditions increase power by 8.6%, from 9.8 Nm to 10.65 Nm for optimal CO, and an 8.98 Nm increase for optimal HC. The usage of ethanol is particularly beneficial for emissions reduction because it contains more oxygen than fossil fuels such as gasoline. According to studies, suggest that increased oxygen availability enables more complete combustion of the air-fuel mixture, which is crucial for reducing unburned HC. Increased oxygen availability enables a leaner air-fuel mixture, improving combustion efficiency and reducing specific fuel consumption (Figure 2).

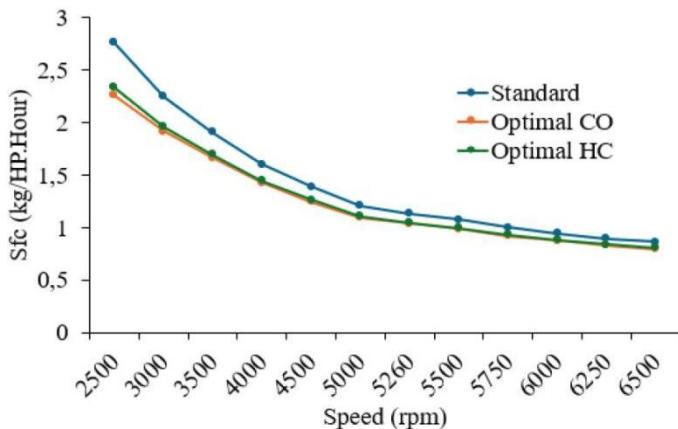


Figure 2. Performance characteristics, Specific fuel consumption (Sfc) vs speed,

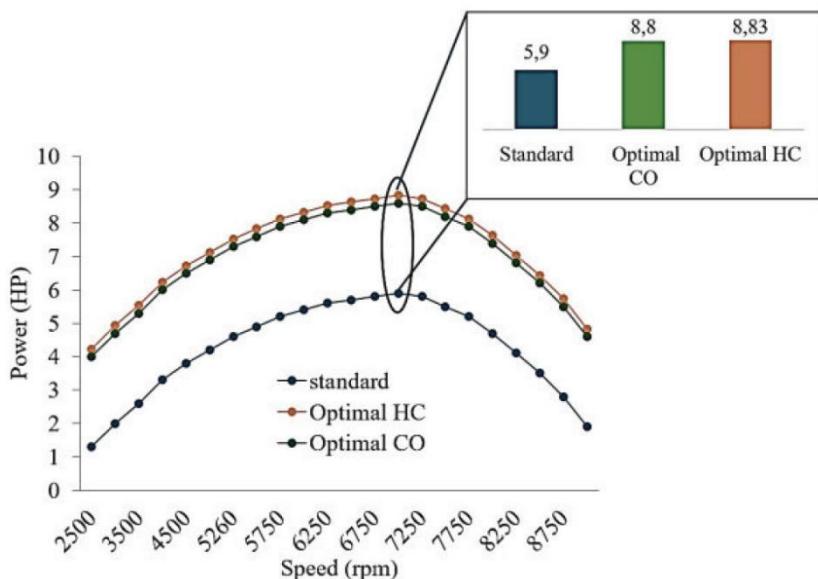


Figure 3. Performance characteristics, power vs speed,

Conclusion

The results from this study indicate that using higher ethanol blends, such as E70 and E80, leads to an increase in the engine compression ratio, contributing to improved combustion efficiency and performance. Additionally, ethanol's higher heat of vaporization compared to pure gasoline helps reduce the air-fuel charge temperature, increasing the fuel density and promoting more efficient combustion. Moreover, the oxygen content in ethanol facilitates more complete combustion by promoting better mixing of the air-fuel mixture, resulting in a more efficient burn and lower emissions.

Можливості Використання Водню для Балансування Енергосистеми

Богдан Максименко, Сергій Бойченко

КПІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: bod555@ukr.net

Вступ

Стрімке зростання ВДЕ (сонячної та вітрової генерації) дестабілізує енергосистему, вимагаючи нових рішень для зберігання та балансування енергії, оскільки традиційні системи не пристосовані до таких коливань, що загрожує стабільноті та обмежує виробництво чистої енергії. У цьому контексті водень є універсальним енергетичним рішенням для довготривалого акумулювання великих обсягів енергії, вирішуючи сезонні дисбаланси між виробництвом ВДЕ та споживанням шляхом перетворення надлишкової енергії на хімічний енергоносій для зберігання та використання.

Основна частина

"Зелений" водень виробляють електролізом води, що є основою P2G2P циклу для зберігання надлишкової енергії з ВДЕ. Вибір технології електролізу (РЕМ або SOEC) залежить від застосування, зокрема балансування мережі або декарбонізації промисловості з використанням відпрацьованого тепла, що потребує диференційованої національної стратегії з урахуванням регіональних особливостей.

Україна має велику мережу ПСГ (понад 31 млрд куб. м) з перспективою зберігання водню, особливо в соляних кавернах завдяки значним покладам солі. Міжнародний досвід підтверджує доцільність цього. Унікальна інфраструктура робить Україну потенційним ключовим гравцем на європейському ринку зберігання водню. Українська ГТС потребує значних модифікацій для транспортування водню, попри її масштабність (понад 33 000 км). Оператор ГТС планує підготовку до 2035 року, але необхідний аудит цілісності трубопроводів через ризик водневої крихкості.

Перетворення водню в електроенергію балансує енергосистему при піковому попиті або низькій генерації ВДЕ, але його низька ефективність (30-40%) вимагає переоцінки, враховуючи використання надлишкової енергії ВДЕ з нульовою вартістю. Економічна вигода полягає у монетизації

40% інакше втраченого ресурсу, що стає критично важливим при високій частці ВДЕ. Приведена вартість зберігання (Levelized Cost of Storage, LCOS) є ключовим показником для порівняння технологій зберігання. LCOS враховує всі витрати та ефективність протягом життєвого циклу проекту.

