

The Conference is dedicated to the  
125th Anniversary of the  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

# **THEORY AND PRACTICE OF RATIONAL USE OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE FUELS & LUBRICANTS**

IX International  
Scientific-Technical Conference

## **Book of Abstracts**

Kyiv – Warsaw, 2023

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

The Conference is dedicated to the  
**125<sup>th</sup> Anniversary** of the  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**THEORY AND PRACTICE OF RATIONAL USE  
OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE FUELS  
AND LUBRICANTS**

IX International Scientific-Technical Conference

Book of Abstracts

Kyiv - Warsaw, 2023

UDC: 665.6/.7:662.7:656.13:656.7:502/504:62-61:629.7

*Approved by*  
*Academic Council of the Educational and Scientific Institute*  
*of Energy Saving and Energy Management*  
*(Minutes No 13 of 19 June 2023)*

**Theory and Practice of Rational Use of Traditional and Alternative Fuels and Lubricants. IX International Scientific-Technical Conference, Kyiv, 03–07 July, 2023: Book of Abstracts / under the general editorship of prof. Sergii Boichenko. – K.: Center for Education Literature, 2023. – 130 p.**

# Contents

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| <b>Chapter I</b>  | <b>Sustainable Aviation Fuels.....</b>  | <b>10</b> |
|                   | <b>Міжнародні вимоги та сучасний стан забезпечення якості традиційних і альтернативних моторних палив.....</b>      | <b>11</b> |
|                   | Олена Сібілева, Софія Докшина, Петро Топільницький  |           |
|                   | <b>Проблеми правового забезпечення виробництва та використання традиційних і альтернативних моторних палив.....</b> | <b>14</b> |
|                   | Віталій Горічко   |           |
|                   | <b>Crop Biomass, Biostimulants and Greenhouse Gas Management...16</b>   |           |
|                   | Donald L. Smith   |           |
| <b>Chapter II</b> | <b>Chemical, Biotechnology and Engineering.....</b>   | <b>18</b> |
|                   | <b>Нафтові бітуми з української сировини: проблеми та шляхи їх вирішення .....</b>                                  | <b>19</b> |
|                   | Олег Гринишин, Юрій Хлібишин  |           |
|                   | <b>Вплив тривалості модифікування дорожнього бітуму монопероксидною похідною епоксидної смоли Ед-24.....</b>        | <b>21</b> |
|                   | Ольга Поляк, Володимир Гунька, Юрій Демчук, Михайло Братичак  |           |

|  |    |
|--|----|
| <b>Application of Natural Clinoptilolite for Cleaning the Soil from Oil</b> .....  | 23 |
| Stanislav Hrynyshyn, Zenovii Znak  |    |
| <b>Fatty Acid Ethyl Esters as Domestic Ukrainian Biodiesel. Are There Any Perspectives?</b> .....  | 25 |
| Serhii Konovalov, Stepan Zubenko, Lyubov Patrylak, Vitalii Yevdokymenko, Dmytro Kamenskyh, Yevhen Polunkin, Anjela Yakovenko, David Davitadze, Anton Levterov      |    |
| <b>Випробування кумарон-інден-карбазольної смоли як модифікатора дорожніх нафтових бітумів</b> .....   | 27 |
| Юрій Присяжний, Гурі Ісайя Борбейонг, Сергій Пиш'єв  |    |
| <b>Formation of Trace Elements During High-Temperature Coal Gasification</b> .....   | 29 |
| Valeriia Pinchuk, Olena Tutova, Andrey Kuzmin  |    |
| <b>Prospects for Obtaining a Component of Automobile Gasoline from Secondary Polymer Raw Materials</b> .....   | 31 |
| Andrii Grigorov  |    |
| <b>Підбір деемульгаторів для зневоднення нафти бугруватівського родовища</b> .....   | 33 |
| Петро Топільницький, Тетяна Ярмола, Вікторія Романчук  |    |
| <b>Розроблення та дослідження нових пластичних мастил на основі вторинної сировини</b> .....   | 35 |
| Ольга Гордієнко, Анатолій Ранський, Богдан Коріненко, Ольга Сандул   |    |
| <b>Geological Conditions of Formation and Implementation of Alternative Ecological and Energy Sources of Fuels and Lubricants (Peat, Oil Shale, Lignite)</b> ..... | 37 |
| Ihor Bagriy, Oleksandr Riepkin, Iaroslav Kryl, Kateryna Yaroshovets-Baranova   |    |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>SWOT Аналіз Сучасних GTL Технологій.....</b>   | <b>39</b> |
| Вікторія Рібун, Сергій Бойченко   |           |
| <b>Вивчення впливу термоеластопласта та пластифікатора на бітуми, модифіковані побічними продуктами переробки вугілля.....</b>  | <b>41</b> |
| Мирослава Донченко, Юрій Демчук, Олег Гринишин, Сергій Пиш'єв   |           |
| <b>Нові методи регенерації відпрацьованих напівсинтетичних моторних олів.....</b>   | <b>43</b> |
| Роман Прокоп, Тарас Червінський, Олег Гринишин, Анастасія Пришляк   |           |
| <b>Нафтові шлами – сировина для одержання моторних палив.....</b>   | <b>45</b> |
| Юрій Знак, Олег Гринишин, Тарас Червінський   |           |
| <b>Методи запобігання сірководню та меркаптанам, захист від корозії та солевідкладень нафтогазопромислового обладнання.....</b> | <b>47</b> |
| Олександр Давиденко   |           |
| <b>Chapter III Chemmotological Reliability and Technologies of Alternative Energy in Power and Transport.....</b>               | <b>49</b> |
| <b>Supplementary Methods of Rescue in The High Mountain Environment.....</b>  | <b>50</b> |
| Natália Geceková, Marek Češkovič, Pavol Kurdel  |           |
| <b>Obtaining Carbon Materials from Renewable Raw Materials.....</b>   | <b>52</b> |
| Michael Chemerinskyi, Sergii Sirovii  |           |
| <b>Improving the Performance Properties of Coal Electrode Pitch.....</b>  | <b>53</b> |
| Eugene Malyi, Michael Chemerinskyi  |           |

- Device for Cleaning Pipes From Resin and Paraffin Deposits**.....54  
Volodymyr Dubovyk, Viktor Gorodetskyi, Alla Bosak, Yevheniia Bushtruk
- Вплив енергії рівномірного імпульсного магнітного поля на розподіл матеріалів у зоні тертя**.....57  
Михайло Свирид, Ігор Трофімов
- Methodology for Improving the Energy Efficiency of Vehicular Propulsion Systems in Operational Modes**.....59  
Mykola Tsiuman
- Choosing a Method for Evaluating the Energy Efficiency of Vehicles With Alternative Power Plants**.....61  
Natalia Kostian, Vasyl Mateichyk
- Determination of Basic Power Parameters of Devices for Cleaning of Pipelines with Roller Drive**.....63  
Stefan Zaichenko, Derevianko Denys
- The Improvement of Fuel Efficiency and environmental characteristics of Diesel Engine by Using Biodiesel Fuels**.....65  
Maksym Pavlovskyi
- The Study of Intermolecular Interactions in Bio-jet Fuel and Substantiation of its Influence on Fuel Properties**.....67  
Anna Yakovlieva, Sergii Boichenko, Peter Korba, Pavol Kurdel
- Insulated Gate Bipolar Transistor Substitution Scheme Overview**.....69  
Daniil Muhenov, Litvinov Volodymyr, Kuz Yevhenii

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Chaper IV Energy Safety, Environmental Safety and Development of Ecologistics, Systems of Utilization and Disposal of Transport and Energy Materials .....</b> | <b>72</b> |
| <b>Studies on the Adsorption of Petroleum Products.....</b>   | <b>73</b> |
| Vira Sabadash   |           |
| <b>A Model of an Ecologically Balanced System of Utilization and Processing of Energy Materials.....</b>  | <b>75</b> |
| Oleksandr Novoseltsev, Tatyana Eutukhova, Leonora Chupryna  |           |
| <b>Prospects for the Use of Hydrogen as a Fuel for Green Aircraft.....</b>  | <b>77</b> |
| Kateryna Balalaieva, Mykhailo Mitrakhovych, Igor Kravchenko, Sergiy Dmytriyev   |           |
| <b>Methodological Approaches for Forecasting the Structure of Consumption of Fuel and Energy Resources in Heat Supply....</b>                                     | <b>79</b> |
| Oleksandr Teslenko, Volodymyr Derii, Vitaly Makarov, Iryna Leshchenko   |           |
| <b>Шумові сигнали в задачах моніторингу та ідентифікації стану об'єктів електроенергетики в режимі експлуатації .....</b>   | <b>81</b> |
| Світлана Ковтун, Юрій Куц, Олександр Пономаренко, Леонід Щербак   |           |
| <b>Experience in the implementation of hydrogen energy projects in Germany (for example, the H2BAR project, Brandenburg).....</b>                                 | <b>83</b> |
| Viktoriia Khrutba, Petro Mateichyk  |           |
| <b>The Influence of Vegetable Origin Surfactants on the Process of Asphaltenes Flocculation.....</b>  | <b>85</b> |
| Kostiantyn Zamikula, Olena Tertyshna, Oleg Tertyshnyi, Kostiantyn Sukhyi  |           |



- Research of the Influence of External Factors on the Iron Content in Industrial and Drinking Water**.....87  
Yevgen Zbykovskyy, Iryna Shvets
- Review of Trends in Aviation Fuel Research in the Context of Sustainability**.....89  
Kateryna Ulianova, Kateryna Synylo
- Increasing the Level of Environmental Safety Against Emissions Originating from Energy Enterprises Released into the Surrounding Environment**.....92  
Leonid Plyacuk, Ivan Kozii
- Implementation of sustainable development principles, formation of environmentally friendly land use, transportation**.....94  
Iryna Novakovska, Nataliia Bavrovska, Olha Tykhenko
- Novel Aircraft Emission and Fuel Burn Assessment Scenarios at Aircraft, Airport and Fleet Levels**.....98  
Kateryna Synylo, Oleksandr Zaporozhets, Andrii Krupko, Kateryna Kazhan, Vitalii Makarenko, Vadym Tokarev, Sergii Karpenko
- New Supersonic Aircraft Emission and Air Pollution Assessment at Airport Operational Scenario**.....101  
Kateryna Synylo, Oleksandr Zaporozhets, Andrii Krupko
- The basic scenario for aviation noise assessment of new low/zero-emission aircraft at the airport level**.....104  
Oleksandr Zaporozhets, Kateryna Kazhan, Vitalii Makarenko, Vadym Tokarev, Andzej Chyla, Michal Bukala
- The Use of Biocomponents and Additives to improve the Quality and Safety of Diesel Fuels** .....109  
Maria Michela Dell’Anna, Valentyna Tkachuk, Oxana Rechun, <sup>2</sup>Galina Golodyuk

|   |            |
|---|------------|
| <b>Chapter V Young Scientists Chapter «Modern energy technologies in power and transport».....</b>  | <b>111</b> |
| <b>Influence of Raw Materials of FAME on the Degree of Swelling of Elastomers.....</b>  | <b>112</b> |
| Olena Shevchenko, Daryna Popytailenko   |            |
| <b>Нові Види Відновлюваної Сировини для Виробництва Авіаційних Біопалив в Україні.....</b>  | <b>114</b> |
| Василь Бошков, Максим Московчук, Катерина Слесаренко  |            |
| <b>Modeling of the Thermal Operating Mode of the Methane Tank Utilizing Chicken Droppings to Obtain Biogas.....</b>   | <b>116</b> |
| Viktoriia Dubrovska, Viktor Shklyar, Denys Marushchak   |            |
| <b>The Influence of Self-Organization Processes During Friction and Wear on the Reliability of the Tribosystem.....</b>   | <b>118</b> |
| Olha Ilina, Oksana Mikosianchyk   |            |
| <b>Переробка Гумових Відходів Низькотемпературним Піролізом.....</b>  | <b>120</b> |
| Ксенія Гринишин, Володимир Скорохода, Тарас Червінський   |            |
| <b>Продукти хімічної модифікації високоолеїнової відпрацьованої фритюрної олії соняшника в ролі паливних додатків.....</b>  | <b>122</b> |
| Давід Давітадзе, Сергій Коновалов, Степан Зубенко, Володимир Пилявський, Анжела Яковенко  |            |
| <b>Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell: A Brief Review.....</b>  | <b>124</b> |
| Korovushkin Vitalii, Boichenko Sergii   |            |
| <b>Models and Methods of Energy Efficiency Monitoring of the Regions of Ukraine.....</b>  | <b>126</b> |
| Sofiiia Dokshyna, Viktor Rozen  |            |
| <b>Features of the Application of Ethanol Protection of the Tool Against the Sticking of the Material of the Soft Layer During the Mechanical Processing of Bimetallic Soldered Blanks.....</b> | <b>128</b> |
| Vitalii Nesin, Serhii Lakhtadyr   |            |

## **Chapter I.**

# **Sustainable Aviation Fuels**

# Міжнародні Вимоги та Сучасний Стан Забезпечення Якості Традиційних та Альтернативних Моторних Палив

<sup>1</sup>Олена Сібілева, <sup>2</sup>Софія Докшина, <sup>3</sup>Петро Топільницький

<sup>1</sup> Державна екологічна інспекція України

<sup>2</sup>Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського

<sup>3</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: <sup>1</sup> [9217132@gmail.com](mailto:9217132@gmail.com)

## Вступ

Зважаючи на виклики сучасності, на шляху відновлення та сталого розвитку країни, забезпечення захисту прав та інтересів споживачів, безпеки довкілля, національної безпеки держави, ключові питання Європейської інтеграції, імплементації технічних рішень, регламентів та директив Європейського Союзу є актуальним завданням сьогодення для нашої країни.

## Основний матеріал

Програма діяльності Кабінету Міністрів України, що затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 12.06.2020 № 471 має актуальні цілі, які містять започаткування нових форм співробітництва з країнами ЄС, оновлення Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (далі – Угода про асоціацію), укладення Угоди про оцінку відповідності та прийнятності промислових товарів, імплементації міжнародних актів.

Так, на виконання статті 56 Угоди про асоціацію, з метою гарантування вільного руху продуктів у країні ЄС, перед Україною одним із етапів є зобов'язання з гармонізації законодавства ЄС, серед яких є Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 2019/1020 від 20.06.2019. Зокрема, положення Регламенту № 1020 передбачає гармонізацію 70 міжнародних актів ЄС, серед яких є Директива Європейського Парламенту і Ради 98/70/ЄС від

13.10.1998, Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 715/2007 від 20 червня 2007, ін.

Система контролю за якістю палив у країнах Європейського Співтовариства (далі – країни ЄС) базується на європейських стандартах, серед яких EN 14274:2003 та EN 14275:2003. Відповідно до стандарту EN 14274:2003, для цілей відбору проб, країна має розглядатися як один регіон; країнами ЄС формується перелік місць для відбору зразків, який має оновлюватися щороку. Такий перелік має містити інформацію про регіон у якому розміщений об'єкт та поділятися на об'єкти зважаючи на їх обіг. Кожна країна ЄС має свою специфіку та елементи, які відрізняють її від інших країн ЄС (правової основи, залучені установи до організації системи), разом з тим, кожна держава зобов'язана дотримуватися вимог Директиви 98, Директиви 2009/30/ЄС, стандарту EN 14274:2003, у тому числі зобов'язань щодо щорічного звітування до Ради Міністрів (до 31 липня) щодо якості рідкого палива, якості скрапленого нафтового газу (LPG) та стисненого природного газу (CNG), а також до Європейської комісії (до 31 серпня) про якість пального, що продається на її території, організації системи контролю за якістю пального, зважаючи на принципи ЄС, та здійснення відповідного аналізу.

В Україні контроль за якістю рідких палив здійснюється відповідно до Технічного регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив, та у порядку, що передбачено Законом України «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції» (далі – Закон). Зокрема, перевірка характеристик продукції здійснюється згідно з секторального плану, планово та позапланово у розповсюджувачів продукції на АЗС (АГЗС), у виробників (позапланово) по ланцюгу постачання за результатами перевірки у розповсюджувача та документально підтверджених фактів вважати, що продукція є небезпечною, тощо.

Також, урахувавши те, що відповідно до Закону, суб'єкти господарювання зобов'язані надавати на запит органів ринкового нагляду лише документацію щодо суб'єкта господарювання, який поставив їм продукцію або якому вони поставили продукцію, і такий суб'єкт не несе відповідальності за недотримання вимог Технічного регламенту, з метою встановлення особи, яка ввела продукцію в обіг (в перший раз), посадові особи мають провести перевірки по ланцюгу постачання. Таким чином, урахувавши сучасний ланцюг, коло суб'єктів господарювання у сфері оптової та роздрібної торгівлі паливом *(на початок 2022 року на території України видано 51042 ліцензій суб'єктам господарювання, що здійснюють обіг пального)* своєчасно встановити (або загалом встановити) та притягнути до відповідальності за порушення Технічного регламенту не є можливим. Зокрема, статтею 44 Закону, штрафна санкція може становити для виробників від 102 000 до 170 000 грн, для розповсюджувачів – від 68000 до 119000 грн та застосовується у разі введення в

обіг продукції яка становить ризик, або не відповідає вимогам, та у разі невиконання рішення про вжиття обмежувальних (корегувальних) заходів.

Вимоги країн Європейського Співтовариства є чіткими, економічно жорстокими та вибагливими, стосуються кола ланок підприємницької діяльності у сфері виробництва, розповсюдження, зберігання, використання пального, та направлено переважно на контрольований уміст етанолу, сірки, зокрема, скорочення викидів та запобіганню забрудненню повітря, вжиття заходів з введенням визначеної та обов'язкової частки альтернативних видів палив, превентивних заходів із запобігання введення в обіг споживача.

### **Висновки**

Враховуючи наведене, на шляху дотримання вимог Угоди про асоціацію, створення умов прийнятності рідких палив під час створення зони вільної торгівлі, в Україні необхідно: 1. на підставі вимог Директиви 98, Директиви 2009/30/ЄС, Директиви 2003/17/ЄС, стандартів EN 14274:2003, EN 14275:2003 внутрішніх регламентів CEN/CENELEC, європейських специфікацій EN 228 та EN 590 розробити законодавчі акти, програму, стратегію, технічні специфікації щодо контролю та моніторингу за якістю палив; 2. вжити заходів щодо комплексної перебудови системи організації державного контролю (нагляду), визначення граничних значень для кожної області щодо контролю, проведення експертизи, систематичного моніторингу та відповідного звітування; 3. з метою упровадження альтернативних видів палива, виробництва біоетанолу, розробити на державному рівні програму, у т. ч. програму державної підтримки для суб'єктів господарювання, щодо виділення земельних площ для вирощування певних видів рослинних культур, закупівлі обладнання, тощо, а також затвердження вимог до палив альтернативних, якісних показників залежно від виду походження альтернативного палива; 4. заборони на території України введення добавок, присадок, спиртовмісних сполук розповсюджувачами оптової та роздрібної торгівлі паливом; 5. заборонити введення палив за екологічним класом Євро3, Євро4, та вжиття дій щодо введення в обіг лише палива екологічного класу Євро 5 та Євро 6. Упровадження спеціального законодавства, стратегій, комплексних програм має бути направлено на посилення контролю державних органів влади та передбачати увесь можливий ланцюг постачання, обігу, транспортування, зберігання, а також урахувати потреби споживача.

Запровадження дієвої системи контролю та моніторингу буде сприяти скороченню викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, охорони здоров'я громадян, безпеки довкілля, національної безпеки держави, а також належну комунікацію серед усіх зацікавлених сторін, довіри громадян до дій влади.