Порівняння різних технологій відображає їх доцільність для застосування за різної тривалості зберігання: літій-іонні акумулятори ефективні для короткосрочного зберігання (до 4-8 год), ГАЕС – для середньострокового (8-24 год), але їх застосування обмежене географічно. Водень має низьку ефективність циклу та високі витрати на перетворення, але низьку вартість енергетичної ємності, що робить його економічно вигідним для зберігання понад 13-15 год та єдиним варіантом для сезонного зберігання. У таблиці 1 приводиться порівняння для різних видів зберігання.

Таблиця 1

Порівняльна приведена вартість зберігання (LCOS) за тривалістю

Технологія	Тривалість, год	LCOS (\$/кВт год, діапазон)	Ефективність повного циклу, %	Термін служби (роки)	Ключова перевага
Літій-іонний акумулятор	4	0.170 – 0.296	85-90	10-15	Висока ефективність, швидка реакція
	8	0.150 – 0.250 (оціночно)	85-90	10-15	Гнучкість для добового циклу
ГАЕС	8-24	0.100 – 0.200	70-85	40-60+	Низькі операційні витрати, довговічність
Водень (соляні каверни)	24	0.200 – 0.400 (оціночно)	30-42	20-30	Низька вартість енергетичної ємності
	100+	< 0.150 (прогноз)	30-42	20-30	Можливість сезонного зберігання

Висновки

Водень має значні перспективи для енергетики та національної безпеки завдяки здатності до тривалого зберігання, доповнюючи акумуляторні рішення. Його економічну ефективність стримують низька продуктивність та значні інвестиції. Україна має потенціал для зберігання водню завдяки геологічним ресурсам ГТС, але існують технічні ризики переобладнання інфраструктури та складнощі з регуляторними нормами ЄС.

Порівняння Кількісних та Якісних Показників Продуктів Піролізу Переробленням Гумових Відходів Різних Типів

Костянтин Фута

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського

E-mail: f.konstantyn@gmail.com

Вступ

У контексті постійно зростаючого обсягу відходів та необхідності впровадження принципів циркулярної економіки, питання перероблення гумових матеріалів, зокрема, шин та інших гумотехнічних виробів, потребує особливої уваги. Одним з перспективних рішень є термічна переробка гумових відходів методом піролізу. Цей підхід дозволяє отримувати корисні вторинні продукти – рідке паливо, газову фракцію, технічний вуглець.

Однак ефективність піролізного процесу значною мірою залежить від типу вихідної сировини, умов проведення процесу та особливостей застосованого обладнання. Вивчення кількісних і якісних показників отриманих продуктів дозволяє оцінити доцільність переробки різних типів гумових відходів та визначити оптимальні технологічні параметри.

Основна частина

Для проведення порівняльного аналізу кількості та якості вихідних продуктів піролізу гумових відходів було обрано два типи сировини: автомобільні шини – використані шини легкових та вантажних автомобілів, з мінімальними залишками від сталевих кордів; умові деталі автомобіля – ущільнювачі, прокладки, гумові манжети та інші деталі. Для проведення дослідження використовувалась установка періодичної дії з герметичним сталевим реактором. Умови процесу: кінцева температура 550 ± 10 °C, швидкість нагрівання: 10 °C/хв, тривалість витримки 90 хв, середовище безкисневе (азот).

Кількість та якість кожної фракції визначалися за допомогою стандартних методів: масова частка, елементний склад, спектроскопічний та хроматографічний аналіз. Автомобільні шини продемонстрували вищий вихід рідкої (45 %) та твердої фракцій (35 %). У той час як гумові деталі утворили

більший відсоток газоподібного продукту (33 %). Це пояснюється різним складом сировини: шини містять більше вуглеводневої основи та оліфінів, а допоміжні деталі – більше додаткових наповнювачів, сірки.

Рідка фракція. Хімічний аналіз рідкої фракції показав наявність у складі переважно вуглеводнів, включаючи широкий спектр ароматичних (бензол, толуол та ксиол) та аліфатичних сполук. Піролізна рідина із шин характеризується вищою теплотворною здатністю (~42 МДж/кг) і меншим вмістом сірки (~0,9 %), порівняно з рідиною, отриманою з гумових деталей (теплотворна здатність ~37 МДж/кг, вміст сірки ~1,4%). Можна виділити, що рідка фракція обох зразків містить лимонен – важливий інтермедіат у хімічній промисловості

Тверда фракція (технічний вуглець). Складається переважно з вуглецю та неорганічних домішок, таких як сірка та оксиди металів. Його потенційне застосування – наповнювач для гумових виробів, у різного типу фільтраційних системах, інших промислових процесах. Залишок від шин має більш виражену пористу структуру, та меншу кількість сірки, що є його перевагами. У той час як залишок від гумових деталей автомобіля містить більше домішок мінерального походження.

Газоподібна фракція. Містить в основному метан, етилен, пропан та інші легкі вуглеводні. Згідно з дослідами, переробка пірозним методом автомобільних шин, так само як і гумових деталей автомобіля, дає газоподібну фракцію з вмістом метану до 40 %.

Висновки

Проведене дослідження показало, що хімічний склад сировини безпосередньо впливає на вихід і якість продуктів піролізу. Автомобільні шини продемонстрували в цілому кращі результати – більший вихід та вищу теплотворну здатність рідкої фракції, кращі характеристики технічного вуглецю. Тоді як гумові деталі забезпечили більший вихід газоподібних компонентів. Результати також свідчать про можливість подальшої оптимізації технологічних параметрів процесу (температурні режими, тривалість, якість конденсації, та інше) з метою підвищення енергоефективності та зменшення екологічного навантаження.