## **Проблеми Правового Забезпечення Виробництва та Використання Традиційних і Альтернативних Моторних Палив**

### **Віталій Горічко**

Всеукраїнська Асоціація працівників і ветеранів нафтопереробної та нафтохімічної промисловості

E-mail: [horichko.v@gmail.com](mailto:horichko.v@gmail.com)

Палива моторні, які на сьогодні надаються на ринку, відповідають Технічному регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив. У автомобільному бензині допускається певний вміст біокомпонентів з обмеженнями щодо сумарного вмісту оксигенатів, зокрема біоетанолу, який не повинен перевищувати ту кількість, яка створює в паливі масову концентрацію кисню, що не перевищує 3,7%. Водночас на ринку наявні палива для бензинових двигунів, які не вкладаються у таку норму. Незважаючи на наявність національного стандарту ДСТУ 8696:2016 Паливо альтернативне для бензинових двигунів. Технічні умови, дотримання його вимог, згідно чинного законодавства, є не обов'язковим, і, відповідно, створюється можливість появи на ринку контрафактної продукції, яка може завдати шкоду довкіллю і власникам транспортних засобів. Лише у разі прийняття Технічного регламенту щодо вимог до палив моторних альтернативних дотримання вимог національного стандарту стане обов'язковим. В основу розроблення проєкту такого Технічного регламенту, окрім ДСТУ 8696:2016, також має бути закладено і ДСТУ 8695:2016 Паливо альтернативне для дизельних двигунів. Технічні умови. Водночас, Кабінетом міністрів буде визначено орган державного ринкового нагляду за видом продукції «паливо моторне альтернативне».

Палива моторні альтернативні, незважаючи на наявність національних стандартів, якими встановлені технічні вимоги до них, не є класифікованими за кодами УКТЗЕД в залежності від їх складу, що не сприяє виробництву і використанню таких палив, а також їх адмініструванню при наданні на ринку, оскільки здійснення операцій з ними вимагатиме попереднього їх ліцензування та вони підлягатимуть акцизному оподаткуванню (за встановленими кодами УКТЗЕД).

У разі затвердження Технічного регламенту щодо вимог до палив моторних альтернативних виникне логічна підстава для внесення змін до групи 27 і групи 38 Митного тарифу. Чинна редакція назв товарних категорій для легких дистилатів групи 27 Митного тарифу впроваджена на початку двотисячних років і є застарілою та не відповідає сучасному стану ринку.

Пропонується внесення до Митного тарифу деталізовані коди УКТЗЕД на палива моторні альтернативні відповідно до їх класифікацій, поданих в національних стандартах. Зокрема, палива альтернативні для бензинових двигунів згідно ДСТУ 8696:2016, у яких об'ємна частка одноатомних спиртів (етилового та спиртів С3 і вище) від 10 % до 50 % (4 типи палива Е20, Е30, Е40 і Е50 з кроком 10 %.), Е20 та Е30 внести до групи 27 Митного тарифу, а Е40 та Е50 – до групи 38. Палива альтернативні для дизельних двигунів згідно ДСТУ 8695:2016, у яких об'ємна частка метилових та/або етилових естерів жирних кислот не перевищує 30% (3 типи палива: В10, В20, і В30), віднести до групи 27.

Окрім внесення змін стосовно кодування палив моторних альтернативних з відповідними відсотковим кроком щодо вмісту біокомпонентів, пропонуються також зміни назв митних категорій. Зокрема, слід встановити такі назви для палив, призначених для бензинових двигунів: «із вмістом біокомпонентів за умови, що загальний вміст кисню не перевищує 3,7 мас. %» (стосується бензинів, вимоги щодо яких врегульовуються чинним Технічним регламентом), «із вмістом біокомпонентів за умови, що загальний вміст кисню перевищує 3,7 мас. %» (стосується бензинів, вимоги щодо яких мають врегульовуватися Технічним регламентом щодо вимог до палив моторних альтернативних, який слід розробити і затвердити).

Розроблений проєкт змін до груп 27 і 38 Митного тарифу і коментарі до них, які представлені в порівняльній таблиці.

Національним стандартом ДСТУ 8696:2016 Паливо альтернативне для бензинових двигунів. Технічні умови встановлено вимоги на паливо, у якому об'ємна частка біокомпонентів не більше ніж 50 %. Поза нормативним забезпеченням залишаються палива для бензинових двигунів з об'ємною часткою біокомпонентів, зокрема біоетанолу, більшою ніж 50 %. Такі палива використовуються, зокрема Е85, Е100. На етанольних паливах працюють тільки автомобілі з багатопаливним двигуном («Flex-Fuel»). З кожним роком транспортних засобів з такими двигунами суттєво збільшуватиметься, і в такому разі слід розробити національний стандарт на такі палива. Найдоцільніше прийняти як національний стандарт EN 15293 «Automotive fuels - Automotive ethanol (E85) - Requirements and test methods». У разі його прийняття необхідне внесення відповідних змін до Технічного регламенту щодо вимог до палив моторних альтернативних та Митного тарифу.



## Crop Biomass, Biostimulants and Greenhouse Gas Management

**Donald L. Smith**

McGill University

e-mail: [Donald.Smith@McGill.Ca](mailto:Donald.Smith@McGill.Ca)

All plants growing under natural conditions are associated with a coordinated group of microbes that, in most cases, provide or have the potential to provide, a range of beneficial services to the plant. The set of microbes (the phytomicrobiome) plus the plant constitute the holobiont; the holobiont is the entity upon which evolution acts and which produces plant biomass and crop yield. Plants and members of their associated phytomicrobiome often interact through exchange of signal compounds, a situation that was first clarified in the context of the legume nitrogen fixing symbiosis. We have demonstrated direct effects of a number of microbe to plant signals on plant growth, increasing overall biomass production and, in the case of food crops, both crop-residue biomass and food.

Crop-residue biomass can be utilized to reduce greenhouse gases through two mechanisms. The residue biomass can be incorporated into soils, so that its carbon is sequestered from the atmosphere into soil, and also so that it increases soil organic matter levels, making the resulting soils better at retaining nutrients and water, which encourages higher levels of plant growth. The residue biomass can also be used for production of biofuels. In the case of food crops it is best not to take more than about one third of the residue biomass in any given year, or to remove all of it every third year, to avoid reducing soil organic matter. When residue biomass is used to replace fossil fuels in the production of energy, the CO<sub>2</sub> released into the atmosphere during combustion is CO<sub>2</sub> which was removed from the atmosphere, by photosynthesis, only a year or two before, so that it is tightly cycled. This replaces CO<sub>2</sub> released from fossil fuels, which is not recycled, but rather is cumulatively added to the atmosphere after having been out of the atmospheric system for millions of years.

We have been able to show enhanced production of food and biomass crops due to application of plant growth promoting rhizobacteria (phytomicrobiome members) and microbe-to plant signals produced by some of them. We have identified a set of these microbe-to-plant signals that improve plant/crop

productivity, in part through increased photosynthetic rates, and often more so when the crop is subjected to abiotic stresses, including those generally associated with climate change (drought, high temperature, salinity). These signals are effective at very low concentrations and are sometimes referred to as “hormones of the holobiont”. In addition, they are already present in the environment as microbe-to-plant signals, so are potentially environmentally sound and sustainable as novel crop production inputs. We have also been able to show that specific conditions can enhance production of at least some of these signals, making it easier to produce them.

As the increased crop growth is generally related to greater photosynthetic rates, more CO<sub>2</sub> is removed from the atmosphere when a crop is produced with these inputs, resulting in a meaningful reduction in overall greenhouse gas levels in the atmosphere. Because agriculture covers a large area of the global terrestrial area the effects can be large. These inputs also serve to make crop production systems more climate change resilient and thus better able to survive conditions likely to become more prevalent during the coming decades.

There is still a very great deal to learn about interactions among members of the phytomicrobiome and the associated plants; however, what we currently know suggests that there is considerable potential here for new and sustainable technologies that will help crops deal with climate change conditions and will help us manage greenhouse gas levels, to mitigate the degree to which climate change conditions develop.

## **Chapter II.**

# **Chemical, Biotechnology and Engineering**

# Нафтові Бітуми з Української Сировини: Проблеми та Шляхи їх Вирішення

Олег Гринишин, Юрій Хлібишин

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: [ogrynyshyn@ukr.net](mailto:ogrynyshyn@ukr.net)

## Вступ

В Україні питання підвищення якості бітумів має особливе значення, оскільки вітчизняне виробництво не забезпечує відповідність їхніх властивостей світовим стандартам. Зокрема, бітуми характеризуються недостатньою когезійною міцністю і адгезією та низьким резервом старіння. Це пояснюється тим, що для їхнього виробництва в Україні, зазвичай, використовують малосмолисті парафіністи або навіть високопарафіністи нафти. У світовій практиці для покращення експлуатаційних властивостей нафтових бітумів використовують різноманітні модифікатори. Тому важливо було встановити ефективність таких модифікаторів у бітумах, одержаних з залишків переробки нафт українських родовищ.

## Основна частина

Вивчено основні закономірності процесів, що спричиняють зміну групового складу парафіністого залишку (окиснення, деасфальтизація та вісбрекінг). Встановлено, що внаслідок окиснення залишку вісбрекінгу penetрація бітуму зменшується в 3 рази, температура розм'якшення підвищується на 10 °С порівняно з окисненим бітумом, одержаним з парафіністого гудрону.

Вивчено процес окиснення нафтових гудронів в присутності різних типів нафтополімерних смол (НПС) та важкої смоли піролізу і встановлено, що нафтополімерні смоли інтенсифікують процес окиснення гудронів з утворенням як смол і асфальтенів, так і сполук з кисневмісними функційними групами. Введення 3-7 % мас. НПС до складу сировини для виробництва бітумів покращує їхні експлуатаційні характеристики, зокрема: на 5-13 °С підвищує температуру розм'якшення, на 12-29 м·10<sup>-4</sup> знижує penetрацію, підсилює адгезію та скорочує тривалість процесу окиснення в 1,5-2,0 рази.

Встановлено, що покращити експлуатаційні властивості бітумів можна введенням до окиснених бітумів НПС у кількості 3-7 % мас. Утворені при цьому суміші є гомогенними системами, що характеризуються на 2-8 °С вищою температурою розм'якшення, в 2-5 разів меншою пенетрацією та на 5-15 % кращими адгезійними характеристиками, ніж немодифікований бітум. У процесі компаундування відбувається хімічна взаємодія між функційними групами нафтополімерних смол та функційними групами окремих компонентів бітумів.

Встановлено можливість використання побічних продуктів та відходів нафтопереробки в процесах виробництва бітумів. Показано, що використання важкої смоли піролізу в кількості 5-10 % мас. в процесі сумісного окиснення з парафіністим гудроном підвищує дуктильність бітумів удвічі.

Встановлено, що для модифікування бітумів, отриманих з залишків переробки парафіністичних нафт, можна використовувати катіонні латекси. Показано, що модифікуванням бітуму БНД 60/90 латексом Butonal NS 198 у кількості 1-2 % мас. при 170 °С впродовж 2 год. можна одержати бітум марки БМПА 60/90-53, а додаванням 4 % мас. цього модифікатора – бітум БМПА 40/60-57.

Доведено ефективність використання гумової крихти, одержаної подрібненням зношених автомобільних шин, для модифікування бітумів, отриманих з залишків переробки парафіністичних нафт. Встановлено, що при модифікуванні дорожнього бітуму БНД 90/130 гумовою крихтою у кількості 5 % мас. за температури 160 °С впродовж 4 год. можна отримати модифікований бітум марки БМПА 90/130-50, а при додаванні 10 % мас. ГК і цих же умовах – модифікований бітум БМПА 60/90-53.

### **Висновки**

В результаті досліджень встановлено, що з залишків переробки українських нафт можна одержувати лише окремі марки бітумів. Для покращення якості та збільшення асортименту нафтових бітумів, одержаних з української сировини, необхідно використовувати модифікатори, які покращують експлуатаційні властивості бітумів. Ефективними модифікаторами нафтових бітумів є нафто полімерні смоли (особливо ті, що містять в своєму складі різноманітні функційні групи), важка смола піролізу, полімерні латекси, а також гумова крихта, одержана подрібненням зношених автомобільних шин.

# Вплив Тривалості Модифікування Дорожнього Бітуму Монопероксидною Похідною Епоксидної Смоли ЕД-24

Ольга Поляк, Володимир Гунька, Юрій Демчук, Михайло Братичак

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: [poliak.olha@gmail.com](mailto:poliak.olha@gmail.com)

## Вступ

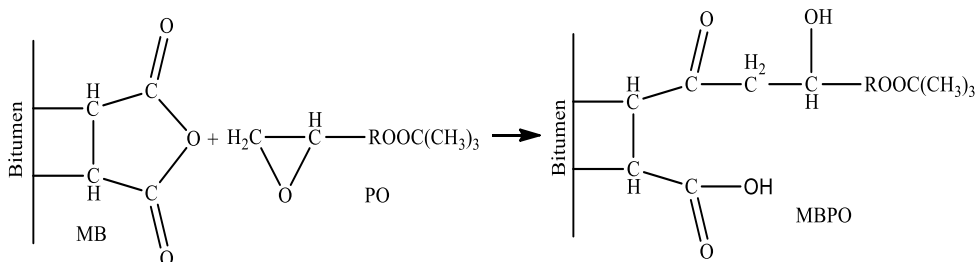
Як відомо, дорожні бітуми є одними з основних в'язучих матеріалів сучасної дорожньо-будівельної галузі. З часом, внаслідок зносу чи погодних умов, бітуми можуть втрачати свої властивості, що призводить до пошкодження дорожнього полотна. Тому, бітуми піддають модифікуванню, щоб покращити їх експлуатаційні властивості.

## Основний зміст

Модифікація бітуму має важливе значення для підвищення якості дорожнього покриття, зниження витрат на його експлуатацію та підтримку, збільшення терміну експлуатації доріг та зменшення впливу будівництва доріг на навколишнє середовище.

В даній роботі описано вплив тривалості модифікування бітуму монопероксидною похідною епоксидної смоли ЕД-24 (РО). Відбувалося хімічне модифікування в'язучого РО, яке містило у своїй структурі фрагменти малеїнового ангідриду (МВ).

Рівняння взаємодії МВ з РО матиме такий вигляд:



Досліджено вплив тривалості модифікування на penetрацію за 25 °С та температуру розм'якшення бітуму. МВ одержаний при вмісті МА 2 % мас. і за

170 °C та 1 год. Модифікування проводили за температури 130°C та кількості РО 2 % мас. на малеїнізований бітум, впродовж 1, 2, 4, 6 та 8 год.

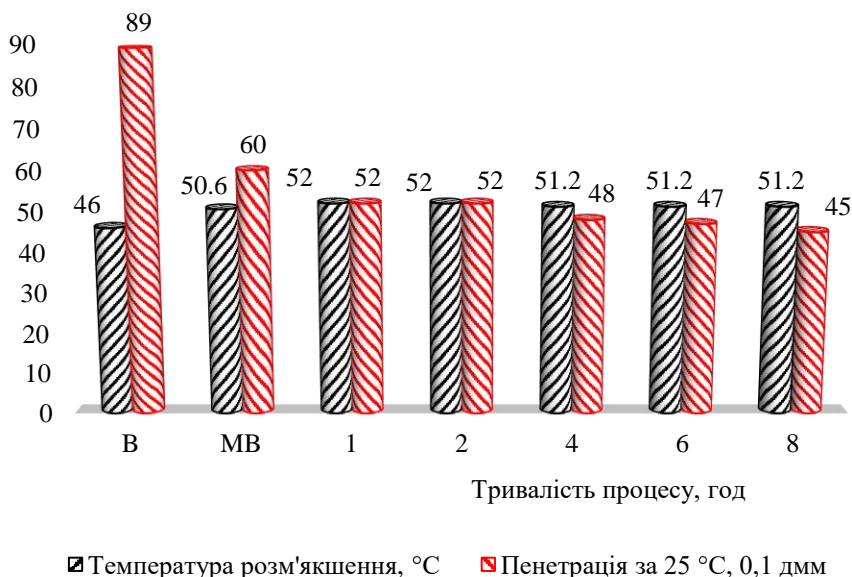


Рис. 1 Вплив тривалості модифікування на пенетрацію за 25 °C та температуру розм'якшення одержаних продуктів

На рис. 1 показано, що зі збільшенням тривалості модифікування температура розм'якшення зростає незначно, а пенетрація за 25 °C зменшується, у порівнянні з МВ. Враховуючи дані результати, можна зробити висновок, що даний модифікований бітум володіє більшою теплостійкістю, у порівнянні з немодифікованим. Найвище значення температури розм'якшення (52.0 °C) та оптимальне значення пенетрації (52 дмм) спостерігаємо за тривалості модифікування 1-2 год.

### Висновки

Досліджено вплив тривалості модифікування малеїнізованого бітуму монопероксидною похідною епоксидної смоли ЕД-24. Встановлено, що оптимальною тривалістю модифікування є 1-2 год. Одержані бітуми за такої тривалості модифікування мають кращу теплостійкість, яка дозволяє їх зберігати свої властивості при високих температурах експлуатації дорожнього покриття.

# Application of Natural Clinoptilolite for Cleaning the Soil from Oil

**Stanislav Hrynyshyn, Zenovii Znak**

Lviv Polytechnic National University

E-mail: <sup>1</sup> [stanislav.o.hrynyshyn@lpnu.ua](mailto:stanislav.o.hrynyshyn@lpnu.ua)

## **Introduction**

Oil spills of various scales mostly occur during its extraction and transportation, to a lesser extent during processing. This causes pollution of soils, roads and railways and very often, as a result, natural waters. Practically the only method of effective localization and liquidation of oil spills is the use of sorption processes. As sorbents, activated carbon, cotton, expanded polystyrene, products of processing of vegetable raw materials, for example, sunflower, are used. Oil spills of various scales occur. Therefore, the use of cheap natural materials, the significant resources of which are concentrated in Ukraine, is of great interest. Such materials include natural aluminosilicates, in particular, different types of clay and zeolites, including clinoptilolite. It is also known that various types of bacteria that contribute to the biodegradation of oil and oil products are easily immobilized on clinoptilolite. Therefore, it was important to establish the sorption properties of clinoptilolite with respect to oil.

## **Main material**

Different fractions of clinoptilolite (equivalent diameter of 0.175, 0.375, 0.750, 1.250 and 1.750 mm) and oil from the Boryslav field (Lviv region) were used in the research. In the research, the situation was modeled when, in order to eliminate oil spills, crushed zeolite is applied to a contaminated surface. Therefore, zeolite samples were placed in cylindrical cartridges – glass tubes that were immersed in oil. The height of the zeolite layer in the tube was about 150 mm, the depth of immersion in oil was  $15 \pm 1$  mm. The research was carried out at a temperature of  $25 \pm 1$  °C. The height and nature of the colored zeolite layer caused by the upward movement of oil through this layer, as well as the change in the mass of sorbed oil, which was used to calculate the dynamic capacity of clinoptilolite, were periodically recorded.

Oil sorption by clinoptilolite begins almost immediately after the cartridge is immersed in oil. At the same time, no monotonic dependence of the speed of



movement of the colored layer on the equivalent diameter of the clinoptilolite particles was found.

During oil absorption, the color intensity of different layers of clinoptilolite changes. If at the very beginning of the sorption process (1-2 hours) the colored layer was practically black, then a lighter layer appeared above the black layer as the total height of the colored layer increased. This was due to the fact that oil is multi-fraction. Sorption of the lighter fractions occurred faster due to their lower viscosity. It can be predicted that these lighter fractions served as a kind of solvent (eluent) for the heavier ones, which facilitated their movement through the clinoptilolite layer. The maximum speed of movement of the colored layer was recorded for the fraction with an average size of 0.175; 0.375 and 0.750 mm. At the same time, the light layer moved much faster than the dark (black) layer. For fractions with an equivalent diameter of 1,250 and 1,750 mm, no stratification of oil fractions was observed. This can be explained by the fact that with an increase in the diameter of the particles, the diffusion of lighter oil fractions into the internal volume of the particles took place. Heavier fractions probably do not diffuse into the particles. Therefore, lighter fractions do not play the role of a solvent for heavier ones.

The total mass of absorbed oil naturally depended on the equivalent diameter of clinoptilolite particles: the increase in the mass of absorbed oil is practically linear with the decrease of the equivalent diameter of particles. At the same time, the integral sorption capacity of clinoptilolite depended little on the equivalent diameter of clinoptilolite particles. Yes, it was in the range of 0.5...0.7 g/cm<sup>3</sup>; moreover, no clear dependence on the fractional composition of zeolite was found. This is probably due to the fact that the height of the colored zeolite layer (and, therefore, the mass of clinoptilolite that absorbed oil) is greater, the smaller the zeolite fraction.

It is shown that the preliminary thermal activation of natural clinoptilolite at a temperature of 100 °C does not contribute to an increase in its sorption capacity. Such somewhat unexpected results are probably due to the presence of small impurities of water in the oil, which contribute to its diffusion into the zeolite, which contains moisture. However, this effect requires further research.

### **Conclusions**

The high efficiency of natural clinoptilolite as a sorbent of oil, and therefore of oil products, has been established. Therefore, clinoptilolite of different fractions can be used for localization of oil spills on hard surfaces and for cleaning soils. Based on the results obtained, we can recommend the main ways to use natural clinoptilolite: dispersed - to eliminate fresh oil spills, while coarse - for old spills, in particular, to clean the rubble of the railway.

# Fatty acid ethyl esters as domestic Ukrainian biodiesel. Are there any perspectives?

<sup>1</sup>Serhii Konovalov, <sup>2</sup>Stepan Zubenko, <sup>3</sup>Lyuobov Patrylak, <sup>4</sup>Vitalii Yevdokymenko, <sup>5</sup>Dmytro Kamenskyh, Yevhen Polunkin, <sup>7</sup>Anjela Yakovenko, <sup>8</sup>David Davitadze, <sup>9</sup>Anton Levterov

<sup>1-8</sup>V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine

<sup>9</sup>A.M. Pydgorny Institute of Engineering Problems of the National Academy of Science of Ukraine,

E-mail: [konovalovserhiy@gmail.com](mailto:konovalovserhiy@gmail.com)

## Introduction

When saying biodiesel (BD) fatty acid methyl esters (FAME) are usually implies. Utilization of alcohols, another than methanol, is out of industrial scale, since methanol is the cheapest and possesses technological advantages comparing with alternatives, namely ethanol. Ukraine is probably single country in the world, having the separate standard (DSTU 7178) for fatty acid ethyl esters (FAEE) alongside with DSTU 6081 for FAME. But BD industry in Ukraine is practically absent today. The wideworld experience demonstrates, that it cannot be arose from nowhere without introduction of relevant state supporting policies. Current report aims to highlight the recent years developments in the Ukrainian biodiesel field, as well the results of related issues investigations, carried out in in V.P. Kukhar IBOPC of NASU.

## Main part

Ukrainian state policies in field of alternative transport fuels during last decade, and especially after 24.02.2022, clearly demonstrate, that BD issues are far away from actual agenda. This applies both FAME and other alternatives.

From technological point of view, traditional way of BD production via alkaline-catalyzed transesterification of vegetable oils is more complicated in case of FAEE. Existing complications of the process are overcome by using of potassium ethoxide as high-effective alkaline catalyst, producing in original patent-pending way, carrying out transesterification at chosen set of reaction conditions and vacuum distillation as the final purification step. This altogether allows to produce high-quality ethanol-based BD, meeting requirements of Ukrainian and international

normatives, from wide range of oil feedstock of various quality. Regarding the latter, rapeseed oil is among the most preferable options. On the other hand, wasted frying oils are superior from the sustainability point of view. But availability of such feedstock is quite limited, especially during large-scale war, and more complicated BD downstream processing may be needed. In practice, when some interest in the production of biodiesel arose, it is usually about the processing of sunflower oil, which most widely available local vegetable oil.

FAEE possess only some minor technical advantages (better low-temperature and anti-wear properties, slightly higher energy capacity) as BD comparing with FAME. Usually, the superiority of ethanol-based biodiesel is grounded from the prospects of sustainably and biorenewability. In our local context ethanol as reagent for BD production is especially attractive due to the existing of both the large-scale industrial facilities and high availability of agricultural feedstock supplies. But in practice ethanol-based biodiesel, as well as traditional FAME, cannot compete with fossil diesel in economical terms.

As for the engine performance of BD (both FAEE and FAME), it is slightly inferior to the traditional diesel fuel due to around 10 % Oxygen content in BD. As usually, best engines performance and lowest harmful engine emissions are mutually excluded things. Some negative effects of BD for engine performance may be noticeable with a large fraction of BD in the fuel mixtures.

When utilizing 7-30 % vol. BD blends (according to DSTU 8695), such effects is quite limited.

### **Conclusions**

Overall perspectives of ethyl esters production and utilization as fully domestics Ukrainian biodiesel are first of all limited by lack of relevant state policies, like the requiriments for mandatory BD blendind with diesel, while technical obstacles of FAEE production can be overcome.

## Випробування кумарон-інден-карбазольної смоли як модифікатора дорожніх нафтових бітумів

Юрій Присяжний, Гурі Ісайя Борбейонг, Сергій Пиш'єв

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: [yurii.v.prysiashnyi@lpnu.ua](mailto:yurii.v.prysiashnyi@lpnu.ua),

### Вступ

Для покращення адгезійних властивостей кумарон-інденової смоли як модифікатора дорожніх нафтових бітумів в його структуру на стадії синтезу було введено карбазол. Для цього карбкатіонною коолігомеризацією з вузької кумарон-інденової фракції (межі википання – 140-190 °С) за присутності карбазолу та каталізатора  $TiCl_4$  було отримано кумарон-інден-карбазольну смолу (КІКС). Модифіковані нею дорожні нафтові бітуми володіли значно кращими адгезійними властивостями, зокрема, зчепленням з поверхнею скла і кам'яного матеріалу (щебеню).

### Основний зміст

Наступним етапом досліджень було одержання та випробування асфальтобетонної суміші і відповідно кінцевого покриття – асфальтобетону, отриманих на основі бітуму, модифікованого КІКС. Для цього використовували дорожній нафтовий бітум марки БНД 70/100, звичайний і модифікований 1,0 % мас. кумарон-інден-карбазольної смоли.

Склад асфальтобетонної суміші наведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Склад асфальтобетонної суміші

| Матеріал            | Вміст матеріалу в асфальтобетоні, % мас. |
|---------------------|--|
| Щебінь фр. 15-20 мм | 5,0                                      |
| Щебінь фр. 10-15 мм | 15,0                                     |
| Щебінь фр. 15-10 мм | 20,0                                     |

Продовження табл. 1

|   |        |
|---|--------|
| Щебеневий відсів фр. 0,63-5 мм                                | 32,0   |
| Щебеневий відсів фр. 0,071-0,63 мм                            | 18,0   |
| Мінеральний порошок вапняковий (марки МП І)                   | 10,0   |
| Разом   | 100,00 |
| Бітум БНД 70/100<br>або<br>Бітум БНД 70/100 + 1,0 % мас. КІКС | 6,5    |

В таблиці 2 наведено фізико-механічні властивості отриманих асфальтобетонів марки АСГ.Др.Щ.А.НП.І.

Таблиця 2

Фізико-механічні властивості асфальтобетонів марки АСГ.Др.Щ.А.НП.І

| № з/п | Назва показника                                   | Значення показника для асфальтобетону з бітумом: |                              |
|-------|---|--|------------------------------|
|       |   | БНД 70/100                                       | БНД 70/100 + 1,0 % мас. КІКС |
| 1     | Середня густина, г/см <sup>3</sup>                | 2,35   | 2,38                         |
| 2     | Водонасичення, % за об'ємом                       | 1,1  | 0,65                         |
| 3     | Границя міцності при стиску, МПа, за температури: |  |                              |
|       | 20 °С   | 4,4  | 5,2                          |
|       | 50 °С   | 2,3  | 2,4                          |

### Висновки

Аналіз експериментальних даних, наведених в табл. 2, показує, що модифікування дорожнього нафтового бітуму марки БНД 70/100 кумарон-інден-карбазольною смолою в кількості 1,0 % мас. покращує фізико-механічні властивості асфальтобетону марки АСГ.Др.Щ.А.НП.І. Порівняно з вихідним бітумом покращуються показники водонасичення та границі міцності при стиску за температури 20 °С. Такий ефект свідчить про кращі адгезійні властивості модифікованого гарячого асфальтобетону відносно немодифікованого.

# Formation of Trace Elements During High-Temperature Coal Gasification

<sup>1</sup> Valeriia Pinchuk, <sup>2</sup> Olena Tutova, <sup>3</sup> Andrey Kuzmin

<sup>1,2</sup> Ukrainian State University of Science and Technologies

<sup>3</sup> Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: [valeriya.a.pinchuk@gmail.com](mailto:valeriya.a.pinchuk@gmail.com)

## Introduction

During the thermal conversion of coal, a large amount of ash and slag waste is generated. The ashes of Ukrainian coals contain significant amounts of silicon, aluminum, iron, calcium and (in the form of trace elements) about 70 valuable elements (zinc, germanium, vanadium, lead, etc.). The development of a scheme for extracting valuable elements and obtaining final products will improve the efficiency of complex coal conversion, expand the natural resource base and eliminate the adverse environmental consequences of using and converting coal.

## Main material

Some of the trace elements contained in coal are of industrial interest (germanium, molybdenum, lead, zinc, etc.), while others (or the same ones) have a harmful effect on the environment during coal conversion and are biologically active (Mn, Mo, Se, Co, Ni, V, Hg, As, etc.). In addition, these trace elements can significantly affect the behavior of the organic part of coal and its conversion products while converting. Therefore, the content of trace elements must be taken into account when developing and choosing modes of coal conversion.

The thermodynamic analysis of the process of high-temperature coal gasification (1700-2000 °C) has been carried out. During high-temperature gasification of coal, slags are formed as a melt and fly ash. Those are carried out from high-temperature zones in the form of fine particles together with gaseous products and are captured after cooling of the latter. It has been established that gaseous compounds of Ge, Mo, Pb, Hg, As, F, Li and some other trace elements are formed in the high temperature zone. It follows from the data obtained that during coal gasification, most trace elements form gaseous compounds as oxides and sulfides. The degree of transition to the gaseous phase for fluorine, lead and arsenic is 99%. For mercury, molybdenum, and vanadium, the degree of transition to the gaseous

phase is 69%, 74.6%, and 94%, respectively. The temperature of the maximum transition to the gaseous phase is not the same for various elements. For example, it is 1500-1600 °C for molybdenum, and it is 1200-1250 °C for germanium. Titanium and zirconium almost do not form gaseous compounds and pass into liquid slag in the form of organic compounds of these elements.

Trace elements are mainly removed by gaseous gasification products, in which they are included. As the gases cool, most of the trace elements again pass into condensed phases. Trace element compounds mainly do not form their own particles, but condense on fly ash particles with the size 2-15 microns (gallium, molybdenum, germanium). The condensation process occurs with the formation of germanates, molybdates and other similar compounds. A significantly smaller number of trace elements that form gaseous compounds in the high temperature zone do not pass into condensed phases (or do not precipitate on fly ash particles) at temperatures above and equal to 150-200 °C (for example, fluorine, mercury).

The distribution of some trace elements between slag and fly ash during gasification is shown in Table 1.

*Table 1*

| Content                    | As   | Pb  | V    | Li  | Sr   | Mo  | Ti    | Ge   | Ba    | Zr  |
|----------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|-------|------|-------|-----|
| in fly ash, g/t of fly ash | 700  | 708 | 243  | 554 | 2108 | 46  | 0.005 | 1088 | 39717 | 17  |
| in slag, g/t of slag       | 0.75 | 0.3 | 0.75 | 0.9 | 40   | 0.8 | 3258  | 5.4  | 15    | 245 |

### **Conclusions**

The results show that during high-temperature coal gasification, slag is depleted in such elements as germanium, lead, arsenic, molybdenum, mercury, while others are distributed almost evenly between slag and fly ash. The presence of high concentrations in fly ash allows us to consider fly ash as an associated concentrate of valuable elements and noble metals. The development of a scheme for extracting valuable elements and obtaining end products will improve the efficiency of complex coal conversion. In addition, the extraction of trace elements will reduce the environmental impact of thermal conversion of coal.

# Prospects for Obtaining a Component of Automobile Gasoline from Secondary Polymer Raw Materials

**Andrii Grigorov**

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

E-mail: [grigorovandrey@ukr.net](mailto:grigorovandrey@ukr.net)

## **Introduction**

Expanding the raw material base of the motor fuel production process is a key task for the oil refining industry of Ukraine. This first of all is dictated by two interrelated conditions: the shortage of own hydrocarbon raw materials and the constantly growing demand for motor fuel. In addition, the requirements for the environmental friendliness of motor fuels are becoming increasingly strict. This is especially true of sulfur content. Today, the researches of many scientific teams working in Ukraine are aimed at solving this problem in a timely manner.

## **Main material**

It is known that today's automobile gasoline produced at oil refineries consists of a mixture of straight-run gasoline, catalytic reforming gasoline, and cracked gasoline, with the addition of alkylate, isomerizate, and additives. Thus, the composition of gasoline used in the countries of the European Union in recent years contains up to 50% of catalytic reforming gasoline, up to 30% of catalytic cracking gasoline, and up to 20% total alkylate and isomerizate. At the same time, catalytic reforming and cracking are energy-intensive complex secondary thermocatalytic processes of processing hydrocarbon raw materials (oil or gas condensate). Their implementation requires sophisticated technological equipment, the use of valuable catalysts and sufficiently deeply purified raw materials (with a sulfur content of up to 0.05%). Only large oil refining enterprises that have a constant, uninterrupted supply of hydrocarbon raw materials can build a technological chain of gasoline production using the products of these processes. With this in mind, we note that the majority (up to 80%) of oil refining enterprises in Ukraine are represented by refineries capable of producing only straight-run gasoline fractions - the basis for the production of commercial automobile gasoline. It is not possible to use this base in the production of commercial gasoline without adding components characterized by



high detonation resistance (octane number) - reforming and catalytic cracking gasolines, only with the use of additives.

This urgent problem can be solved by a component that can be obtained by catalytic pyrolysis of secondary polymer raw materials. The use of secondary raw materials in the production processes of components of various types of fuels is the subject of research by many scientists. Today, it is the cheapest raw material that can be involved in the production of fuels. In addition, its sulfur content is no more than 300 ppm, which does not require additional purification of its processing products.

Usually, catalytic pyrolysis of secondary polymer raw materials is carried out in reactor-type apparatuses, which are hollow apparatuses of a cylindrical shape. In the inner space of the device there is a nozzle filled with a catalyst, for example zeolite. When we carried out catalytic pyrolysis of waste products made of high-density polyethylene (HDPE) and polypropylene (PP) at a temperature of 420-450 °C and a pressure of 0.5-1.0 MPa, a fraction with a boiling point of 35-180 °C was obtained. This fraction in its composition and properties was similar to gasoline obtained by catalytic cracking of petroleum raw materials. That is, the content of aromatic substances in it - 18-20%, unsaturated hydrocarbons - 25-33%, sulfur up to 20 ppm. Resistance to detonation was at the level of 90-92 units. The high resistance to detonation of the obtained fraction is due to a rather high content of aromatic and unsaturated carbohydrates.

Commercial automobile gasoline can be obtained by compounding the fraction obtained by catalytic pyrolysis technology with straight-run gasoline fractions, alkylate, isomerizate, and additives. Moreover, during the catalytic pyrolysis of secondary polymer raw materials on ordinary zeolite, it is possible to obtain a component that will allow obtaining commercial gasoline with an environmental safety class not lower than the Euro-4 level. When catalytic pyrolysis is carried out on modified zeolite, it is possible to obtain a Euro-5 gasoline component.

### **Conclusions**

The use of secondary polymer raw materials in the production technology of commercial automobile gasoline allows to reduce the percentage of involvement of reforming and catalytic cracking gasolines - valuable components with high resistance to detonation. In this case, the main technology of polymer raw material processing is catalytic pyrolysis on zeolite catalysts. The described approach makes it possible to increase the volume of gasoline production, which is a very urgent task today.

## **Підбір Деемульгаторів для Зневоднення Нафти Бугруватівського Родовища**

**Петро Топільницький, Тетяна Ярмола, Вікторія Романчук**

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: [petro.i.topilnytskyi@lpnu.ua](mailto:petro.i.topilnytskyi@lpnu.ua)

### **Вступ**

В роботі досліджено проблему зневоднення Бугруватівської нафти (Охтирський район, Сумська обл., Україна) нафторозчинними деемульгаторами. Розроблено композиції концентратів деемульгаторів, досліджені їхні фізико-хімічні характеристики. Встановлено, що найбільші деемульгуючі властивості проявили деемульгатори на основі кополімерів оксидів етилену та пропілену, а додавання газового конденсату в кількості 20 % до нафти сприяє значному підвищенню ступеня зневоднення та знесолення нафти Бугруватівського родовища.

### **Основна частина**

У структурі запасів вуглеводнів постійно збільшується частка важковидобувних запасів, освоєння яких в сучасних економічних умовах пов'язане зі значними інвестиціями. В Україні обсяг таких запасів за останній 30-річний період збільшився майже втричі та перевищив 68 % від загальних запасів. Окрім проблем з видобутком та транспортуванням важкої нафти, існують проблеми її переробки, пов'язані зі складністю підготовки, а саме зневоднення і знесолення. Зневоднення нафти полягає у руйнуванні емульсії та видаленні з неї пластової води разом з основною масою солей та механічних домішок. Згідно з сучасними вимогами у нафті, що надходить на первинну переробку, вміст солей не має перевищувати 3 мг/л, води – 0,2 % об. Повноцінному процесу зневоднення перешкоджає підвищений вміст механічних домішок та стабілізаторів у вуглеводневій сировині.

Для руйнування емульсій застосовують поверхнево-активні речовини - деемульгатори, витрата яких становить до 50 г/т нафти й залежить від природи нафти, ступеня її підготовки на промислі та технологічного режиму знесолення.

Відомий широкий асортимент речовин, що використовують як деемульгатори в процесах зневоднення та знесолення, і тому важливим є вибір серед них ефективного деемульгатора для певної нафти та конкретних умов її підготовки. Однак, більшість деемульгаторів є ефективними лише при руйнуванні емульсії певних типів. Тому актуально є підбір деемульгатора для руйнування емульсії важких високов'язких нафт.

Бугруватівська нафта, яку використовували для досліджень, мала густину  $935 \text{ кг/м}^3$ , вміст води – 18 % об, вміст хлористих солей –  $960 \text{ мг/дм}^3$ , коксивність - 3,5 %. Для зневоднення були взяті деемульгатори виробництва фірми Clariant (Швейцарія) в кількості 10 штук, які являли собою аміноалкоксилати, блоккополімери оксидів етилену та пропілену в метанолі або оксиалкільовані смоли у висококиплячих вуглеводнях. Дані деемульгатори змішували в різних пропорціях, в результаті одержали 17 композицій деемульгаторів. Як розчинник використовували сольвент та ізопропіловий спирт.