Оцінка Ризиків Забруднення Навколишнього Середовища під час Транспортування та Зберігання Нафтопродуктів

Олег Демченко, Дмитро Поліщук, Петро Алтухов, Єгор Хиль

Філія Класичного приватного університету в місті Кременчук

E-mail: kpudmytro@gmail.com

Вступ

Сучасна енергетична інфраструктура стикається з серйозними викликами у сфері екологічної безпеки. Транспортування та зберігання нафтопродуктів становлять значну загрозу для навколишнього середовища через високий ризик аварійних розливів. Аналіз останніх даних демонструє необхідність вдосконалення методів оцінки та запобігання екологічним загрозам у цій сфері.

Основний матеріал

Сучасні дослідження виявляють тривожну статистику, згідно з якою близько 40% усіх аварійних розливів нафтопродуктів відбуваються під час процесів транспортування, що свідчить про системні проблеми в організації логістики нафтопродуктів. Найбільш проблемними є трубопровідні системи, на які припадає 32% усіх інцидентів, причому середній обсяг розливу коливається від 50 до 500 кубічних метрів, що еквівалентно забрудненню території площею 5-50 гектарів. Ці показники особливо критичні з огляду на те, що трубопроводи часто проходять через екологічно вразливі території та водні об'єкти.

Залізничний транспорт демонструє лише трохи кращі показники - 28% аварій із розливами від 15 до 300 кубометрів, причому найчастіші інциденти відбуваються під час маневрових робіт або через технічні несправності цистерн. Автотранспортні засоби становлять 25% випадків із обсягами від 5 до 100 кубометрів, при цьому особливу небезпеку становлять аварії в міській забудові або поблизу водних об'єктів, де швидкість поширення забруднення значно вища.

Морські перевезення, незважаючи на відносно невеликі 15% у структурі аварійності, характеризуються найбільшими масштабами забруднення - від 100 до 5000 кубометрів на один інцидент, що може привести до екологічних катастроф регіонального масштабу. Особливо небезпечними є розливи у відкритому морі, де ефективність збирання нафтопродуктів різко знижується через погодні умови та течії. Додаткову загрозу становить те, що морські розливи часто поширяються на великі відстані, вражаючи прибережні екосистеми та об'єкти інфраструктури.

При аналізі причин аварійності на об'єктах зберігання виявлено, що корозійні процеси в резервуарах є основним чинником, що спричиняє 60% усіх інцидентів. Технічні несправності запірної арматури становлять 22% випадків, тоді як людський фактор і стихійні лиха відповідно 12% і 6%. Ліквідація наслідків таких аварій вимагає значних часових ресурсів - від 3 до 18 місяців для ґрунтових забруднень, від півроку до двох років для поверхневих водойм, і від двох до п'яти років для відновлення підземних водоносних горизонтів. Фінансові наслідки також варіюються у широких межах - від 10-50 тисяч доларів для незначних інцидентів до 1-50 мільйонів доларів для масштабних катастроф.

Сучасні технології запобігання аваріям у нафтогазовій галузі досягли помітного прогресу. GIS-моделювання забезпечує точність прогнозів 85-92%, інтегруючи просторові дані та історичну статистику. Дроновий моніторинг скорочує час виявлення аварій на 65% завдяки мультиспектральним сенсорам.

Високоточні датчики тиску і корозії демонструють 95% ефективності, використовуючи акустичні методи та бездротові технології. Алгоритми машинного навчання досягають 78-85% точності прогнозування, аналізуючи операційні дані та зовнішні фактори. Ці технології дозволяють не лише виявляти загрози, але й оптимізувати профілактичні заходи.

Особливу цінність мають комплексні системи, що поєднують кілька технологій для підвищення надійності моніторингу. Такі рішення особливо ефективні для критичної інфраструктури, де важлива оперативність реагування.

Висновки

Ефективне управління ризиками вимагає інтеграції сучасних технологічних рішень, вдосконалення нормативної бази та постійного навчання персоналу. Впровадження проактивних заходів дозволить значно знизити кількість аварій та мінімізувати їх вплив на довкілля. Майбутні дослідження мають бути спрямовані на розроблення інноваційних методів біоремедіації та вдосконалення систем раннього попередження.

Екологічні Аспекти Утилізації Відпрацьованих Мастильних Матеріалів

Дмитро Поліщук, Єгор Кучеренко, Іван Донін, Петро Алтухов

Філія Класичного приватного університету в місті Кременчук

E-mail: kpudmytro@gmail.com

Вступ

Проблема утилізації відпрацьованих мастильних матеріалів є критично важливою через їх високу токсичність і зростаючі обсяги утворення. Щорічно у світі утворюється понад 40 млн тонн відпрацьованих олив, з яких лише 45% піддаються переробці.

Основний матеріал

Регенерація мастил є одним з найбільш ефективних методів переробки відпрацьованих матеріалів, що дозволяє відновити до 85% вихідних властивостей продукту завдяки сучасним технологіям очищення та обробки. За даними Міжнародного енергетичного агентства, 1 літр регенерованого масла заощаджує 2,5 літра сирої нафти та зменшує викиди CO₂ на 3,2 кг, демонструючи значний екологічний ефект. Сучасні регенераційні установки досягають ККД 92-95 % завдяки багатоступінчастій очистці, включаючи вакуумну дистиляцію з точністю $\pm 1^{\circ}\text{C}$, високоефективну фільтрацію з розміром пор до 1 мкм та хімічну модифікацію з використанням спеціальних каталізаторів. Вартість таких систем коливається від 1,5 до 5 млн євро залежно від потужності (5-50 тонн на добу), але вони окупаються за 3-5 років завдяки високій продуктивності. Найбільш прогресивні підприємства досягають рівня повторного використання матеріалів до 98%, мінімізуючи відходи до 2-5 % від загального обсягу сировини, що робить цей метод не лише екологічно вигідним, але й економічно доцільним. Ці показники роблять регенерацію оптимальним рішенням для промислових підприємств, що прагнуть зменшити екологічний вплив та оптимізувати витрати на мастильні матеріали.