Для зменшення в'язкості нафти та забезпечення ефективного зневоднення було проведено розрідження нафти конденсатом важким газовим стабільним (КВГС) в кількості 10 та 20 %. Додавання КВГС повинен сприяти зменшенню їх в'язкості та полегшувати зневоднення та знесолення.

Зразок нафти об'ємом 100 мл завантажували в екстрактор, обладнаний водяною сорочкою. В екстракторі за допомогою термостата підтримували температуру 50, 60 та 70 °С. Проби емульсії витримували при заданій температурі протягом 15 хв. Потім мікропіпеткою подавали композицію деемульгатора в кількості 250 та 500 ppm, після перемішування емульсію залишали відстоюватися 1 год.

У результаті встановлено, що при додаванні 250 ppm композиції деемульгаторів, при температурі 50 °С та 10 % газового конденсату, ступінь зневоднення всіх композицій деемульгаторів становив від 32,6% до 35,2 %. При збільшенні температури до 60 °С витраті композицій деемульгаторів до 500 ppm ступінь зневоднення збільшується порядком на 10 %. При наступному збільшенні температури процесу до 70 °С ступінь зневоднення збільшився до 68,2- 75,0 %. Збільшення кількості КВГС до 20 % збільшило ступінь зневоднення до 93,8-94,5 %.

### **Висновки**

Встановлено, що найкращий деемульгатор для зневоднення нафти Бугруватівського родовища був той, в основі якого були блоккополімери оксидів етилену та пропілену, ступінь зневоднення такого деемульгатора становив 93,8-94,5 %. Найефективніші умови процесу – температура 70 °С, витрата деемульгатора 500 ppm при додаванні 20% газового конденсату до нафтової емульсії.

# Розроблення та Дослідження Нових Пластичних Масил на Основі Вторинної Сировини

Ольга Гордієнко, Анатолій Ранський, Богдан Коріненко, Ольга Сандул

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

E-mail: <sup>1</sup> [olha.hordienko@gmail.com](mailto:olha.hordienko@gmail.com)

## Вступ

За прогнозами провідних фахівців з вторинного перероблення відходів підприємства Kzans Maffei Extrusion К. Ф. Пепел та Університету Лейбніца (Інститут пластмас і економіки замкненого циклу, м. Ганновер, Німеччина) проф. Х.-Й. Ендреса в найближчому майбутньому всі промислові та побутові відходи будуть ефективно перероблятися в рамках економіки замкненого циклу/циркулярної економіки у інші затребувані продукти з метою їх повторного та ефективного використання. Наголошується, що проблема перероблення відходів паперу, скла та металів в рамках економіки замкнених технологічних циклів на сьогодні вирішена і майже нічим не поступається технологіям їх первинного виробництва. Наразі у співробітництві названих інституцій розробляється концепція Edelweiss з вторинного перероблення пластичних відходів, що відповідає основним принципам економіки замкненого циклу.

## Результати досліджень

Протягом тривалого терміну нами проводились наукові дослідження з хімічного вилучення корисних компонентів із вторинної промислової сировини, що були пов'язані з актуальними проблемами енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Так, нами отримані метал-хелати Cu (II) на основі N-, O-, S-вмісних органічних лігандів (тіоамідів, діалкілдитіокарбаматів, діалкілдитіоксантогенатів) з подальшим їх дослідженням як додатків до індустриальних олів I-20A, I-40A в концентраціях 0,1–5,0 % мас. Встановлено, що експлуатаційні характеристики таких мастильних композицій перевищують «чисті» оливи за антифрикційними властивостями в 1,2–1,9 рази, а за протизношувальними – в 2,3–7,5 рази.

Досліджено перероблення полімерних відходів (поліетилену високої та низької щільності, поліпропілену, АВС-пластику) методом

низькотемпературного піролізу в альтернативні джерела енергії: піролізну рідину, газову суміш та пірокарбон. При цьому, пірокарбон використаний як ефективний наповнювач пластичних мастил спеціального призначення. Іншим компонентом пластичних мастил, що забезпечував високі протизношувальні та антифрикційні властивості, був діалкілдитіокарбамат  $\text{Cu}$  (II). Останній отриманий при комплексному переробленні відходів різних виробництв, що включає декілька циклів (I–III), інтегрованих в загальну технологію отримання кінцевого технічного продукту. Ці цикли об'єднує використання регенованого нами відпрацьованого сумішевого сорбенту виробництва безалкогольних напоїв, що містить активоване вугілля та кізельгур (AB + K).

Комплексний підхід перероблення промислових відходів різних виробництв включає такі технологічні операції:

- реагентне перероблення непридатних до застосування пестицидних препаратів із класу похідних бензойної кислоти з використанням на заключній стадії регенованого сумішевого сорбенту (AB + K) для вилучення діалкіламонієвої солі (цикл I);

- очищення бензолної фракції коксохімічних виробництв, до складу якої входить сірковуглець, з утворенням на поверхні модифікованого у циклі I сорбенту (AB + K) діетилдитіокарбомата калію, та наступного сорбційного очищення гальваностоків, що містять  $\text{Cu}^{2+}$ -іони (II), з утворенням на поверхні сорбенту біс-(діетилдитіокарбомато)купрум(II) (цикл II);

- отримання нових C, S, N-вмісних пластичних мастил, до складу яких входила регенована індустріальна олива MGE-46B, сумішевий сорбент із сорбованими на його поверхні  $[(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NC}(=\text{S})\text{S}]_2\text{Cu}$ , пірокарбон – продукт низькотемпературного піролізу полімерних відходів (цикл III).

Розроблені C, S, N-вмісні пластичні мастила пройшли випробування у виробничих умовах для змащування чотирирядкових валкових підшипників. Їх можна використовувати в металургії (високотемпературна штамповка металургійних виробів з чорних та кольорових металів), гумовій та полімерній промисловості (важконавантажені вальці), машинобудівній, гірничодобувній (роликові підшипники транспортних ліній) промисловостях.

### **Висновки**

Розроблені нові C, S, N-вмісні пластичні мастила, складові компоненти яких отримані при комплексному переробленні побутових (полімерних) та промислових відходів. Запропоновано галузі практичного використання отриманих C, S, N-вмісних пластичних мастил.

# Geological Conditions of Formation and Implementation of Alternative Ecological and Energy Sources of Fuels and Lubricants (Peat, Oil Shale, Lignite)

<sup>1</sup>Ihor Bagriy, <sup>2</sup>Oleksandr Riepkín, <sup>3</sup>Iaroslav Kryl, <sup>4</sup>Kateryna Yaroshovets-Baranova

<sup>1,4</sup>Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine

<sup>2</sup>Energy Association «Ukrainian Hydrogen Council»

<sup>3</sup>«Hydrogen Ukraine» LLC

E-mail: bagrid@ukr.net

## Introduction

The relevance of this topic is due to the urgent need to find new energy sources due to the depletion of oil resources. Ukraine also faces the problem of expanding its fuel and energy resource base. The energy component is particularly important for the country's political and economic independence in the context of globalisation, as imports of key fuels make Ukraine's fuel and energy complex (FEC) completely dependent on foreign countries and put the Ukrainian economy in a difficult position, so the issue of Ukraine's energy dependence remains open. Combustible minerals, such as peat, oil shale and lignite, are of great importance for Ukraine and are the most important factor in the country's economic independence.

## Main material

The purpose of the study is geological and energy substantiation of alternative energy fossil fuels prior to their introduction into production (peat, oil shale).

The main area of lignite deposits is the Dnipro lignite basin, partially the Donetsk (Western Donbas) basin, as well as the Novodmitrivske field in the Dnipro-Donetsk depression and the Zakarpattia coal-bearing area. Lignite reserves account for 5.9% of Ukraine's balance sheet reserves. On-balance sheet coal reserves of A+B+C<sub>1</sub> are 1877.9 million tonnes, C<sub>2</sub>-299.2 million tonnes; off-balance sheet reserves are 235.8 million tonnes.

Lignite processing (semi-coking) produces three main products: tar, semi-coke and gas. When properly processed, the tar is used to produce motor fuel,

phenols and paraffin. Semi-coke can be used as an energy fuel due to its calorific value.

The Bovtyska Depression is the largest astroblem with the most significant oil shale deposit, the Bovtyske field, located on the north-eastern slope of the central part of the Ukrainian crystalline shield and associated with a deep (up to 600 m) depression with a diameter of about 25 km in the Precambrian crystalline basement. According to the relevant calculations, it can be assumed that 800 million tonnes of crude oil can be extracted from the Bovtyske field's tar.

Oil shale is recommended to be used as a local solid fuel, for combustion under power plant boilers, for the production of shale tar and its use as a liquid fuel and other products: kerosene, petrol, sulphur, ammonia and paraffin; production of high-calorific shale gas for domestic purposes; production of large-scale chemical products: benzene, toluene, phenols, tannins, adhesives, wallpaper oil, varnishes, plasticisers.

Along with lignite and oil shale, Ukraine has significant peat reserves. According to the State Information Geological Fund of Ukraine, the geological reserves are about 2.2 billion tonnes, and the balance sheet reserves of peat are 759.5 million tonnes. Peat deposits are found almost throughout Ukraine. The most common peat deposits are in the following regions: Rivne, Volyn, Chernihiv, Zhytomyr, Kyiv, and Lviv regions. The peat cover in Rivne and Volyn regions reaches 6.5%, while in Ternopil, Khmelnytsky, Vinnytsia, Cherkasy, Poltava, Sumy and Kharkiv regions it does not exceed 1.9% of the total territory.

Peat resources make it possible to meet the needs of the state through its own peat extraction to meet energy needs and the production of fuels and lubricants, while deep and comprehensive peat processing allows for the production of more than 100 types of products that can be used in various industries, including agriculture, chemistry, medicine, oil refining, ecology, balneology, etc.

### **Conclusions**

Ukraine's energy independence is a component of Europe's energy security and therefore this problem needs to be addressed immediately. The development of the fuel and mining industry contributes to the formation of territorial production complexes of national and regional importance, it affects the fuel and energy balance of Ukraine, improves the location of industry and the use of labour resources.

Considering the current state of Ukraine's fuel and energy resources, it can be assumed that they are sufficient to provide the state with its own peat, oil shale and lignite production, which ensures a significant reduction in foreign exchange costs for the purchase of imported gas, provides for the use of domestic fuel, and contributes to the development of the coal mining industry and other industries.

# SWOT Аналіз Сучасних GtL Технологій

<sup>1</sup>Вікторія Рібун, <sup>2</sup>Сергій Бойченко

<sup>1</sup>Хіміко-аналітична лабораторія ПАТ Укрнафта

<sup>2</sup>Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського

E-mail: [ribun.vska@gmail.com](mailto:ribun.vska@gmail.com)

## Вступ

За останні десятиліття технологія перетворення природного газу в рідкі нафтопродукти (GTL) в багатьох країнах стала комерційно життєздатною галуззю, яка пропонує диверсифікацію ринку природного газу. На даний час доступно декілька технологій для отримання рідких вуглеводневих продуктів, зокрема транспортного палива. Вичерпування світових запасів нафти та виявлення нових газових родовищ, які включають в себе і родовища сланцевого газу збільшують інтерес до GTL технологій. Міжнародне Енергетичне Агентство (IEA) прогнозує ріст попиту на природний газ до 2035 року більш ніж на 50%. Особливо, якщо буде використана значна частина сланцевого газу. Україна також володіє достатньо великими запасами неконвенційного природного газу. Загальні обсяги технічно видобувних ресурсів сланцевого газу на території України оцінюють на рівні 4,8 трлн. м<sup>3</sup> (1,75% світового запасу). Водночас посилюється пошук чистіших джерел енергії, щоб зменшити вплив продуктів згоряння на навколишнє середовище. Україна має досить широкі можливості для виробництва біогазу, який складається з 50 – 60 % метану, в кількості 10 млрд м<sup>3</sup>/рік. Розроблення та втілення GTL технологій для отримання моторних палив є перспективним напрямом для України.

## Основна частина

Перетворення природного газу на рідкі вуглеводні можна здійснити за допомогою кількох етапів хімічних перетворень, що призводять до цілого ряду кінцевих продуктів, зокрема мастил та екологічно чистих моторних палив, нестача яких спостерігається на ринку України. На даний час GTL технологія з використанням синтезу Фішера-Тропша є найбільш поширеною для отримання транспортних палив. Процес складається з кількох основних етапів, які потребують значної допоміжної інфраструктури та безпечної подачі природного газу для проведення високоефективного синтезу. Найбільш



дороговартісним етапом технології є отримання синтез-газу ( $\approx 60\%$  собівартості), тому багато компаній працюють над розробленням процесу, який би виключав цей етап. На даний час розроблено кілька технологій перетворення природного газу в метанол, які не містять стадії синтез-газу. Останнім часом вчені намагаються розробити метод окиснювального спарювання метану ОСМ, основними продуктами якого є олефіни, в основному етилен, та монооксид вуглецю та невелика кількість водню. Олефіни шляхом полімеризації та циклізації перетворюють у циклопарафіни та ариени. Проблема технологічної складності деякими компаніями вирішується розробкою малогабаритних установок для переробки супутного нафтового газу власне в місцях видобутку та збору нафти.



Рис. 1. Рис. 4. SWOT-аналіз GTL технологій

### Висновки

Технології GTL пропонують значні можливості для освоєння неконвенційного природного газу, зокрема сланцевого ба біогазу що для України є досить перспективним напрямом. Спрощення та здешевлення процесу можна досягнути розробкою простих малогабаритних GTL установок та альтернативних способів конверсії метану в метанол або олефінові вуглеводні з подальшою їх конверсією в бензин, в яких відсутній етап отримання синтез-газу, що значно здешевлює процес. Тому майбутнє за малогабаритними гібридними установками, які дозволять знизити капіталовкладення та монетизувати природний газ в більш дорогі продукти, які високоякісні, екологічно чистіші та затребувані на ринку транспортних палив.

# Вивчення Впливу Термоеластопласта та Пластифікатора на Бітуми, Модифіковані Побічними Продуктами Переробки Вугілля

Мирослава Донченко, Юрій Демчук, Олег Гринишин, Сергій Пиш'єв

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: [myroslava.i.donchenko@lpnu.ua](mailto:myroslava.i.donchenko@lpnu.ua)

## Вступ

На сьогодні близько 85 % світового використання бітумів припадає на дорожню галузь. Проте, при застосуванні дорожніх бітумів виникає ряд проблем, основні серед яких – недостатньо високі теплостійкість та адгезія. Одним із засобів вирішення цих проблем є модифікування товарних дорожніх бітумів. Однак, використання модифікаторів обмежується внаслідок значної їх вартості. Тому важливим є пошук недорогих речовин, що б покращували експлуатаційні характеристики бітумів, першочергово, адгезійні.

Відомо, що досить ефективними модифікаторами нафтових бітумів є феноло-формальдегідні смоли. У попередніх дослідженнях було встановлено, що фенольно-крезол-формальдегідні смоли, одержані з побічних продуктів переробки вугілля можна використовувати як адгезійні добавки до нафтових дорожніх бітумів. Однак, такі модифіковані бітуми не володіють хорошою пластичністю та еластичністю. У зв'язку з цим, метою даної роботи було вивчення впливу термоеластопласта та пластифікатора на бітуми, модифіковані ФіКС-Ф.

## Основний зміст

З метою доповнення ФіКС-Ф для підсилення та розширення спектру дії, у склад бітуму модифікованого ФіКС-Ф, вводили термоеластопласт марки Calprene 501M – лінійний блок-кополімер стирену та бутадієну (СБС), а як пластифікатор – гудрон. Кількість термоеластопласта та пластифікатора вибирали експериментально. Під час модифікування бітумів комплексами добавок одержують марку БМКА 60/90-55 [1]. Тому з вимогою до цього товарного продукту і порівнювали основні експлуатаційні характеристики одержаних модифікованих бітумів. Вивчення впливу термоеластопласта та

пластифікатора проводили в наступних умовах: температура модифікування – 190 °С; тривалість модифікування – 60 хв.

Результати досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вплив термоеластопласта та пластифікатора на властивості БМП

| Склад бітум-полімерної композиції, % мас. |        |                     |        | Пенетрація при 25 °С, м·10 <sup>-4</sup> | Температура розм'якшеності, °С | Розтяжність при 25 °С, см | Еластичність при 25 °С, % | Зчеплення з поверхнею скла, % |
|---|--------|---------------------|--------|--|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| БНД 60/90                                 | ФіКС-Ф | Calprene 501М (СБС) | Гудрон |  |                                |                           |                           |                               |
| 100,0                                     | -      | -                   | -      | 70                                       | 46                             | 63                        | -*                        | 33                            |
| 95,0                                      | 5,0    | -                   | -      | 49                                       | 53                             | 17                        | -*                        | 97                            |
| 98,0                                      | -      | 2,0                 | -      | 64                                       | 50                             | 37                        | 76                        | 80                            |
| 93,0                                      | 5,0    | 2,0                 | -      | 43                                       | 57                             | 14                        | 60                        | 100                           |
| 89,5                                      | 5,0    | 1,5                 | 4,0    | 62                                       | 55                             | 12                        | 57                        | 93                            |
| Вимоги до БМКА 60/90 відповідно до        |        |                     |        | 61-90                                    | ≥ 55                           | ≥ 12                      | ≥ 50                      | ≥ 75                          |

\* Бітум (бітум-полімерна композиція) не володіє еластичністю.

На основі даних, наведених в табл. 1, видно, що введення термоеластопласта в склад бітуму модифікованого ФіКС-Ф приводить до збільшення температури розм'якшеності, адгезії з поверхнею скла. Варто відзначити, що бітум у складі якого є термоеластопласт володіє високою еластичністю. Однак, введення в склад бітуму комплексу добавок призводить до значного зменшення пенетрації модифікованого бітуму, такий бітум не відповідає вимогам нормативних документів [1]. Тому в склад бітуму модифікованого комплексними добавками вводили пластифікатор – гудрон. Введення гудрону призводить до незначного зменшення температури розм'якшеності, розтяжності та незначного зменшення адгезії з поверхнею скла. Варто відзначити, що бітум у складі якого є гудрон володіє кращою пенетрацією.

### Висновки

Введення в склад бітуму комплексу добавок та гудрону дозволяє досягти значення температури розм'якшеності, пенетрації та еластичності одержаної бітум-полімерної композиції, що відповідають вимогам нормативних документів до марки БМКА 60/90-55.

# Нові Методи Регенерації Відпрацьованих Напівсинтетичних Моторних Олив

Роман Прокоп, Тарас Червінський, Олег Гринишин, Анастасія Пришляк

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: [ogrynyshyn@ukr.net](mailto:ogrynyshyn@ukr.net)

## Вступ

Як відомо, під час експлуатації моторної оливи у двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ), вона зазнає впливу високих температур, постійного контакту з металами, перебігу хімічних процесів (окиснення, термічного розкладу, полімеризації, поліконденсації, ущільнення), зовнішніх забрудників тощо. В результаті цього, у її складі накопичуються продукти розкладу присадок та зношення деталей ДВЗ, продукти окиснення, ущільнення вуглеводневої частини, асфальто-смолисті речовини, залишки неповноти згорання палива, що спричиняє незворотні зміни її якісного хімічного складу. Численними дослідженнями провідних вчених та наукових організацій встановлено, що хімічний склад моторних олив в процесі їх експлуатації у ДВЗ змінюється незначно, продукти фізико-хімічних перетворень компонентів олив, а також домішки, що потрапляють ззовні та роблять оливи непридатними для подальшої експлуатації, становлять незначну частину від їх загальної маси ~20-25 %, водночас до 75-80 % вуглеводневої складової моторної оливи залишаються незмінними. Завдяки процесам вилучення продуктів старіння з ВМО отримують оливи, які за своїми експлуатаційними властивостями відповідають свіжій оливі, одержаній з нафтової сировини. Тому актуальним є розроблення таких технологій регенерації відпрацьованих олив, які б характеризувались високим виходом регенованої оливи та здатністю їх налагодження на вітчизняних підприємствах без значної модернізації наявного устаткування.

Раніше, нами було вивчено процеси вакуумної перегонки, термоокиснення та використання кристалічного карбаміду для регенерації відпрацьованих мінеральних моторних олив. Водночас, значна частка моторних олив, що використовуються у ДВЗ, належить напівсинтетичним оливам (НПСО), які володіють покращеними властивостями, порівняно з мінеральними оливами. Саме тому необхідно було встановити можливість

використання вище зазначених методів для регенерації відпрацьованих напівсинтезичних моторних олив (ВНСМО).

### **Головний матеріал**

У роботі було вивчено процеси вакуумної перегонки, застосування кристалічного карбаміду та термоокиснення для регенерації ВНСМО.

Для досліджень використовували відпрацьовані оливи двох марок: Castrol 10W-40, яку злили з дизельного двигуна вантажного автомобіля та ELF Evolution 700 STI, яку злили з бензинового двигуна легкового автомобіля.

Використання методу вакуумної перегонки дало змогу відділити від основної маси відпрацьованої оливи легку фракцію, де концентруються залишки палива і вода, а також важкий залишок, до складу якого увійшли метали, механічні домішки та продукти ущільнення вуглеводнів оливи. Процес проводили в умовах неглибокого вакууму – 0,07 МПа.

Метод регенерації ВНСМО кристалічним карбамідом здійснювали за температури 140-160°C, тривалості 60-100 хв., кількості карбаміду – 3-7 % мас. Встановлено, що цей метод дає змогу відділити від оливи основну частину компонентів, які спричиняють підвищене кислотне число. Усі інші властивості відпрацьованої оливи змінювалися незначно.

Використання методу термоокиснювальної регенерації також дозволило покращити експлуатаційні властивості очищених НПСО. Процес проводили за температури 200 -220°C, тиску 2-3 МПа, тривалості 2-2,5 год. й витраті повітря 1,5-3хв<sup>-1</sup>. Очищені цим методом оливи характеризувались нижчими значеннями кислотного та лужного чисел, низькою зольністю, коксівністю та вмістом механічних домішок, відсутністю води. Регеновані оливи мають дещо вищі значення індексів в'язкості порівняно з ВНСМО.

### **Висновки**

Встановлено, що три досліджені методи регенерації (вакуумну перегонку, очищення кристалічним карбамідом та термоокиснювальну регенерацію) можна використовувати для регенерації відпрацьованих напівсинтетичних моторних олив.

Однак, жоден з вивчених методів не дає змоги одержати регеновану оливу, щор могла б використовуватися як компонент базових олив. Тому на основі трьох вивчених методів розроблено комплексний метод регенерації відпрацьованих напівсинтетичних моторних олив.

# Нафтові Шлами – Сировина для Одержання Моторних Палив

Юрій Знак, Олег Гринишин, Тарас Червінський

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: <sup>1</sup> [xeniagrynn@gmail.com](mailto:xeniagrynn@gmail.com)

## Вступ

Процеси експлуатації нафтових свердловин, транспортування, переробки нафти, а також зберігання нафти та нафтопродуктів супроводжуються утворенням певної кількості нафтовмісних відходів. Ці відходи не завжди кваліфіковано використовуються та в багатьох випадках взагалі не вивчаються. Найбільш розповсюдженими нафтовмісними відходами є нафтові шлами. Відомо, що до складу нафтових шламів входить органічна (або вуглеводнева) частина, вода та механічні домішки. Їхній вміст може змінюватися в дуже широких межах в залежності від умов утворення нафтошламів, а також особливостей та тривалості зберігання. Важливою передумовою ефективної утилізації нафтошламів є вивчення їхнього складу, виділення органічної частини та дослідження її складу і властивостей.

## Основна частина

Відбір нафтошламів для дослідження проводили на різних глибинах ставків-накопичувачів, розташованих поблизу нафтопереробного заводу. Вивчали склад та властивості «свіжого» нафтошламу та нафтошламу тривалого зберігання. Після виділення органічної частини встановлено, що її вміст в «свіжому» нафтошламі складає 57,1-66,2 % мас., а в нафтошламі тривалого зберігання – 25,4-72,1 % мас. в залежності від глибини залягання.

Результати вивчення складу та властивостей органічної частини нафтошламів наведені в табл. 1. Встановлено, що органічна частина нафтошламів характеризується дуже низьким вмістом світлих фракцій, які википають до температури 350°C і, як наслідок високою густиною, умовною в'язкістю, температурами застигання та спалаху. Вміст сірки в пробах вуглеводневої частини нафтошламів становить 1,10-1,73 % мас. і залежить від типу нафти, з якої були утворені нафтошлами. Висока зольність нафтошламів

є причиною концентрування у вуглеводневій частині металів, а також наявністю мікрочастинок механічних домішок.

Таблиця 1

## Фізико-хімічні властивості органічної частини нафтошламів

| Показник                                      | Значення показника для проб нафтошламу |                      |
|---|--|----------------------|
|   | «свіжого»                              | тривалого зберігання |
| Густина при 20°C, г/см <sup>3</sup>           | 928-953                                | 951-1012             |
| В'язкість умовна при 80°C, ВУ <sub>80</sub>   | 6,5-14,9                               | 14,2-16,5            |
| В'язкість умовна при 100°C, ВУ <sub>100</sub> | 2,5-3,8                                | 3,4-7,1              |
| Вміст води, % мас.                            | 0,3-0,5                                | 0,4-1,0              |
| Вміст сірки, % мас.                           | 1,10-1,32                              | 1,28-1,73            |
| Температура застигання, °C                    | -2-22                                  | 16-36                |
| Температура спалаху, °C                       | 92-187                                 | 210-229              |
| Коксивність, % мас.                           | 4,3-8,6                                | 9,4-18,3             |
| Зольність, % мас.                             | 0,22-0,36                              | 0,25-0,59            |
| Фракційний склад:                             |  |                      |
| до 200 °C википає, % мас.                     | 0,3-2,7                                | 0,1-0,6              |
| до 350 °C википає, % мас.                     | 8,4-18,8                               | 2,4-9,3              |

По мірі заглиблення в ставок-накопичувач кількість світлих фракцій в нафтошламів знижується, а його густина підвищується. При цьому збільшується також умовна в'язкість, температура застигання і температура спалаху нафтошламу.

По глибині ставка-накопичувача з нафтошламами тривалого зберігання можна умовно виділити два шари: продуктивний шар, де концентрується основна частина вуглеводнів, та придонний (непродуктивний) шар, що складається з приблизно рівних кількостей води, механічних домішок та вуглеводневої частини. Верхній шар ставка з «свіжим» нафтошламом складається в основному з органічної (вуглеводневої) частини та порівняно незначної кількості води і механічних домішок. Середній шар, утворений в ставку-накопичувачі – це водний шар. Під водним шаром знаходиться саме шар нафтошламу.

### Висновки

Вивчено склад та властивості нафтошламів тривалого зберігання та недавно утворених «свіжих» нафтошламів, що утворилися в результаті роботи нафтопереробного заводу. Запропоновано використовувати нафтошлами як сировину для процесу термічної деструкції з метою одержання компонентів моторних палив.

# Методи Запобігання Сірководню та Меркаптанам, Захист від Корозії та Солевідкладень Нафтогазопромислового Обладнання

**Олександр Давиденко**

ТОВ «Палтех»

E-mail: [dom237@ukr.net](mailto:dom237@ukr.net)

## **Вступ**

Сьогоднішня вкотре доводить, що енергетична незалежність держави має прямий зв'язок до її фізичного виживання. Українська економіка потребує не просто відновлення, а перезаснування одним із головних стовпів якого має бути енергетика. Україна має велику кількість енергетичних ресурсів, в тому числі нафти та природного газу. Однак більшість родовищ є виснаженими та характеризуються великою тривалістю експлуатації свердловин, що призводить до складнощів видобутку та підготовки нафтогазової сировини.

## **Основний матеріал**

Серед найбільших складнощів видобутку газу, газового конденсату та нафти є значна обводненість сировини та високі значення мінералізації, що призводить до швидкої корозії нафтопромислового обладнання та відкладення солей на їхній поверхні. Разом з цим значна частина родовищ характеризується підвищеним вмістом токсичних сірководню та меркаптанів.

Компанія «Палтех» має багаторічний досвід роботи в нафтогазовидобувній галузі та співпрацює з більшістю компаній нафтогазового комплексу України. Компанія «Палтех» постачає великий асортимент продукції від європейських та американських виробників серед яких поглиначі сірководню та меркаптанів, інгібітори корозії та гідратів, інгібітори парафінів (асфальтенів) та солевідкладень. Досить революційною технологією очищення природнього газу (нафти та газового конденсату) є застосування триазинів (гетероциклічних сполук з трьома атомами нітрогену), на прикладі HSS-100 та HSS-450, механізм дії яких полягає в заміщенні атома нітрогену на атом сілфуру та його інактивуванням. Наша компанія має успішні кейси із застосуванням даних реагентів на багатьох підприємствах навіть без кардинальної зміни технологічного процесу підготовки газу та нафти (газового конденсату). Принцип ефективного застосування є введення



поглиначів в потік сировини через форсунку для найкращого їх контактування із сульфурмісними сполуками та взаємодією з ними під час перекачування сировини.

Така технологія очищення сировини забезпечує повне видалення сірководню та зниження вмісту меркаптанів до регламентованого рівня при мінімальному дозуванні. Одна молекула поглинача може нейтралізувати до 3-х молекул сірководню та до 3-х молекул меркаптанів (у випадку використання поглинача HSS-100 та приблизно рівному співвідношенні сірководню та меркаптанів). Великим досягненням компанії «Палтех» є забезпечення високоякісними інгібіторами корозії різних типів, видобувних та переробних підприємств нафтогазового комплексу України протягом багатьох років, що дозволило стабільно та ефективно працювати нашим клієнтам протягом всього цього часу. Лінійка інгібіторів корозії яку ми постачаємо є досить широкою, до неї входять як водо- так і оливоорозчинні інгібітори та для захисту обладнання під час переробки нафти та газового конденсату. Також серед нашого асортименту є унікальні інкапсульвані інгібітори корозії, застосування яких дає змогу захищати свердловини від 4-х до 12 місяців при одноразовому завантаженні в сліпу зону свердловини.

Також враховуючи, що в Україні переважна більшість нафтогазових свердловин були пробурені ще до 1991 року. Термін їх експлуатації є дуже великим, що викликає значну обводненість вуглеводневої сировини, яка може складати кілька десятків відсотків. Разом з цим ця вода має дуже високу мінералізацію, що не тільки в рази пришвидшує корозію обладнання, а ще й сильне солевідкладення. Зпобігання солевідкладенню є не тривіальним завданням, адже мінеральний склад пластової води може дуже різнитися в різних родовищах та потребує використання широкого спектру інгібіторів солевідкладень. Серед ефективних інгібіторів солевідкладень, які пропонує наша компанія є також іноваційні інгібітори інкапсульваного типу, які забезпечують ефективний захист протягом багатьох місяців експлуатації свердловини без його перезавантаження. Інкапсульвані інгібітори солевідкладень мають унікальний механізм дії який базується на властивостях середовища в якому вони знаходяться. Швидкість вивільнення діючої речовини залежить від багатьох факторів, а саме: температури, вуглини рН середовища та його мінералізації. Чим більш агресивні умови тим інтенсивніше відбувається вивільнення діючої речовини та відповідний захист нафтопромислового обладнання.

### **Висновки**

Компанія «Палтех» дозволяє реалізувати необхідні рішення у видобутку нафтогазової сировини та її підготовці до переробки.

## **Chapter III.**

# **Chemmotological Reliability and Technologies of Alternative Energy in Power and Transport**

# Supplementary Methods of Rescue in The High Mountain Environment

Natália Gecejová, Marek Češkovič, Pavol Kurdel

Technical University of Košice

E-mail: [natalia.gecejova@tuke.sk](mailto:natalia.gecejova@tuke.sk)

## Introduction

High mountain tourism and the human-related effort to overcome obstacles and thus oneself often leads tourists to areas where there is an increased risk of injury. However, the indiscretion of tourists, especially those with severe allergies or people with cardiovascular diseases, threatens not only them but also those involved in mountain or air rescue. Because of this frivolity, the rescuers must risk their own lives to save the lives of patients/tourists. Hard-to-reach areas, such as the High Tatras in the Slovak Republic, represent our area of interest - in which rescue operations are mainly carried out with helicopters (HEMS).

The effort to help save human lives, but at the same time to take care and think about the protection of the environment, especially in national parks and protected landscape areas, leads researchers and operators of helicopter rescue medical services to look for a supplementary method for providing life-saving actions. The operating costs per minute of the light twin-engine helicopter (for example, Bell 429) engine operation represent an average cost of 70 € and lead to a significant increase in CO<sub>2</sub>, noise, and other emissions. For this reason, modern research is directed towards the search for alternative solutions for such operations, which have been primarily carried out by helicopters.

## An alternative solution to the investigated issue

Basic life-saving operations, carried out in a determined high-altitude environment, can be carried out with the help of specially manufactured or suitably modified unmanned vehicles. In addition to reducing CO<sub>2</sub> and noise emissions, these bring about a reduction in operating costs for rescue service operators and open up a new field in aviation focused on medical purposes - a supplementary rescue unmanned vehicle is being created.

To carry out experimental flights, a lot of bureaucratic actions and subsequently obtained permits are required. Concerning the area of the Vysoké Tatry

National Park, the protection of the fauna and flora found in it, and especially with regard to the initial high costs and environmental burden that the experiments represent, a simulation process was chosen for the initial actions.

The selected unmanned vehicle – the DJI Mavic Pro of the first generation, was modified to transfer an adrenaline pen (Fig. 1a)), which can save the patient's life in case of anaphylactic shock and pre-collapse state. This unmanned vehicle was implemented in a simulation environment created for research needs in the Matlab Simulink environment (Fig. 1b)).



Fig. 1. A sample of the workplace and equipment.

- a) Modified conventional unmanned aerial vehicle DJI Mavic Pro I. generation for transfer of the adrenaline pen;
- b) A demonstration of the simulation and evaluation workplace.

Subsequently, the flights carried out in a simulated environment, while simulating changes in weather conditions or atmospheric precipitation, created a credible evaluation tool – a means to convince the shareholders and operators of HEMS as well as state authorities about the reliability and success of life-saving flights of a suitably adapted unmanned vehicle.

### Conclusions

The designed simulation environment, as well as a suitably adapted, initially conventional unmanned vehicle, represent a tool for further research - simulation and later carried out in real conditions, thanks to which unmanned vehicles can be introduced as supplementary means to the conventional method of helicopter rescue, in a determined area and under specified and satisfactory conditions.

# Obtaining Carbon Materials from Renewable Raw Materials

**Michael Chemerinskyi, Sergii Sirovii**

Institute of Industrial and Business Technologies, Ukrainian State University of Science and Technologies

e-mail: nmetau\_mtv@i.ua

## **Intrduction**

Depletion of natural resources and climate change on the planet requires a constant search for alternative and renewable energy sources. Plant biomass plays a significant role in the possibility of energy recovery. Most of the research is conducted in the direction of obtaining solid and liquid fuel from biomass. However, there remains a certain amount of unused renewable raw materials from which it is possible to obtain carbon materials.

As you know, for the manufacture of electrodes for various purposes, carbon materials obtained from fossil minerals are used. It is mainly coal, oil, graphite, etc. Thus, the goal of this work was to obtain carbon materials from biomass, which are not inferior to them in terms of their characteristics.

## **Main material**

Leaves and tree bark were used as biomass for obtaining carbon materials. Fallen leaves were collected in the homesteads, and bark was collected in the forest. The obtained material was cleaned of unwanted impurities, washed and dried under ambient conditions in the laboratory. The next preparation process involved drying in an oven and grinding into a powder. This powder was carbonized at 1000 °C for 5 hours. The obtained material was cooled to ambient temperature and stored without access to air.

## **Conclusions**

Research was conducted with carbon material to determine its specific electrical resistance - the main characteristic of conductive electrodes. The obtained data showed that it is somewhat larger ( $\approx 20\%$ ) than that of thermal anthracite (standard material). Thus, further research will be aimed at improving this indicator. This will make it possible to replace fossil minerals with renewable natural ones.

# Improving Performance Properties Of Coal Electrode Pitch

**Eugene Malyi, Michael Chemerinskyi**

Institute of Industrial and Business Technologies, Ukrainian State University of Science and Technologies

e-mail: [nmetau\\_mtv@i.ua](mailto:nmetau_mtv@i.ua)

## **Introduction**

The formation of a complex of properties of a self-igniting electrode depends on a number of factors, and above all on the properties of the initial raw components, which are of natural origin and constantly change. Carbon mass, which is used to obtain electrodes, is a mixture of a solid carbon filler - thermal anthracite, and a binder - electrode pitch. Electrode pitches have no alternative as binding materials for the production of electrodes, anodes and carbon graphite products of various directions. Despite this, in order to obtain electrode pitch of the required quality, research aimed at the use of its modification processes, both due to the influence of raw materials and technological factors, and using the addition of various organic impurities, should be considered relevant.

## **Main material**

The conducted research was aimed at determining the rational composition of the modified electrode pitch, which proceeds with obtaining the main technological parameters of the production of electrode masses for self-firing electrodes. This will make it possible to reduce the use of electrode pitch due to the modifying action of the surface-active substance. Medium-temperature pitch B1 and phenol-formaldehyde resin were used as initial raw materials for research. Phenol formaldehyde resin was obtained from liquid concentrated phenol produced by coke chemical enterprises. Research on modified pitches was carried out on electrode masses for self-firing electrodes of electric arc furnaces.

## **Conclusions**

The results of the study showed that the use of phenol-formaldehyde resin as a modifier of electrode pitch made it possible to reduce the specific electrical resistance of carbon masses by 11% and increase the tensile strength limits by 9% due to the change in diffusion properties in the "filler-binder" system. It is proposed to add a modifier of up to 2% at the expense of medium-temperature pitch B1 in the composition of carbon masses. This made it possible to reduce the use of medium-temperature pitch, improve the operational properties of carbon graphite products and reduce the burden on the environment.

# Device for Cleaning Pipes From Resin and Paraffin Deposits

Volodymyr Dubovyk, Viktor Gorodetskyi, Alla Bosak, Yevheniia Bushtruk

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: processor-w@ukr.net

## Introduction

Resin and paraffin deposits (RPD) on downhole equipment seriously complicate oil production and lead to a decrease in its volumes. For some wells, if technologies for preventing the formation of RPD formation are not applied, the efficiency of the drilling rig decreases.

## Main material

There are several main ways to combat RPD: mechanical, thermal, chemical, physical. Of all the physical methods, methods based on magnetic fields have become very widespread. Pipe heating, in contrast to the listed methods of combating RPD and hydrate formation, is the most economically justified and universal. To simplify the cleaning of pipes from paraffin deposits, one can use a device whose functional diagram is shown in Fig. 1. Fig. 2 shows a view of the pipe end of a pipe cleaning device.