Спалювання відпрацьованих мастильних матеріалів з енерговиділенням є високоефективним методом утилізації з теплотворною здатністю 38-42 МДж/кг (9,100-10,000 ккал/кг), що перевищує показники бурого вугілля. Сучасні установки досягають енергоефективності 85-92% завдяки високотемпературному спалюванню ($1,100\text{-}1,300^{\circ}\text{C}$) та системам

рекуперації тепла з поверненням до 75 % енергії. Показники викидів сучасних заводів вражають: SOx - 30-50 мг/м³ (зниження з 500-800 мг/м³), NOx - 80-100 мг/м³ (кatalітичне зниження на 90 %), тверді частки - 5-10 мг/м³ (ефективність електрофільтрів 99.8 %), діоксини - менше 0.1 нг/м³. Капітальні витрати на такі установки потужністю 10-20 тонн на добу становлять 8-15 млн євро з терміном окупності 4-7 років, при цьому 1 тонна мастил генерує 3,800-4,200 кВт тод енергії. У Європейському Союзі ця технологія дозволяє щорічно переробляти 2.1 млн тонн відпрацьованих олив (55% від загального обсягу), забезпечуючи енергією 500,000 домогосподарств та зменшуючи викиди CO₂ на 2.8 млн тонн щороку. Найкращі результати спостерігаються при переробці моторних олив (38-40 МДж/кг), гідравлічних рідин (36-38 МДж/кг) та трансмісійних олив (39-41 МДж/кг), де комбіноване виробництво електроенергії та тепла досягає найвищих показників ефективності.

Фізико-хімічні методи очистки відпрацьованих мастильних матеріалів досягають високої ефективності у видаленні важких металів, знижуючи їх вміст до 0,001-0,005 мг/л, що відповідає найсуворішим європейським стандартам якості. Ці технології включають комплексні процеси коагуляції з використанням солей алюмінію або заліза (доза 50-150 мг/л), флокуляції з полімерами (1-5 мг/л), іонного обміну на спеціалізованих смолах (ефективність 95-99 %) та мембральної фільтрації з розміром пор 0,01-0,1 мкм. Вартість таких установок коливається від 500 тис. до 2 млн євро залежно від потужності.

Біологічні методи переробки демонструють стабільну ефективність на рівні 85-90% за період 30-60 діб, при цьому найбільш перспективні штами мікроорганізмів (Pseudomonas, Bacillus, Rhodococcus) дозволяють прискорювати процес до 20-40 діб при оптимізації умов. Вартість біоремедіації складає 50-150 євро за тонну обробленого матеріалу, що на 30-40 % дешевше традиційних фізико-хімічних методів, а для великих об'ємів (понад 1000 тонн) може знижуватись до 30-80 євро/т. Основні переваги біологічного методу включають мінімальне енергоспоживання (5-15 кВт тод/т), відсутність токсичних проміжних продуктів та можливість одночасної переробки органічних і нафтопродуктових забруднень.

Висновки

Сучасні технології дозволяють ефективно переробляти 75-80 % відпрацьованих олив. Ключовим завданням є впровадження економічних стимулів для підприємств, що дозволить збільшити рівень переробки до 90% до 2030 року.

Вплив Додавання Біокомпонентів до Традиційних Палив на їх Екологічні та Експлуатаційні Характеристики

Петро Алтухов, Богдан Ворона, Андрій Сорокін, Дмитро Поліщук

Філія Класичного приватного університету в місті Кременчук

E-mail: kpudmytro@gmail.com

Вступ

Сучасні тенденції розвитку паливного ринку свідчать про посиленуу вагу до екологічно безпечних альтернатив традиційним нафтопродуктам. Додавання біокомпонентів до палив постає як перспективний напрям, що поєднує екологічні переваги з технічною доцільністю. Особливе значення ця проблема набуває в умовах глобальної боротьби зі зміною клімату та необхідності зменшення залежності від імпорту енергоносіїв. Дослідження впливу біокомпонентів на паливні властивості та експлуатаційні характеристики є ключовим для розробки оптимальних паливних сумішей.

Основний матеріал

Додавання біокомпонентів до традиційних палив спричиняє значні зміни в їх властивостях, що охоплюють екологічні, технічні та економічні аспекти. Використання 5-7% біоетанолу (E5-E7) демонструє значні екологічні переваги: зниження викидів чадного газу (CO) на 12-18% (з 2,1 до 1,7-1,8 г/км), зменшення вуглеводневих викидів (HC) на 9-15%, а також можливе зменшення викидів твердих частинок на 10-30% залежно від типу та стану двигуна. Одночасно спостерігається покращення детонаційної стійкості з підвищеннем октанового числа на 2-3 пункти (до 93-95 RON), що покращує ефективність роботи двигуна.

Для дизельних палив з 7% біодизелю (B7) ефект є ще більш вираженим: зменшення викидів сажі на 22-27%, CO на 10-15%, HC на 15-20% та оксидів сірки (SO_x) на 8-12%. Важливою перевагою є підвищення цетанового числа до 52-54, що забезпечує більш повне згорання палива та знижує утворення сажі. Ці показники особливо актуальні для міських умов, де проблема забруднення повітря стоять особливо гостро.

Технічні аспекти використання біопалив вимагають певні компроміси. Через нижчу енергогустину біокомпонентів (біоетанол має на 34% меншу енергію на одиницю об'єму, біодизель – на 8-11 %) спостерігається зростання витрати палива на 1,5-2,5 %. Для дизельних палив змінюється температура фільтруваності: В7 має показник мінус 18°C проти мінус 22°C у чистого дизелю, що може вимагати додаткових заходів у холодну пору року. Корозійна активність зростає на 15-20% за вмісту біоетанолу понад 10%, особливо щодо алюмінієвих та мідних елементів паливної системи. Важливо відзначити, що використання Е10 у деяких двигунах старого покоління може збільшити викиди NO_x на 2-5 %.

Економічні аспекти включають зростання собівартості палива: на 3-5% для Е5 (залежно від цін на зерно) та на 5-8% для В7 (залежно від цін на рослинні олії). Модернізація нафтопереробних заводів для виробництва біопалив має термін окупності 4-7 років, але може забезпечити зменшення імпорту нафтопродуктів на 12-15% за 10% вмісту біокомпонентів. Світовий досвід показує значні успіхи: у Бразилії, лідері з використання біоетанолу, його частка в бензиновому паливному балансі становить понад 50 %, а в ЄС діють програми обов'язкового додавання біокомпонентів до палив.

Екологічні переваги біопалив є значними: Е5 зменшує вуглецевий слід на 18-22%, а біодизель - на 45-78% залежно від використаної сировини. Викиди парникових газів знижуються на 1,2-1,5 т СО₂-екв./рік на один автомобіль (для Е5). Продуктивність сировини вражася: 1 га ріпаку для біодизелю замінює 2,8-3,2 т нафтопродуктів, а 1 га цукрової тростини для етанолу може замінити до 7 т нафти в еквіваленті СО₂. Загальне зниження викидів парникових газів від біопалив протягом життєвого циклу може сягати 50-90%, що робить їх важливим інструментом у боротьбі зі зміною клімату.

Упровадження біокомпонентів вимагає збалансованого підходу. Оптимальним початковим рівнем є 7-10% вмісту, що дозволяє поєднати екологічні переваги з технічними можливостями існуючої інфраструктури. Подальше збільшення частки залежить від розвитку технологій, адаптації двигунів та паливних систем, а також від державної підтримки.

Висновки

Виконаний аналіз впливу біокомпонентів на паливні властивості демонструє їх значний потенціал у покращенні екологічних показників при збереженні основних експлуатаційних характеристик. Оптимальним рішенням є поступове впровадження паливних сумішів з вмістом біокомпонентів 7-10 %, що дозволяє досягти помітного екологічного ефекту без суттєвих змін у роботі двигунів та паливної інфраструктури.

Utilization of TGS 821 Sensor in Hydrogen Leak Detection Systems

¹*Vitalii Borodii, ^{1,2}Evgen Zaitsev, ¹Bohdan Kromplyas, ²Anatolii Levytsky,*

¹*Victoria Bereznychenko*

¹The Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine

² Center for Information-analytical and Technical Support of Nuclear Power Facilities Monitoring of the National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: vitalii.borodii@gmail.com

Introduction

The constant growth of energy demand in the world, as well as the desire to decarbonize electricity production, necessitates the search for new, environmentally friendly renewable energy sources. One of the promising areas for the development of renewable energy sources is the use of hydrogen as an alternative fuel. Hydrogen is an environment-friendly source of energy, since during its combustion or fuel cells use the only byproduct is water steam. In addition, hydrogen has found application in heat exchange systems, in particular as an effective cooling medium in power plants, such as turbogenerators. In its pure form, hydrogen has a thermal conductivity of about 0.18 W/(m K) under normal conditions (20°C). This value is an order of magnitude higher than that of an air (0.025 W/(m K)).

Main material

The widespread use of hydrogen in practice rises a number of technical and safety problems. The hydrogen gas consists of H₂ molecules, each of which consists of two hydrogen atoms bonded together. Hydrogen is the smallest molecule that exists in the nature. This property of hydrogen, associated with its low molecular weight and high molecular mobility, causes a high tendency to leak at joints and seals, through even the smallest holes or cracks in gas-retaining materials, as well as to the occurrence of diffusion leaks, which in turn lead to the accumulation of gas on premises. The range of hydrogen concentrations in air sufficient for ignition is quite large, from 4% to 75 % by volume (for comparison, methane is flammable in air only in a proportion of 4.4 % to 17 % by volume); its ignition energy is only 0.017 mJ, which is much lower than that of other fuels, such as gasoline or natural gas, which is approximately 0.3 mJ for methane/air or propane/air mixtures. An important task is to detect and eliminate hydrogen leaks at the early stage, when the hydrogen concentration in the air is low. Detection and control is achieved by using appropriate

hydrogen leak control systems, which use various types of sensors. One of such sensors is the TGS 821 hydrogen gas sensor manufactured by Figaro Engineering. Fig. 1 shows a scheme for measuring hydrogen concentration based on the use of the ESP32 microcontroller and the TGS 821 hydrogen sensor. The TGS 821 sensor is defined by ease of use, high sensitivity and selectivity to hydrogen, stable operation, resistance to environmental changes and the ability to detect hydrogen concentrations from 50 ppm. The basic principle of the measurement scheme shown in Fig. 1 is as follows: hydrogen molecules interact with the surface of the TGS 821 sensor's sensitive element, reducing its resistance by the gas concentration. As the hydrogen concentration decreases, the resistance increases, it leads to a decrease in the output voltage. A change in the gas concentration affects the sensor resistance and the output signal level, enabling the determination of hydrogen presence and concentration. An additional resistor is used to adjust the voltage level at the microcontroller input. The data received by the ESP32 microcontroller is transmitted wirelessly to the processing and analysis tools. The obtained measurements undergo preliminary filtering to eliminate noise and anomalous values, after which calculations are performed to estimate the hydrogen concentration.