The device for cleaning pipes from RPD (Fig. 1) consists of a heater in the form of a hollow heat-insulated conductive pipe 2, which is divided into upper and lower sections using longitudinal slots 3, connected along the middle of the slots by a transverse multilayer electrical jumper 4. The jumper is multi-layered in order to reduce its ohmic resistance. The heat-insulated conductive pipe 2 is heated using three magnetic circuits 5.1, 5.2, 5.3 with windings  $W_{5.1}$ ,  $W_{5.2}$ ,  $W_{5.3}$ . The secondary single-turn circuits of the magnetic circuits are connected according to the "open triangle" scheme using a multilayer electrical jumper 4. The load for the "open triangle" circuit is parallel connected half-sections of a heat-insulated conductive pipe. The windings  $W_{5.1}$ ,  $W_{5.2}$ ,  $W_{5.3}$  are connected according to the "star" scheme without a neutral wire and are connected to the output of the frequency and voltage converter 6, which is powered by the  $U_M$  AC network. The output of the temperature sensor 7 and the "Start" control circuit are connected to the control inputs of the frequency and voltage converter 6.

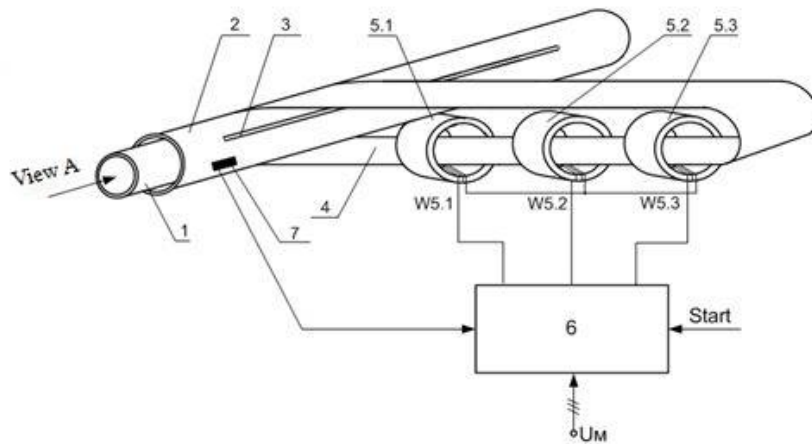


Fig. 1. Functional diagram of the pipe cleaning device

The device works as follows. The pipe 1, which is to be cleaned, is inserted coaxially horizontally into the conductive pipe 2 and does not short-circuit the upper and lower sections together, fig. 2. The slots are located from the ends of the pipe at a distance of at least half of its radius so that the sections of single-turn half-sections are the same.

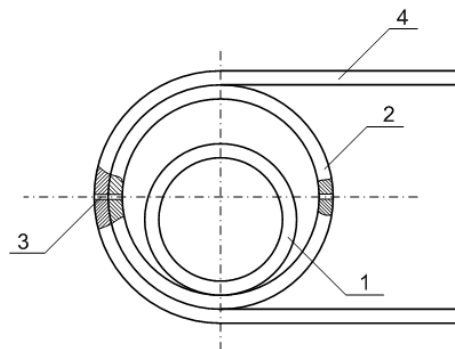


Fig. 2. View A from the pipe end of the pipe cleaner

After loading the pipe 1 for cleaning, the device is transferred to the working position at a certain angle to the horizontal surface. The voltage  $U_6$  is supplied from the frequency converter 6 to the windings  $W_{5.1}$ ,  $W_{5.2}$ ,  $W_{5.3}$  of the magnetic circuits 5.1, 5.2, 5.3. In the secondary single-turn parallel half-sections, an electromotive force with a voltage  $U_4$  is induced, under the action of which a current begins to flow in the circuits of parallel half-sections, which causes heating of the conductive pipe 2 and heat is transferred from its walls to the pipe 1 and it is cleaned.

Further, the heat from the walls of the pipe 1 is transferred to RPD. The heating temperature of the surface of the conductive pipe 2 is controlled by a sensor



7 located on its surface, and is maintained at a given level, for example, 80...150°C, by adjusting the voltage value at the output of the semiconductor frequency and voltage converter 6. At its output, the frequency can be set higher than the industrial one, which makes it possible to reduce the weight and dimensions of the magnetic circuits 5.1, 5.2, 5.3 by reducing the number of turns of the primary windings  $W_{5.1}$ ,  $W_{5.2}$ ,  $W_{5.3}$ , which also allows increase the voltage of the secondary single-turn circuit. Voltage of the secondary circuit  $U_4 = U_6 (W_4 / W_5)$ , where  $U_6$ ,  $U_4$  and  $W_5$ ,  $W_4$  are the voltage and the number of turns of the primary and the secondary circuits, respectively. Since, for a single-turn winding,  $U_4 = 1$ , then with a decrease in  $W_5$ , the value of  $U_4$  increases. The higher the voltage of the secondary circuit, the shorter the time for the device to reach the set temperature.

### **Conclusions**

The use of a magnetic circuit and inductor windings in the form of single-turn secondary circuits, as well as a transformer frequency tripler, makes it possible to reduce the dimensions and weight of the device and simplify the process of cleaning pipes RPD.

# Вплив Енергії Рівномірного Імпульсного Магнітного Поля на Розподіл Матеріалів у Зоні Тертя

Михайло Свирид, Ігор Трофімов

Національний авіаційний університет

E-mail: [svirid\\_mn@ukr.net](mailto:svirid_mn@ukr.net)

## Вступ

Невід'ємним завданням продовження експлуатації агрегату є створення умов при яких обслуговування механізму можливо проводити без розбирання та від'єднання його від загальної робочої системи. Для цього необхідно знати взаємодії елементів складових деталі вузла тертя з навколишнім середовищем та між собою, правильно користуватися потоком енергії (або силою), яка керує процесами переміщення допоміжних елементів (необхідних для нанесення або легування робочих поверхонь) на енергетично нестабільну поверхню тертя. Для прискореного вивчення модифікованих олив та їх властивостей в магнітному полі (МП) використовують дрібнодисперсні порошки з фіксованими магнітними характеристиками.

## Основна частина

При модифікуванні олив феромагнітним порошком (Ni) пара тертя без МП (рис.1.) зношувалась до 48 мкм за кілометр шляху, що пояснюється збільшенням твердості до 200 НВ, що більше ніж латуні (приблизно 150 МПа) та менше ніж твердість поверхні зразка (на рівні 950 МПа). Тому Ni працює як абразивна складова тертя на поверхні латуні. Зразок, маючи твердість майже вп'ятеро більше, виконує роль катка на поверхню якого намазуються частинки порошку. Модифікація оливи діамагнітним порошком – цинком, що має твердість близько 45 МПа, згідно з рис. 1 значно збільшила стійкість до зносу, що пояснюється малою твердістю та відсутністю наклепу в процесі напрацювання. Топографія поверхні поступово покривається модифікатором, заліковуючи тріщини на зразку і намазуючись на поверхню тертя контр-тіла, що зменшило знос пари до 27 мкм/км. Трибологічні параметри загартованого зразка сталь 45 по контртілу ЛС59-1 в середовищі модифікованої оливи М10Г2к парамагнітним порошком олова Sn характеризується умовами репарації поверхні тертя зразка до 1,5 мкм/км.

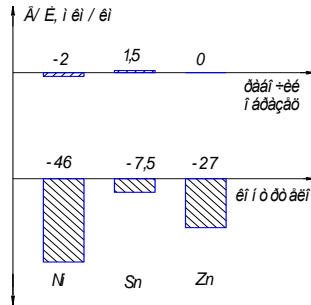


Рис. 1. Діаграма залежності трибологічних параметрів загартованого зразка шісталль 45 в середовиз M10Г2к по контртілу ЛС59-1

Такий механізм пов'язаний з твердістю Sn значно меншою, ніж у сталі 45 майже 50 разів, а латуні ЛС59-1 на порядок. Контртіло зношується до 7,5 мкм за км. шляху. Топографії поверхонь зразка характеризується відносно невеликою шорсткістю ( $R_a=10\text{мкм}$ ), поверхня контртіла ( $R_a=6\text{...}8\text{ мкм}$ ). Показники струму відзначені стабільністю і вже на 5-й хвилині встановлюється постійна величина (рис. 2) тертя, що проходить через зону, в середовищі оливи, що вказує на швидкість і якість утворених вторинних структур. Нікелева модифікуюча складова не створює окисних плівок, тому стабілізація струму настає майже через дві години випробувань (рис. 2). Поведінка діаманітного порошку Zn усереднює значення попередніх представників, на поверхні зразка спостерігаються сліди трибологічних плівок. Електрична характеристика модифікованої оливи порошком цинку встановлює режим в межах години.

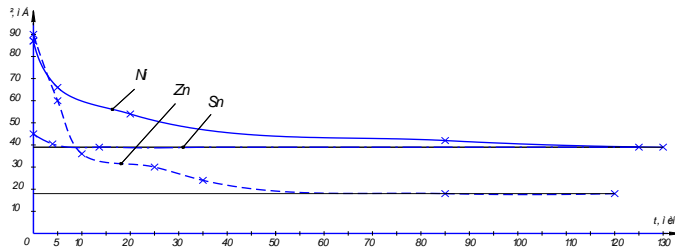


Рис. 2. Параметри струму, що пройшов через зону тертя від часу в залежності від дрібнодисперсних порошоків в M10Г2к

В магнітному полі з напрямком S/N на контртілі багато виразок, продукти зносу винеслися із зони тертя, поверхня пориста, але в поверхні видно багато не розтертих порошинок нікелю. При напрямі магнітного поля N/S. поверхня контртіла покрита борознами, пориста, нікелю не виявлено. Поверхня робочого зразка гладка, виявлено сліди нікелю. Властивості діаманітних матеріалів в МП характеризуються зміщенням їх у бік негативного градієнта спрямованого дії силових ліній. При модифікації олії цинком за умов тертя ковзання поверхня зразка намазується конгломератом цинку, що значно зменшує знос.

# Methodology for Improving the Energy Efficiency of Vehicular Propulsion Systems in Operational Modes

**Mykola Tsiuman**

National Transport University

E-mail: [tsuman@ukr.net](mailto:tsuman@ukr.net)

## **Introduction**

The energy efficiency of vehicular propulsion systems (VPS) largely depends on the ability of their control systems to adapt to various operating conditions and parameters of the vehicular propulsion systems, which may change qualitatively during operation. Such adaptability can be fully ensured by intelligent control systems (ICS), which during the operation of the vehicular propulsion systems "learn" in accordance with current conditions and provide for the appropriate flexibility of control algorithms or values of basic parameters. The formation of intelligent control system involves taking into account the influence of a large number of internal and external parameters on the indicators of the management object. To solve such task, a system approach can be applied most effectively.

## **Main material**

General systems theory and system analysis are used as a methodological basis for the study of complex problems. System analysis represents an ordered set of methods used to justify the choice of methods of solving complex practical and theoretical problems based on a quantitative comparison of possible alternative solutions.

On the basis of the known structure of system analysis, the following general sequence of main stages and operations, which involves a system approach to improving the energy efficiency of VPS in operational modes, is proposed.

The first stage is formation of the system of intelligent control of vehicular propulsion system operational modes (VPS-ICS system). The structure of the VPS-ICS system, which describes the main processes of its operation and data exchange in management processes, is developed on this stage. The main structural features and methods of practical implementation of these features are proposed. The combination of the methods of practical implementation of the main structural features will allow predicting various options for the development of the VPS-ICS

system. Criteria and algorithm for evaluating energy efficiency in different operating modes of vehicular propulsion system will allow analysis of the development of the VPS-ICS system.

The second stage is formation of the information subsystem of data exchange in the process of managing operational modes of VPS. The information subsystem contains the hardware (sensors of work process parameters) and software (software for processing sensor signals) components.

The third stage is formation of a mathematical subsystem of the system of intelligent control of VPS operational modes. The mathematical subsystem contains a model of vehicular propulsion system operating processes in the main operational modes, a model of operating processes of the control system in the main operational modes, a model of mathematical data processing of the information subsystem in the process of managing operational modes of vehicular propulsion system. Assessment of the adequacy of the VPS-ICS system model is carried out.

The fourth stage is evaluation of the effectiveness of the intelligent control of the vehicular propulsion system energy efficiency in different operational modes for specific options for the development of the VPS-ICS system. These are experimental research and mathematical modeling of the vehicular propulsion system energy efficiency indicators according to the criteria of the effectiveness of regulation of individual parameters, the efficiency of fuel use and the efficiency of the use of hydrogen (as a fuel component) in different operational modes.

The report will present the results of the implementation of individual stages of the proposed system approach to improving the energy efficiency of vehicular propulsion system in operational modes.

### **Conclusions**

The application of the proposed methodology will allow solving the task of improving the energy efficiency of the vehicular propulsion system in its operational modes by means of adaptive intelligent management of operating processes in accordance with the elemental structure of the VPS-ICS system. At the same time, the set of implementation options for individual structural elements of the VPS-ICS system allows to form promising options for the development of the system with a higher level of energy efficiency. Taking into account the global trend towards the creation of climate-neutral carbon-free technical systems, the efficiency of using hydrogen in the production of useful energy is proposed as a basic criterion for the energy efficiency of vehicular propulsion system.

# Choosing a Method for Evaluating the Energy Efficiency of Vehicles with Alternative Power Plants

<sup>1</sup>Natalia Kostian, <sup>2</sup> Vasyi Mateichyk

<sup>1</sup> Cherkasy State Technological University,

<sup>2</sup> National Transport University

E-mail: [438knl@gmail.com](mailto:438knl@gmail.com)

## Introduction

Based on the global priorities of energy saving and environmental safety, the management of modern transport systems should be adjusted to optimal modes according to the criterion of energy efficiency. Adjusting to the optimal modes of functioning of the systems requires an assessment of its current and predicted states. It is convenient to use regression, production and neural network models to evaluate the effectiveness of a given state. The specified models require the collection and processing of statistical data, including the determination of the level of energy efficiency of vehicles as functional elements of the specified systems.

## Main material

In the study of Smesek M. et al. (2021) the level of energy efficiency of vehicles  $LEE$  is defined as the ratio of the base energy consumption  $E_{basis}$  (the energy consumed by the engine under ideal operating conditions) to the actual consumption  $E_{fact}$ .  $E_{basis}$  is determined by the basic cost norms for a given vehicle model. Mateychyk V. and others. (2023 p.) proposed a vehicle energy efficiency criterion based on correction coefficients within the model, which takes into account 18 system attributes, but does not cover the vehicle segment with alternative power plants. However, recently there has been an interest of researchers in hydrogen as an alternative source of energy. According to independent international consultants Horváth & Partners, it is advisable to use hydrogen in the trucks and buses niche. In our study, the following indicator of energy efficiency of a large-class passenger bus with a hydrogen fuel cell on a given route is proposed:

$$LEE = \frac{E_{basis} \cdot \eta}{10^{-6} \cdot \sum_{j=1}^n A_{useful_j}(f, V_j, a_j, H, \alpha_j, R_j)}, \quad (1)$$

where  $A_{useful j}()$  – useful work in passing the  $j$ -th leg of the haul, which is a function of five arguments, MJ;  $n$  – the number of sections in the haul;  $\eta$  – efficiency, for hydrogen vehicle is in the range from 0.25 to 0.35 depending on the model;  $f$  – coefficient of rolling resistance;  $V_j$  – the speed of the bus on the  $j$ -th section of the haul,  $m \cdot s^{-1}$ ;  $a_j$  – acceleration of the bus on the  $j$ -th section of the haul,  $m \cdot s^{-2}$ ;  $H$  – capacity of passenger traffic on the run, pas.;  $\alpha_j$  – angle of inclination of the road on the  $j$ -th section of the haul;  $R_j$  – the radius of movement of the vehicle through the  $j$ -th section of the haul, m. It is advisable to take into account the radius of movement of the vehicle in the case of a curved trajectory, since its value affects the amount of rolling resistance. The energy efficiency assessment was carried out on the example of a large-class hydrogen bus SANCITY 12LFH manufactured by Autosan on the line of a given route in Rzeszów, Poland, for a typical working day (04/01/2023 p.) within the framework of cooperation with Rzeszów University of Technology. The following analytical dependence was finally obtained for a given haul:

$$LEE = \frac{\eta \cdot E_{basis}}{10^{-6} \cdot \int_0^L \left( 4.14365764 \left[ kg \cdot m^{-1} \right] \cdot V^2 + 13385 \left[ kg \right] \cdot \left( 0.0981 \left[ m \cdot s^{-2} \right] + a \right) \right) dl} \quad (2)$$

Speed and acceleration values were measured using a GPS tracker during the day with an interval of 1 ms. If there are sufficient statistics on passenger flows on a given route during a certain period, the following formula can be applied to estimate the energy efficiency of a shuttle bus with a hydrogen fuel cell:

$$LEE = \frac{E_{basis}}{120 \left[ MJ \cdot kg^{-1} \right] \cdot \left( \frac{k_1 \cdot \left[ kg \cdot km^{-1} \right]}{H_{avg}} - k_0 \left[ kg \cdot (pas. \cdot km)^{-1} \right] \right)} \cdot H \cdot 10^{-3} \cdot L, \quad (3)$$

де  $H_{avg}$  – average capacity of passenger traffic per observation day, pas.;  $L$  – haul length, m;  $k_1, k_0$  – coefficients determined by approximating specific energy consumption with a hyperbola function for a given vehicle model.

## Conclusions

As a result of the study, a criterion was chosen for evaluating the energy efficiency of the vehicle under conditions of the transport system, which takes into account the type of power plant of the vehicle. The obtained analytical dependencies made it possible to estimate the energy efficiency of a large-class hydrogen bus based on the observational data regarding its technical and operational characteristics.

# Determination of Basic Power Parameters of Devices for Cleaning of Pipelines with Roller Drive

**Stefan Zaichenko, Denys Derevianko**

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: [zstefv@gmail.com](mailto:zstefv@gmail.com)

## **Introduction**

The paper presents the general concept of creation of a system of cleaning of main pipelines by a device with a roller drive with the use of energy of oil flow. The expediency of using cleaning devices with roller brush drive is proved analytically. Application of this system allows to reduce time and labor during the carrying out of eye work of main pipelines due to multiple action of brushes which move on screw trajectory. A new design of an internal device with roller brush drive is proposed which allows to use energy of oil flow to create a rotational moment of brush drive. On the basis of the equations of the mechanics of contact interaction and the theory of movement of wheeled vehicles, the level of the maximum power of the roller drive of rotation of the rotor of the cleaning device is established

## **Main material**

The purpose of this research is to develop a new design of the device for cleaning the internal surface of the main pipeline and methods of calculation of the main geometrical and power-generating parameters taking into account the peculiarities of the mechanics of contact interaction of working bodies with the processed environment.

To achieve the set goal, the following tasks were solved in the work:

- Development of a fundamentally new design of an internal clearing device that allows to increase the brush action in one passage;
- Research of the processes of contact interaction of the elements of the eye-work with the processed environment;
- Creation of recommendations for calculation of main geometrical and power-generating parameters taking into account the peculiarities of the mechanics of contact interaction of working bodies with the processed environment.



The authors propose a fundamentally new design of an internal clearing device which allows to increase the brush action in one pass (fig. 1). The washing machine is driven by conventional sealing of the sleeves 1 which are attached to the housing 2 when the oil flow is applied to the later piping (direction shown by the arrow). When the washing machine is driven, the rollers 4 that are mounted on the rotor 3 interact with the surface of the pipe wall, forcing the brushes 5 to turn. The contact between the rollers and the wall of the pipe is provided by the system from the bracket 6 of the lever 7 and the springs 8. A pair of bearings 9 are used to rotate the inner wear rotor around the housing. The moment that causes the rotor to turn is created as a result of contact interaction established under the angle of rollers with the inner surface of the tube.

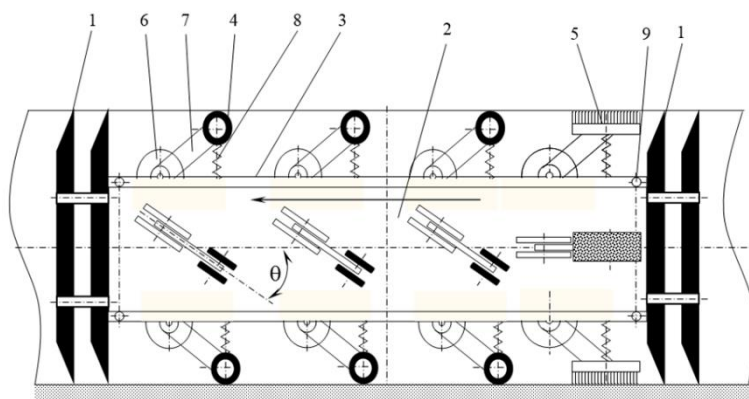


Fig. 1. Scheme of the internal cutting device with roller brush drive

## Conclusions

1. The paper presents the general concept of creation of the system of cleaning of main pipelines by the point device with roller drive. Proven to use cleaning devices with roller brush drive. Application of this system allows to reduce time and labor during the carrying out of eye works of main pipelines. So the effectiveness of the device is determined as the ratio of two variants of the trajectory, with the rotation of the brush and without rotation. When you change the angle of rotation of the roller from 10 to 80°, the performance of the appliance increases by 6 times.

2. A new design of an internal device with roller brush drive is proposed which allows to use energy of oil flow to create rotational moment of brush drive.

# The Improvement of Fuel Efficiency and Environmental Characteristics of Diesel Engine by Using Biodiesel Fuels

**Maksym Pavlovskyi**

National transport university

E-mail: [maks.pavlovskyi@gmail.com](mailto:maks.pavlovskyi@gmail.com)

## **Introduction**

In order to generate energy with minimal fuel consumption, diesel engines are among the most efficient internal combustion engines. Due to their inherent high fuel and economic performance, diesel engines are widely used as vehicle powerplants. The maximum total capacity of diesel engines is concentrated in freight and passenger vehicles and self-propelled agricultural machinery; in addition, the share of passenger cars with diesel engines is steadily growing. A significant increase in the scale of production and the rate of dieselisation will lead to further growth in the use of diesel fuel, which is limited in terms of oil refining and does not exceed 15–20%.

An analysis of studies on the use of biodiesel fuels for transport diesel engines has shown that biodiesel has a number of disadvantages, namely: low volatility, increased density and kinematic viscosity, lower calorific value, increased coking ability, high cloud point and solidification, and increased surface tension coefficient. The above parameters have a significant impact on the efficiency of biodiesel use and worsen the environmental performance of the engine (due to the increased content of nitrogen oxides in the exhaust gases). At the same time, the presence of oxygen in the biodiesel molecule and high cetane number contribute to higher combustion efficiency.

## **Main material**

The analysis of the results of car tests on a modelling roller stand under the conditions of the modified European driving cycle when running on regular and mixed biodiesel fuels shows that when the engine runs on biodiesel fuels, the consumption (g/cycle) increases by 4.6 % when running on two-component biodiesel, and by 1.8 % when running on three-component biodiesel. The fuels used in the research have different lower heating values, so the quality of their heat use is assessed by the heat consumption (MJ/cycle) to perform equivalent work.

Preliminary research shows that when the engine runs on two-component biodiesel, there is a 2.12 % increase in heat consumption compared to the heat consumed when run-ning on regular diesel fuel to perform work in the driving cycle. When the engine runs on three-component biodiesel fuel, there is a slight decrease in heat consumption (by 0.68 %) to perform the same work. Mass emissions of products of incomplete combustion: carbon monoxide  $G_{CO}$ , hydrocarbons  $G_{CmHn}$  and particles  $G_C$ . At the same time, mass emissions of nitro-gen oxides  $G_{NOx}$  from the exhaust gases when the engine runs on two-component fuel (the kinematic viscosity of which is slightly higher) increase by 5.3 % compared to mass emissions of nitrogen oxides  $G_{NOx}$  from the exhaust gases when the engine runs on regular diesel fuel. Mass emissions of nitrogen oxides  $G_{NOx}$  during operation on three-component biodiesel fuel are reduced by 6.2 % (the kinematic viscosity of three-component fuels is equal to the kinematic viscosity of regular diesel fuel). According to the test results, it was found that the total mass emissions of harmful substances from exhaust gases, reduced to CO, in the modified European driving cycle when operating on two-component biodiesel fuel increase by 0.68 %, and when operating on three-component fuel – decrease by 8.22 % compared to standard diesel fuel.

### Conclusions

1. The tests of the car on the modelling roller stand according to the modified European driving cycle, when running on two- and three-component biodiesel fuels, indicate that the mass emissions of incomplete combustion products are reduced: carbon monoxide  $G_{CO}$ ; hydrocarbons  $G_{CmHn}$ ; particles  $G_C$ . At the same time, the mass emissions of nitrogen oxides  $G_{NOx}$  rom the exhaust gases when the engine runs on two-component fuel increase by 5.3 % compared to the mass emissions of nitrogen oxides  $G_{NOx}$  from the exhaust gases when the engine runs on regular diesel fuel, and the mass emissions of nitrogen oxides  $G_{NOx}$  when running on three-component biodiesel fuel decrease by 6.2 %.

2. Tests of a modern diesel car equipped with a regulated gas turbine supercharger, a exhaust gases recirculation system and an electronic crankshaft speed regulator showed that when the engine runs on three-component biodiesel fuel, mass emissions of the main harmful substances are reduced: carbon monoxide  $G_{CO}$  by 21,3%; total hydrocarbons  $G_{CmHn}$  by 19,6 %; nitrogen oxides  $G_{NOx}$  by 6,2 %; particles  $G_C$  by 13,2 %; Improved efficiency of biodiesel use, reduced heat consumption by 2.46 % to perform equivalent work compared to two-component biodiesel.

3. According to the test results, it was found that the mass emissions reduced to carbon monoxide in the modified European driving cycle when running on two-component biodiesel fuel increase by 0.68 %, and when running on three-component fuel – decrease by 8.22 % compared to regular diesel fuel.

# The Study of Intermolecular Interactions in Bio-jet Fuel and Substantiation of its Influence on Fuel Properties

<sup>1</sup>Anna Yakovlieva, <sup>2</sup>Sergii Boichenko, <sup>3</sup>Peter Korba, <sup>4</sup>Pavol Kurdel

<sup>1,3,4</sup> Technical University of Kosice

<sup>2</sup> Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: [anna.yakovlieva@tuke.sk](mailto:anna.yakovlieva@tuke.sk)

Modern aviation is one of the main consumers of non-renewable hydrocarbon feedstock in the form of aviation gasoline and jet fuels. Due to the rapid development of the aviation industry, it is important to improve the energy efficiency of fuel and reduce aircraft emissions. Today, in accordance with the state policy of the leading countries of the world in the fuel and energy industry, the organization of alternative motor fuels use, in particular aviation fuel, from renewable feedstock is one of the priority tasks.

It is well known that the aviation industry causes significant damage to the environment because the products of fuel combustion are a source of atmospheric pollution. In addition, the emission of CO<sub>2</sub> and other greenhouse gases makes a significant contribution to global climate change. A set of guiding documents of leading world organizations is devoted to the problem of aircraft emissions. They establish the requirements for continual reduction of CO<sub>2</sub> emissions by 1.5 % per year on average with the aim to reduce carbon emissions by 50 % by 2050 in comparison with 2005.

Among the existing today variety of alternative aviation fuels, preference is given to those derived wholly or partially from renewable feedstock – biofuels. The use of fuels from renewable feedstock has a number of advantages, in particular their natural origin, provision of the closed carbon cycle during the production and use and, therefore, the reduction of CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere, the ease of fuel biodegradation in the environment, availability of the feedstock in different regions, and minimizing the adverse impact on environment during fuel storage and transportation.

One of the types of aviation biofuels, which are actively studied today, is a bio-jet fuel that is a blend of conventional jet fuel and bio-additives produced from plant oils. According to studies by there is a variety of oil feedstock, which can be

used for bio-additives production: rapeseed, sunflower, camelina oil, jatropha, used cooking oil, animal fats in the form of food industry waste, etc. The choice of feedstock usually depends on its availability in the certain region or country and physical-chemical properties of oil. Supply of the feedstock for bio-jet fuels production shouldn't compete with the needs of food industry. Bio-additives are usually produced through the process of esterification of oils with various alcohols (methanol, ethanol, butanol, etc.) and further vacuum distillation. These processes are well-described in works.

This work is presented as a continuation of previously fulfilled studies. The main purpose of the work is to determine the nature and role of intermolecular interaction in the system "hydrocarbon jet fuel – fatty acid esters" to explain the mechanism of interaction and substantiate the influence of bio-additives on the physical-chemical properties of bio-jet fuels. Within this study the following bio-additives were analyzed: rapeseed oil fatty acid methyl esters (RO FAME), rapeseed oil fatty acid ethyl esters (RO FAEE), camelina oil fatty acid ethyl esters (CamO FAEE), palm-kernel oil fatty acid ethyl esters (PKO FAEE) and coconut oil fatty acid ethyl esters (CocO FAEE).

The analysis of the nature of intermolecular interactions of fatty acid esters, hydrocarbons of conventional jet fuel and their mixtures allowed to state that during compounding (mixing) of hydrocarbon jet fuel and bio-additives based on fatty acid esters of plant oils, a homogeneous system is formed, in which each of the components is ground to the size of molecules. Interaction between the system components occurs under the action of electrostatic forces of intermolecular interaction (van der Waals forces). In this case, chemical interaction between the system components does not occur. Due to this, hydrocarbon jet fuel is mixed with bio-additives in any ratio and unlimitedly. During the process of storage the absence of stratification of the system is ensured, i.e. the aggregative stability of the fuel is ensured.

Differences in chemical structure of hydrocarbon jet fuel and bio-additives and, therefore, intermolecular interactions appearing between them determine properties of bio-jet fuels. Increasing content of bio-additives in bio-jet fuel leads to rise of the dispersion component in the total intermolecular interaction and graduate reduction of internal energy of the system. This has a direct influence on the physical-chemical properties of bio-jet fuels blended with fatty acids esters. Increasing the content of bio-additives results in rising of fuel density, viscosity and freezing point. Bio-additives based on PKO FAEE and CocO FAEE have molecular composition and weigh, which is closer to composition of conventional jet fuel. Therefore, bio-jet fuels blended with these bio-additives possess properties, which are more similar to properties of hydrocarbon jet fuels.

# Insulated Gate Bipolar Transistor Substitution Scheme Overview

Daniil Muhenov, Litvinov Volodymyr, Kuz Yevhenii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: [danila8902@gmail.com](mailto:danila8902@gmail.com)

## Introduction

Frequency regulated electric drive is used in bridge crane of "Vector" radiation waste storage in Chernobyl exclusion zone. Under the influence of ionizing radiation parameters of electric drive components are changing. Semiconductor devices are the least radiation resistant compared to other components of the electric drive. Power semiconductor devices include rectifier diode, inverter switches and drivers which are used for connection power switches gates to control circuits. It is known for certain that insulated gate bipolar transistors are used in inverter. The effects of ionizing radiation on insulated gate bipolar transistor is poorly covered in the literature. Variations of insulated gate bipolar transistor substitution schemes are considered.

## Main material

Insulated gate bipolar transistor (IGBT) is a power semiconductor device, which is a hybrid of power bipolar and field-effect transistors implemented in one crystal.

In various literary sources, different schemes of the internal structure of IGBT are proposed. This is due to taking into account or neglecting the influence of parasitic transistors, capacitances and resistances, as well as the representation of the collector-emitter channel by a bipolar transistor, thyristor or diode. The principle of controlling a bipolar power switch using a n-channel MOS transistor remains unchanged for most cases.

Since the issue of taking into account the influence of ionizing radiation on the IGBT is poorly covered in the literature, it is expedient to investigate the impact of ionizing radiation on its components. For this, it is advisable to use the IGBT substitution scheme, which:

- has identical characteristics to the real IGBT;
- not overly complex (consists of a minimum of components);

- allows taking into account the impact of ionizing radiation (the impact on each of its components is researched and well known);

- allows modeling in the LTspice software environments and MATLAB (simulation of a virtual electric drive with irradiated components).

The complexity of the substitution scheme allows for a more complete assessment of the physics of the process, but it has disadvantages:

First, it is necessary to determine the parameters of the elements of the substitution scheme, which causes difficulties due to the lack of data on internal resistances, capacitors and parasitic transistors in the datasheet of the modeled device. Some of the substitution scheme include such elements as an operational amplifier, a current source, a voltage source, which greatly complicates the further model and for solving the given tasks are excessive;

Secondly, a complex substitution scheme requires a large amount of machine time for calculations of transient processes. Since the power inverter has six transistors that switch at a frequency of 4 kHz, and the duration of the simulation of the electric drive cycle is  $\approx 10$  seconds, the number of switchings of the order of several tens of thousands will not allow the simulation to be completed in an acceptable time;

Thirdly, it should be noted that it is appropriate to use specialized software to study the behavior of semiconductor devices. It is advisable to use SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), a general-purpose electronic circuit simulator with open source code.

The authors of scientific works put forward various substitution schemes, which differ in the complexity of their structure and the accuracy of the display of the processes taking place in the transistor.

The proposed IGBT substitution schemes are presented in fig. 1.

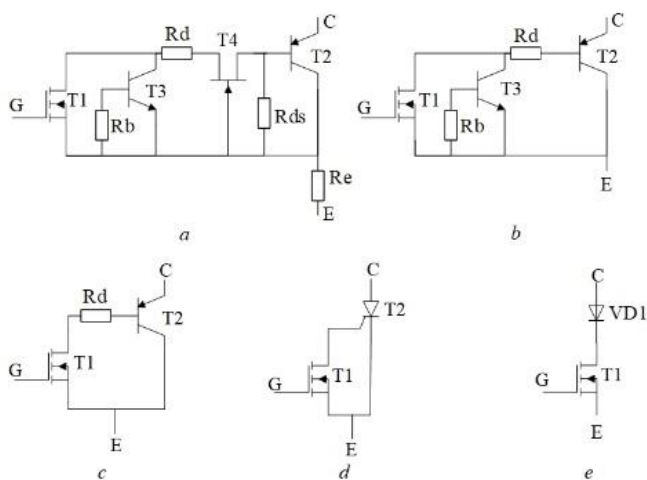


Fig. 1. Known IGBT substitution schemes

## Conclusions

It is possible to divide the proposed substitution schemes into four types according to the level of complexity (from the most complex to the simplest):

1) Schemes based on transistors, resistors and a parasitic transistor, fig. 1a. Structurally, the IGBT is a powerful high-voltage bipolar pnp transistor T2, which is controlled by a low-voltage field-effect transistor T1 with an induced n-channel through a high-voltage n-channel field-effect transistor T4. T3 is a parasitic npn transistor.

2) The model in fig. 1b is a simplified version of the previous model, in which the high-voltage n-channel field-effect transistor T4 is neglected, since its characteristics do not affect the parameters of the IGBT.

3) Model without a parasitic transistor, fig. 1c. The scheme is an n-channel field-effect transistor with an induced channel, the drain of which is connected to the base of a bipolar pnp transistor, and the source is connected to the collector. Thus, the gate of the field-effect transistor is the gate of the IGBT, the emitter of the bipolar acts as the collector of the IGBT, and the connected source and collector form the emitter of the IGBT. This scheme is much simpler and allows to model the IGBT with the least amount of input data.

4) Simplified models with a thyristor, fig.1d, or a diode, fig.1e, instead of a field-effect transistor. There is also an even more simplified model, which consists of a field-effect MOS transistor controlling a thyristor, or an MOS transistor and a diode. The disadvantage is the property of the thyristor to be closed not by the control signal, but by the application of the inverse anode-cathode voltage.

Thus, there is an opportunity to choose a suitable insulated gate bipolar transistor substitution scheme depends on the task need to be solved.



## **Chapter IV.**

# **Energy Safety, Environmental Safety and Development of Ecologistics, Systems of Utilization and Disposal of Transport and Energy Materials**

# Studies on the Adsorption of Petroleum Products

**Vira Sabadash**

Lviv Polytechnic National University

E-mail: <sup>1</sup> [virasabadash@gmail.com](mailto:virasabadash@gmail.com)

## **Introduction**

Water pollution and the discharge of oil and diesel contaminants into wastewater pose significant environmental challenges worldwide. Adsorption has emerged as an effective method for removing pollutants from wastewater. This study investigates the adsorption capacities of zeolites and carbon nanotubes (CNTs) for the removal of wastewater contaminants, with a focus on their application in environmental protection. The adsorption of petroleum products is critical in environmental remediation and wastewater treatment. The results of experimental investigations conducted to evaluate the adsorption capacities of various adsorbents for petroleum products were presented. The adsorption performance, kinetics, and equilibrium behaviour of different adsorbents were analyzed, providing insights into their effectiveness in removing petroleum contaminants from aqueous solutions.

## **Main material**

The contamination of wastewater with pollutants, including oil and diesel, poses a grave threat to water resources and ecosystems and poses a significant threat to the primary source of drinking water supply. Numerous cities in Ukraine, including Kherson, Kremenchuk, Poltava, Lutsk, and other settlements, have been affected by groundwater pollution caused by oil products. Approximately 120 water intakes, which collectively yield 3.8 million m<sup>3</sup>/day (accounting for over 25% of the explored resources), are located within the areas influenced by sources of petrochemical pollution. In particular, there are 54 water intakes where the aquifers are covered by permeable sand-clay rocks, offering minimal protection against surface contamination. Consequently, there is a possibility of "hidden" pollution by oil products, wherein the infiltration of oil products into the underground environment goes unnoticed and migrates towards water intake wells. This situation raises significant concerns about the imminent contamination of water intakes soon. Adsorption has gained attention as a potential solution due to its ability to capture and remove pollutants selectively. This study aims to explore the adsorption capabilities of zeolite and carbon nanotubes for petroleum products as wastewater

contaminants, highlighting their potential for environmental protection. Zeolite, with its porous structure and high surface area, exhibits ion exchange and molecular sieving effects, allowing for the adsorption of various contaminants. Carbon nanotubes, with their unique structure and surface properties, offer enhanced adsorption capacities through van der Waals forces and  $\pi$ - $\pi$  interactions. Carbon nanotubes, with their tailored surface functionalities and large surface area, exhibit high adsorption capacities for a wide range of pollutants. We investigated the adsorption capacities of zeolite and carbon nanotubes for oil and diesel contaminants. The primary objective was to establish the adsorption capacity of zeolite in removing oil products. In addition, the study explored the static sorption patterns of a synthesized sorbent based on fly ash, which is a byproduct generated during the combustion of hard coal at thermal power stations. The sorption isotherms for hydrothermal and thermal modification methods were determined to assess the sorption characteristics of the synthesized sorbent. The experimental studies involved conducting batch adsorption experiments, where oil products were introduced to zeolite and the synthesized sorbent under controlled conditions. The adsorption capacity of zeolite was evaluated by measuring the concentration changes of oil products in the solution before and after the adsorption process. The results established the effectiveness of zeolite in adsorbing oil products, providing insights into its potential application in environmental remediation and wastewater treatment. Furthermore, the synthesized sorbent based on fly ash demonstrated promising adsorption properties for oil products. The sorption isotherms for zeolites allowed for a comprehensive understanding of the sorption behaviour and capacity of the synthesized sorbent were obtained. The findings contribute to developing sustainable and efficient sorbents for removing oil products from contaminated water sources. Overall, this study expands our knowledge of the adsorption capabilities of zeolite and a synthesized sorbent based on fly ash, shedding light on their potential application in environmental protection and the mitigation of oil product contamination.