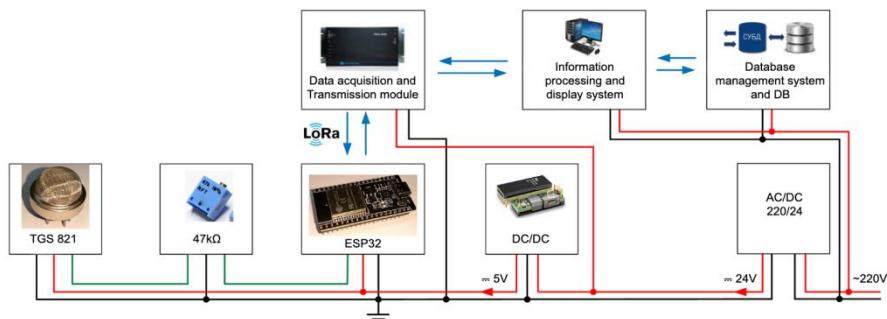


Figure 1. A scheme for measuring hydrogen concentration based on the use of the ESP32 microcontroller and the TGS 821 hydrogen sensor

Conclusion

The data obtained in this way from the hydrogen concentration sensors at various control and diagnostic points of the electrolysis plant can be used to monitor the presence of hydrogen in the air of the premises where the electrolysis plants are located, or with the appropriate location of the sensors, they can be used to monitor the stability of the electrolysis process, the efficiency of the separation of hydrogen from oxygen. The control and diagnostic parameters determined in this way allow us to determine possible deviations that may indicate a decrease in gas purity or the need to adjust the electrolysis parameters, or need to carry out maintenance and repair work on the electrolysis plants.

Key Factors and Prospects for the Application of Pyrolysis in Plastic Waste Recycling

Ihor Kuberskyi, Konstantin Futa, Ihor Levandovsky, Vladislav Ivanchenko

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: f.konstantyn@gmail.com

Introduction

Given the growing attention to carbon neutrality, chemical processing of plastics through pyrolysis can play a key role in the transition to a more sustainable energy structure. However, it is important to consider that excessive extraction of gaseous products is undesirable due to the complexity of their transportation and storage. In addition, chemical processing, in particular catalytic pyrolysis, allows obtaining liquid products that can be used as fuel or raw materials for the production of new polymers. However, for commercial application, these products require further purification and modification. Despite significant interest in this technology, there is a lack of research on the further use of the obtained liquid and gaseous products on an industrial scale.

Main Material

Pyrolysis and other chemical methods for recycling plastic waste have the potential not only to reduce the environmental burden, but also to contribute to the development of sustainable energy and material flows. In the future, the improvement of these technologies may contribute to their widespread industrial implementation, which will allow turning plastic waste into a valuable resource for the global economy.

Thermal pyrolysis, also known as non-catalytic, occurs by heating plastic waste to high temperatures without the use of catalysts. Different types of polymers require different temperature regimes. For example, polystyrene (PS) decomposes at lower temperatures compared to polyethylenes (HDPE, LDPE) and polypropylene (PP). Polyethylene without a catalyst is prone to the formation of waxy products instead of liquid fuel.

Catalytic pyrolysis involves the use of catalysts that allow reducing the operating temperatures of the process, reducing the reaction time, and improving the quality of the final products. The use of catalysts contributes to the production of lighter hydrocarbons, which facilitates further purification and use of the resulting fuel. The most common catalysts used include zeolites (HZSM-5, ZSM-5), metal oxides ($\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$, Fe_2O_3), basic zeolites (NZ), metal hydroxides (Al(OH)_3 , Ca(OH)_2),

and industrial wastes such as red mud. Catalysts affect the size and structure of the hydrocarbons formed, reducing their length and increasing the proportion of gaseous products. High- and low-density polyethylene (HDPE, LDPE) demonstrate high yields of liquid hydrocarbons due to their high volatile matter content and low ash content. In thermal cracking, the main product is wax, but under conditions of elevated temperature above 500°C and increased residence time, this wax decomposes to lighter hydrocarbons. The use of catalysts, such as NiO, allows to increase the yield of monoaromatic and isomerized hydrocarbons, which expands the possibilities of application of the obtained product. Polyvinyl chloride (PVC) is one of the most difficult plastics for pyrolysis due to the chlorine content, which leads to the formation of toxic organochlorine compounds. For effective conversion of PVC, preliminary dechlorination or the use of special catalysts, such as red mud (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2), is necessary, which reduce the chlorine content in the final product. Polypropylene (PP) exhibits higher cracking activity than polyethylene, which is associated with its structural features. The yield of aromatic hydrocarbons during pyrolysis of PP is significantly higher compared to other polyolefins, which makes it a promising material for obtaining high-octane fuel components.

Temperature is one of the determining parameters of the pyrolysis process. Researches show that when the temperature increases from 400°C to 550°C, the yield of the liquid phase increases, however, when exceeding 600°C, active gas formation begins, which can reduce the amount of valuable liquid fuel. The optimal temperature range for pyrolysis of polyolefins is 500–550°C, while for PET additional catalysts may be required to improve the yield of liquid products. The residence time of the material in the reaction chamber also plays a significant role. For example, for HDPE, increasing the residence time in a fluidized bed reactor from 0.8 s to 1.5 s results in a decrease in wax yield and an increase in the proportion of light hydrocarbons. Catalysts can significantly improve the quality of the resulting products. The use of acid catalysts, such as ZSM-5, promotes the formation of aromatic hydrocarbons, while metal oxide catalysts (CaO , ZnO , MgO) reduce the amount of unwanted by-products. For PVC, dechlorination is an important step, which can be carried out by the combined use of low temperature cracking and further processing with the participation of various combinations of catalysts.

Conclusion

The research highlights the advantages of catalytic pyrolysis over thermal pyrolysis, emphasizing the role of catalysts in improving product quality and reducing energy consumption. Furthermore, challenges such as the complexity of waste sorting, the need for process optimization, and the environmental impact of by-products are discussed. The research underscores the potential of pyrolysis in achieving sustainable waste management and contributing to a circular economy.

Concept of the AI Vision-Driven Powerline Avoidance for Manned and Unmanned Low-Altitude Flights

Natália Gecejová, Marek Češkovič, Anna Yakovlieva

Technical University of Košice

E-mail: natalia.gecejova@tuke.sk

Introduction

Low-altitude flights by rescue helicopters, sport planes, and drones are increasingly common. Nevertheless, pilots still struggle to see thin powerline conductors, especially at dusk, in complex terrain or where lines are missing from navigation charts. Recent Slovak and international accidents underscore the risk, as seen in the 2015 HEMS helicopter fatal crash in Slovak Paradise, a fatal crash of the Robinson R44 strike near Prešov, and a 2020 Philippine police-helicopter incident, all of which involved unseen wires and resulted in fatalities and significant infrastructure damage. Conventional electromagnetic "wire-strike" detectors are only effective when a power line is powered ("alive") and are inconvenient for fixed-wing aircraft or UAVs. A universal, low-cost, vision-based warning concept is thus crucial.

Deep-Learning Approach – low-cost solution

A convolutional neural network (CNN) was selected to recognise overhead powerlines in real-time camera imagery. The authors adopted VGG-16 (Figure 1.) because of its proven classification accuracy and clear transfer-learning pathway. The network comprises an input layer accepting $224 \times 224 \times 3$ RGB images, thirteen convolutional layers, five max-pool layers and three dense layers, with the output mapping three operational states:

Safe – adequate clearance;

Caution – proximity warning;

Danger – imminent collision risk.

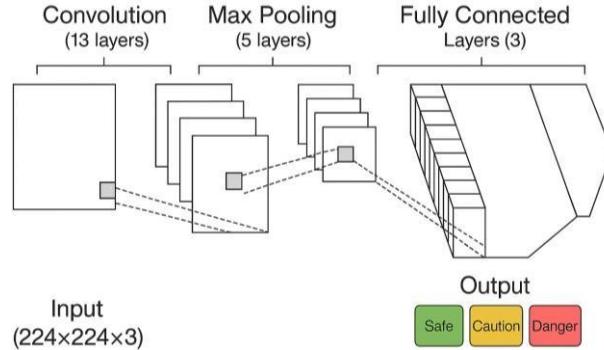


Figure 1. Used CNN VGG-16 architecture

Data Collection and Pre-processing

A bespoke image set of 6,000 photos was assembled from: public internet repositories, utility-company inspections, helicopter flyovers and pedestrian surveys between Košice and Prešov, and seasonal coverage (spring, summer, autumn, winter). Images were resized, augmented, and split into 4,000/2,000 for training and validation. The linear geometry, specular highlights and occasional marker spheres on conductors aided feature extraction.

Training Results

The training exceeded 432 hours on a GPU workstation, but the validated model achieved an overall accuracy of 94.2 %, far surpassing the typical 70% for competing visual methods. A confusion matrix confirmed high true-positive rates in all three classes, indicating reliable pilot alerts with minimal false alarms.

Flight Verification

The algorithm was initially embedded in synthetic-environment UAV missions and later in a lightweight helicopter. Live tests near uncharted Slovak powerline corridors demonstrated precise, timely audio/visual cues without extra payload—only a standard forward-looking camera and an onboard processor. Implementation costs are, therefore, marginal for most rotorcraft, sport planes, and multirotor drones already equipped with cameras.

Conclusions

A camera-based CNN offers a practical, aircraft-agnostic safeguard against powerline collisions. Unlike electromagnetic detectors, it also warns for deenergised lines and suits fixed-wing, rotary-wing and unmanned platforms. The prototype's 94% accuracy translates directly into a lower fatal accident probability and substantial savings for both operators and grid owners. Ongoing work will integrate the module into HEMS support drones, with phased adoption on sport aircraft and light helicopters once long-term field tests are complete.

PLA Biodegradable Material for Medical Masks

¹*Anastasiia Fesenko, ²Denys Baklan, ³Oksana Bozhok*

¹Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

^{2,3}Municipal Extracurricular School "Kyiv Junior Academy of Sciences"

E-mail: asyaindahouse@gmail.com

Introduction

This study focuses on creating biodegradable medical mask fabric using polylactic acid (PLA) to address environmental pollution caused by disposable masks. Disposable masks from non-biodegradable plastics (e.g. polyethylene, polypropylene) contribute to long-term waste accumulation, while PLA offers a sustainable alternative due to its biodegradability and ecological safety. The research aims to optimize the production of a PLA-based filter material by determining ideal parameters such as solution concentration, spray distance, and fiber density.

The ultimate goal is to develop eco-friendly masks that maintain medical functionality. The solution blow spinning method (SBS) was used to create samples. Initially, a series of samples were created on glass slides for further process optimization; after, medical gauze was used for spraying as a substrate. The samples were analyzed using optical microscopy and tested under UV radiation. The research successfully optimized the parameters for producing PLA-based fibers using the Solution Blow Spinning (SBS) method.

Main material

The material was developed using the Solution Blow Spinning (SBS) method, which enables the production of fine, uniform PLA fibers with a high surface area – crucial for effective filtration. SBS was chosen over electrospinning due to its higher production efficiency, lower energy consumption, and better scalability for medical mask manufacturing. Key parameters such as PLA solution concentration and spray distance were optimized through systematic experiments on both glass slides and medical gauze, allowing for controlled fiber distribution and real-world application testing.

The resulting fiber morphology – pore size, distribution uniformity, and thickness – was analyzed using optical microscopy and density calculations.

Additionally, the UV resistance and biodegradability of the samples were evaluated under controlled UV exposure. Lower-density samples showed significant degradation after just 30 minutes (\approx 1.5 days of sun), with near-complete breakdown after 120 minutes (\approx 6 days), demonstrating the material's potential for eco-friendly medical use.

Conclusions

As a result of the research, a full-size prototype of a biodegradable medical mask coated with PLA was developed. The density and average pore size of the material match existing commercially available products. UV exposure tests confirmed that the material meets modern biodegradability standards, making it suitable for environmentally friendly applications.

Experimental findings showed that a spray distance of 20 cm using a 10 % PLA solution produces a uniform and homogeneous coating on gauze. It was also determined that fiber density significantly influences the degradation rate—lower-density fibers decompose faster under natural conditions.

How can the “Three Sisters” Model be Applied to Modern Human Nutrition?

^{1,2}*Nadiia Adamchuk-Chala, ²Yelyzaveta Chala*

¹ Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

² McGill University

E-mail: asyaindahouse@gmail.com

Introduction

The “Three Sisters” cropping model, an ancient polyculture of corn (*Zea mays*), beans (*Phaseolus vulgaris*), and squash (*Cucurbita pepo*), has served as a foundational agricultural system among Indigenous communities in North America. Rooted in the traditional knowledge of the Haudenosaunee (Iroquois), this system is not only agronomically efficient but also nutritionally balanced and culturally significant. This study examines how the Three Sisters model can be integrated into modern human nutrition to promote sustainable agriculture and food security.

Main material

The research employed a systematic literature review using databases such as PubMed, Scopus, and Web of Science. A total of over 65 articles were screened, with 16 meeting the inclusion criteria according to the PRISMA methodology. Keywords included “Three Sisters,” “intercropping,” “nutritional impact,” “agroecology,” and “liquid chromatography.” The central research question focused on how integrating the Three Sisters crops into modern diets and farming systems compares to traditional monocultures in terms of nutrition, yield, and ecological sustainability.

Results indicate that intercropping using the Three Sisters model improves land-use efficiency, with land equivalent ratios (LER) ranging from 1.32 to 1.71. This reflects higher productivity per unit area compared to monocultures. Moreover, this system enhances nitrogen use efficiency, reduces dependency on synthetic fertilizers, and promotes ecological balance. In the Western Highlands of Guatemala, local adaptations of this model (milpa systems) showed significantly improved Potential Nutrient Adequacy (PNA) scores and better resilience to climate variability.

The Three Sisters combination provides a more complete and balanced diet. Corn, when processed through nixtamalization, offers improved bioavailability

of calcium, niacin, and protein. Beans and squash seeds complement corn with essential amino acids, contributing to a diet that is high in energy and protein per 134 hectare. Analytical tools such as HPLC and LC-MS confirmed high concentrations of antioxidants and amino acids in these crops, even after simulated digestion.

Beyond nutritional benefits, the polyculture also enhances natural pest resistance. Studies showed increases in maize leaf compounds like benzoxazinoids and jasmonates, which deter pests such as the fall armyworm. This reduces reliance on chemical pesticides and supports sustainable agricultural practices.

Despite its benefits, the model faces challenges including limited access to land, cultural adaptation barriers, and gaps in data, particularly concerning squash's nutritional composition. However, the system promotes food sovereignty, strengthens cultural ties, and aligns with the principles of sustainable development, making it highly relevant for smallholder and organic farming communities globally.

Conclusions

In conclusion, the Three Sisters intercropping model offers significant potential for modern agriculture. It is a time-tested, nutritionally complete, and ecologically sound practice that addresses current concerns related to biodiversity loss, food insecurity, and soil degradation. Its revival could serve as a valuable tool in creating resilient, equitable, and health-promoting food systems.

Наукове видання

**ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА
РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ
ТРАДИЦІЙНИХ І АЛЬТЕРНАТИВНИХ
ПАЛИВНОМАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ
(Проблеми хіммотології)**

X Міжнародна науково-технічна конференція

Збірник матеріалів

Головний редактор – Сергій Бойченко

Відповідальний за видання – Анна Яковлєва

Маркетингова робота – Анна Яковлєва, Ірина Шкільнюк, Марія Бойченко

Дизайн обкладинки книги – Роман Яковлев

Збірник тез X Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія і практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів» об'єднує результати фундаментальних і прикладних досліджень у сфері енергетики, транспорту та екології. Представлено новітні розробки щодо підвищення ефективності використання традиційних палив, розвитку водневої енергетики, біопалив та синтетичних енергоносіїв. Значна увага приділяється питанням енергетичної безпеки, екологічної стійкості та впровадженню інноваційних технологій у промисловості та транспорті. Представлені праці охоплюють теоретичні та практичні результати досліджень, що мають вагоме значення для декарбонізації та сталого розвитку енергетичного сектору. Видання призначено для науковців, інженерів, представників промисловості та студентів, які цікавляться сучасними тенденціями розвитку енергетики та транспортних технологій.

Матеріали, подані авторами (співавторами), публікуються в редакції авторів.

За достовірність фактів, цитат, власних імен та інших відомостей

відповідають автори