### **Conclusions**

Zeolites and carbon nanotubes demonstrate significant potential for the adsorption of wastewater contaminants, oil, and diesel, making them valuable tools for environmental protection. Their unique properties and adsorption mechanisms offer efficient and selective removal of pollutants from wastewater. Further research is required to optimize their performance, develop cost-effective regeneration methods, and explore their potential for large-scale applications. Further research in this field can contribute to developing advanced adsorbents for effective oil spill cleanup and water treatment processes.

# A Model of an Ecologically Balanced System of Utilization and Processing of Energy Materials

<sup>1</sup>Oleksandr Novoseltsev, <sup>2</sup>Tatyana Eutukhova, <sup>1</sup>Leonora Chupryna

<sup>1</sup> Institute of General Energy of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Interregional Academy of Personnel Management, Kyiv, Ukraine

E-mail: [anovos773@ukr.net](mailto:anovos773@ukr.net)

## Introduction

One of the most important problems of Ukraine, which is related to Russian military aggression, is providing the country with energy resources. However, there is a way out of this situation - the formation of production and technological systems based on the principles of a circular economy, i.e., zero waste production and consumption, ecological design of products to create a closed life cycle, reuse, recovery and recycling of waste, where each product at the end use is a potentially renewable resource.

## Main material

As a result of the spread of zero waste technologies and digitalization of the economy, new opportunities for the development of circular production principles are opening up. All contributes to the formation of a fundamentally new model of the economy, which acquires a restorative and closed nature, based on the principle of "take, make, reuse" and being an alternative to the previously dominant linear mechanism of the functioning of goods and services markets.

The circular economy is a model of production and consumption based on a systemically organized sequence of technological operations, which include procedures for sharing, reusing, repairing, repurposing and recycling materials and products over a long period of time. When using the circular economy model, the life cycle of manufactured goods increases, and the amount of waste is minimized.

If earlier, at the end of the product's use, burial of product residues prevailed, today various methods of disposal of products and waste are used, from recovery and processing to incineration with energy extraction. Thus, in the industry of developed countries, such as Germany, re-manufacturing technologies are actively used to restore individual elements and parts to a "like new" condition. At the end of use, the product goes through such stages as direct return to the manufacturer or

another party responsible for disposal, taking into account the strategy of the manufacturer's relations with the consumer regarding the return of products, dismantling and quality control, making a decision on the method of disposal and the disposal process itself (Fig. 1).



Fig. 1. Model of decision-making regarding the choice of the method of product disposal at the end of its use, taking into account environmental and economic factors.

The purpose of dismantling and checking the quality of products during acceptance and delivery is to remove components that are not subject to secondary use and processing from a technical point of view, or their secondary use is economically unprofitable. For example, if a product and its components are excessively damaged, such product must be immediately removed from recovery and, if possible, recycled to obtain new materials.

The decision on the method of disposal is made after testing the product or its individual elements. It is carried out in order to guarantee the working condition of the component, assess the possibility of recovery and repeated operation. After testing and inspecting the product parts, they are sent for repair and recovery, or recycling or burial.

### Conclusions

In general, the circular economy promotes economic prosperity. It reduces the cost of resources - both human and energy - for the production of products. Carbon emissions in the supply chain also decrease. In addition, the circular economy makes the economy more sustainable in the long run.

# Prospects for the Use of Hydrogen as a Fuel for Green Aircraft

<sup>1</sup>Kateryna Balalaieva, <sup>2</sup>Mykhailo Mitrakhovych, <sup>2</sup>Igor Kravchenko, <sup>2</sup>Sergiy Dmytriyev

<sup>1</sup>National Aviation University

<sup>2</sup>Zaporizhzhia Machine-Building Design Bureau «Progress» State Enterprise named after Academician O. H. Ivchenko

E-mail: [kateryna.doroshenko@npp.nau.edu.ua](mailto:kateryna.doroshenko@npp.nau.edu.ua)

## Introduction

Aviation kerosene is the main fuel of modern aviation, is a product of oil refining, the reserves of which are limited. In the global aviation engine building, work is underway to obtain fuel from various alternative sources, among which cryogenic fuel, liquid hydrogen, occupies special attention.

Cryogenic hydrogen has many advantages as an energy carrier compared to aviation kerosene. The heat of liquid hydrogen combustion is 2.8 times higher than that of kerosene, it contributes to a decrease in the fuel supply on board, that is, a decrease in takeoff weight for a given flight range and payload mass. In addition, hydrogen has a larger operating range in terms of excess air ratio. And, above all, one of the most important properties of hydrogen is environmental safety and non-toxicity.

## Main material

The reserves of hydrogen on Earth are practically inexhaustible. Its flammable limits in air are between 4% and 75% hydrogen by volume. High explosion and fire hazard are explained by its ability to enter into an oxidation reaction easily.

Experimental projects on the use of hydrogen as a fuel in aviation began in the middle of the 20th century: the Suntan CL-400 aircraft with Rex-1,2,3 engines (1951), the RB-57 Karbena aircraft with J-65 Pratt&Whitney Aircraft engines (1956), Tu-155 aircraft with NK-88 engines (1988). The flights showed that cryogenic fuels in aviation are not only expedient, but also possible.

However, the use of liquid hydrogen as a fuel will require a fundamental change in the appearance of the aircraft. With all its advantages, the use of hydrogen has a significant drawback - high explosiveness. A mixture of hydrogen and air is capable of exploding from a spark. However, this process can be controlled and, if necessary, an emergency fuel jettison in flight can be performed. Hydrogen safety is based on four main principles: ventilation, leakage prevention, elimination of ignition sources and detection devices. It is unacceptable for air to enter tanks and pipelines filled with liquid hydrogen. The air freezes and settles on the walls above the level of liquid hydrogen or sinks to the bottom of the tank. Crystals of oxygen or solid air can be a source of ignition or explosion.

For electric-powered aircraft, hydrogen can be used in fuel cells to generate electricity. The gas does not burn, but is electrochemically oxidized, forming water and generating a stream of electrons - an electric current that feeds the power plant circuit. In addition, cryogenic hydrogen can be used for increasing efficiency to create a superconductivity effect in electric motors and other electrical devices.

The main advantages of power plants with fuel cells are high energy efficiency, reliability, noiselessness, minimum amount of harmful emissions and possibility of placing them directly with the consumers. Hybrid plants, including fuel cells and microturbines, are being intensively developed in Japan. The company designs hybrid plants with electric power of 250 kW and 1000 kV based on solid oxide fuel cells with an operating temperature of 900°C and a microturbine. The fuel is natural gas, which contains a large amount of hydrogen. As the results show, the electrical efficiency of the hybrid plant is more than 55% with nitrogen oxide emissions less than 15ppm .

### **Conclusions**

The problem of replacing the type of fuel poses many challenges for the aviation industry, including, first of all, how hydrogen production should be organized on an industrial scale, as well as hydrogen liquefaction, hydrogen production methods on board aircraft, etc.

# Methodological Approaches for Forecasting the Structure of Consumption of Fuel and Energy Resources in Heat Supply

Oleksandr Teslenko, Volodymyr Derii, Vitaly Makarov, Iryna Leshchenko

General energy institute of the National Academy of Sciences of Ukraine

E-mail: teslenko1961@gmail.com

## Introduction

The modern development of world society is aimed at reducing the negative anthropogenic impact on the environment. Almost every country in the world defines national plans for prospective changes in the consumption of fuel and energy resources (FER) to prevent climate change. In the production of thermal energy, fossil fuels (coal, oil, natural gas, etc.) are traditionally used, the burning of which releases harmful substances into the environment, in particular, greenhouse gases. The innovative development of energyefficient technologies for the production of heat energy with the future predominant use of renewable energy sources causes structural changes in the consumption of fuel and energy resources in heat supply.

## Main material

In general, in the modern heat supply system, the structure of the FER consists of fuel resources (fossil fuels, biomass, combustible waste), electricity from the power supply system, heat energy of the environment (solar, aero-, geothermal and hydrothermal energy) and waste heat energy of anthropogenic origin (cooling systems in industry, sewage sewage).

Heat energy  $Q_{he}$ , which will be produced by the heat supply system, is defined as the sum of the heat needs of consumers  $Q_{cn}$ , heat losses  $Q_{hl}$  during the transportation of heat to consumers and heat  $Q_{on}$  for the own needs of the heat-generating equipment.

In order to decarbonize the economy, normative documents have been adopted in many countries around the world, which determine the perspective ratio of parts  $\alpha_j(\tau) = Q_j(\tau)/Q_{he}$  of the total production of heat energy, obtained with the application of technologies  $j$  with the use of individual types of FER:

$$1 = \sum_1^J \alpha_j(\tau) = \sum_1^J (Q_j(\tau)/Q_{he}(\tau)).$$



In the future, a significant increase in the use of biofuels, waste, other renewable sources of energy and electricity with a significant reduction in fossil fuel consumption is predicted.

For fuel heat generators, the main energy resource is solid, liquid or gaseous fuel, the efficiency of its conversion is determined by the applied technology of thermal energy production. At the same time, the amount of consumption is calculated separately for each type of fuel with distribution by origin: fossil or renewable. Similarly, fuel consumption for cogeneration plants, in particular, nuclear and thermal power plants, is calculated.

Solar heat generators take into account the efficiency of solar radiation energy conversion to determine the consumed solar energy. Consumption of FER by heat pumps that use low-potential energy sources is determined by the transformation coefficients of this equipment (electricity consumption) and the temperature of both the energy source and the heat carrier, with a division into energy sources of natural and anthropogenic origin.

The consumption of energy resources during the disposal of waste high-temperature heat of anthropogenic and geothermal origin is calculated separately for each type. For each heat-generating technology, a prospective change in the efficiency of production (conversion) of thermal energy due to the improvement of technological equipment is taken into account. Consumption of FER is calculated separately for centralized heat supply systems, autonomous and individual heat supply systems, which, among other things, differ in the presence of coolant transportation systems.

Electricity is used either for the own needs of the heat-generating equipment  $E_{onj}$  according to technology  $j$ , or as the main energy resource (for example, for heat pumps), and for transporting heat to consumers in the centralized heat supply systems  $E_{th}$ .

### **Conclusions**

Methodological approaches for forecasting changes in the structure of energy consumption in heat supply are proposed, which take into account the perspective implementation of innovative technologies for the production of thermal energy. These approaches can be used when drawing up national and regional plans for long-term consumption of FER, in particular renewable energy sources.

# Шумові Сигнали в Задачах Моніторингу та Ідентифікації Стану Об'єктів Електроенергетики в Режимі Експлуатації

<sup>1</sup>Світлана Ковтун, <sup>2</sup>Юрій Куц, <sup>1</sup>Олександр Пономаренко, <sup>1</sup>Леонід Щербак

<sup>1</sup>Інститут загальної енергетики НАН України

<sup>2</sup>Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського»

E-mail: [dep4\\_ize@ukr.net](mailto:dep4_ize@ukr.net)

## Вступ

Шумові сигнали є сигналами різної фізичної природи, наприклад, дробові, теплові шуми в електронних і радіоелектронних системах; шуми різних механізмів в енергетиці та транспорті тощо. Виділяють два напрями досліджень шумових сигналів: перший – це задачі передачі, приймання і виявлення сигналів при дії завад, якими є шумові сигнали; другий – задачі дослідження шумових сигналів як інформаційних сигналів в шумометрії, шумовій діагностиці, ідентифікації різних систем.

В доповіді наведено результати дослідження і обґрунтування математичної моделі шумових сигналів об'єктів електроенергетики в режимі експлуатації для вирішення задач їх моніторингу та ідентифікації стану.

Актуальність таких досліджень полягає в тому, що основні об'єкти електроенергетики України на сьогодні відпрацювали більше 80% свого нормативного ресурсу, а результати їх моніторингу й ідентифікації стану дають можливість вирішення проблеми оцінювання їх залишкового ресурсу та подовження терміну експлуатації.

## Основні результати

Аналіз публікацій за даною проблематикою засвідчив, що найбільш інформативними є шумові сигнали, які містять вагому інформацію для оцінювання поточного стану об'єктів.

Проведеними дослідженнями з урахуванням експериментальних даних вимірювань шумових сигналів була обґрунтована їх математична модель у вигляді лінійного випадкового процесу

$$\xi(\omega, t) = \int_0^{\infty} \varphi(\tau, t) \eta'(\omega, \tau) d\tau, \quad \omega \in \Omega, \quad t \in T. \quad (1)$$

Модель (1) має чітку фізичну інтерпретацію. Детермінована функція  $\varphi(\tau, t)$  є імпульсною перехідною функцією формуючого лінійного фільтру, що визначається об'єктом, а  $\eta'(\omega, \tau)$  – узагальнена похідна однорідного випадкового процесу з незалежними приростами та безмежно подільними законами розподілу, частинними випадками яких є гауссовські і пуассонівські розподіли. Похідна  $\eta'(\omega, \tau)$  відома як випадковий процес білого шуму.

Модель (1) також визначає обчислювальний алгоритм комп'ютерного моделювання реалізацій шумового сигналу. Відгук відповідного лінійного фільтру з функцією  $\varphi(\tau, t)$  є реалізацією кольорового шуму при дії на вхід фільтру білого шуму, реалізації якого формуються програмними генераторами псевдовипадкових чисел.

Для розв'язання задач моніторингу та ідентифікації стану об'єктів електроенергетики використовуються  $n$ -канальні апаратно-програмні вимірювальні системи, на входи сенсорів яких поступає шумовий сигнал у вигляді лінійного випадкового вектору

$$\Xi_n(\omega, t) = \{\xi_i(\omega, t), i = \overline{1, n}\}, \quad (2)$$

де кожна компонента  $\xi_i(\omega, t)$  описується виразом (1).

На практиці використовується стаціонарна модель процесу (1) виду

$$\xi(\omega, t) = \int_0^\infty \varphi(t - \tau) \eta'(\omega, \tau) d\tau. \quad (3)$$

Розподіл процесу (3) задається характеристичною функцією  $f(u)$ , логарифм якої визначається як

$$\begin{aligned} \ln f(u) = & iua \int_0^\infty \varphi(\tau) d\tau - \frac{u^2}{2} \sigma^2 \int_0^\infty \varphi^2(\tau) d\tau + \\ & + \int_0^\infty \int_0^\infty \left[ e^{iux\varphi(\tau)} - 1 - \frac{iux\varphi(\tau)}{1+x^2} \right] dL(x) d\tau. \end{aligned} \quad (4)$$

де величини  $\alpha$ ,  $\sigma^2$  і пуассонівська спектральна функція імпульсів процесу у формі Леві  $L(x)$  описують безмежно подільний закон розподілу процесу  $\eta(\omega, \tau)$ .

На основі (4) визначаються спектральні та кореляційні характеристики моделі шумового сигналу (3) як характеристики ідентифікації поточного стану досліджуваного об'єкта. Для аналізу даних вимірювальних експериментів шумових сигналів було використано статистичний апарат опрацювання часових рядів.

## Висновки

Інформаційним ресурсом в задачах моніторингу та ідентифікації стану об'єктів електроенергетики в режимі їх експлуатації є шумові сигнали, включаючи вібраційні, для яких визначено математичну модель і закони розподілу. Закони розподілу, кореляційні та спектральні характеристики шумових сигналів можуть бути використані як характеристики ідентифікації поточного стану об'єкта.

# Experience in the implementation of hydrogen energy projects in Germany (for example, the H2BAR project, Brandenburg)

Viktoriiia Khrutba, Petro Mateichyk

<sup>1,2</sup>National Transport University

E-mail: [Viktoriiia.Khrutba@gmail.com](mailto:Viktoriiia.Khrutba@gmail.com)

## **Intrduction**

In the context of decarbonisation of industry, transport, utilities, and construction, hydrogen energy has become one of the cornerstone trends in the EU, the US, Japan, and other developed countries. The widespread use of hydrogen as an energy carrier is most appropriate for those industries that cannot be electrified and are aimed at bringing carbon dioxide emissions from industrial facilities, transport, energy, construction, etc. to zero. The EU's hydrogen strategy envisages that total investments in renewable hydrogen in Europe could amount to between €180 billion and €470 billion by 2050. Analysts estimate that by 2050, hydrogen could meet up to 24% of the world's energy needs, with annual sales of €630 billion. Hydrogen is a fuel that produces water during combustion, and its widespread use should become an important means of decarbonising (abandoning the use of fossil hydrocarbons such as coal, gas, oil, etc.) the EU economy.

## **Main material**

In 2020, Ukraine and Germany launched a joint energy partnership. One of its main points is cooperation in the development, use and transportation of hydrogen. Germany focuses exclusively on hydrogen from renewable energy sources. Hydrogen and fuel cell technologies play a key role in the Brandenburg region due to the presence of wind and wind turbines. Brandenburg is a leading energy region in expanding the use of renewable energy sources and shaping the new energy world. It is actively implementing the energy transition with its innovative companies in both the electricity sector and mobility.

In 2008, the district of Barnim in the state of Brangeburg adopted a zero-emissions strategy, with renewable energy and CO<sub>2</sub>-free mobility as key elements at the municipal and regional levels. The district of Barnim has identified several projects for local passenger and commercial transport that could enable the

conversion of local rail transport to hydrogen in the near future, including the Heidekrautbahn (RB27), which is operated by Niederbarnimer Eisenbahn.

On the Heidekrautbahn (RB27), seven hydrogen fuel cell trains are to replace the previous diesel cars. The planned use of hydrogen trains on the Heidekrautbahn is part of a larger project called "Use of hydrogen fuel cell drives in local transport in the district of Barnim (H2BAR)", which involves several districts and companies. The project is funded by the German federal government as part of the national innovation program for hydrogen and fuel cell technology. The funding is coordinated by NOW GmbH and implemented by Project Management Jülich.

For the first time in rail transport, hydrogen trains will be launched in Brandenburg. First, the necessary infrastructure must be created. The pilot project is being carried out with the scientific support of BTU Cottbus-Senftenberg and the German Aerospace Centre (DLR). As part of the H2BAR project, the Lower Barnim Railway (NEB) plans to switch trains on the Heidekrautbahn (RB 27) to hydrogen fuel cell trains. In addition, buses and waste collection vehicles are to be converted to hydrogen. The hydrogen required for this complex project to combine the sectors will be 100 percent renewable and produced regionally. It will be supplied through a newly built infrastructure of refueling stations. In addition, to ensure the smooth operation of rolling stock on the railway, repair shops are being re-equipped and replenished.

The total investment in the H2BAR project is around 110 million euros. According to federal guidelines, the project will be supported by approximately €25 million. To this should be added state co-financing through the Future Investment Fund (ZiFoG) of up to €20 million.

### **Conclusions**

The "green" hydrogen is thus produced by electrolysis from regionally generated renewable wind and solar energy. The hydrogen is produced at ENERTRAG SE's hybrid plant in Oberhafel. Kreiswerke Barnim is building a hydrogen refuelling station in Basdorf to fuel trains. The hydrogen trains are expected to be launched in December 2024.

At the same time, the project supports the State of Brandenburg's goal of reducing CO<sub>2</sub> emissions in the mobility sector and serves as an example for other areas. The Heidekrautbahn project illustrates how the interconnection of sectors can work in the mobility sector, which is so important for the energy transition. In the future, hydrogen and fuel cell technologies will become a major economic force in the field of industrial policy.

# The Influence of Vegetable Origin Surfactants on the Process of Asphaltenes Flocculation

<sup>1</sup> Kostiantyn Zamikula, <sup>2</sup> Olena Tertyshna, <sup>3</sup> Oleg Tertyshnyi, <sup>4</sup> Kostiantyn Sukhyi

<sup>1, 2, 4</sup> SHEI Ukrainian State University of Chemical Technology

<sup>3</sup> Dnipro State Agrarian and economic university

E-mail: [zamikula\\_1994@ukr.net](mailto:zamikula_1994@ukr.net)

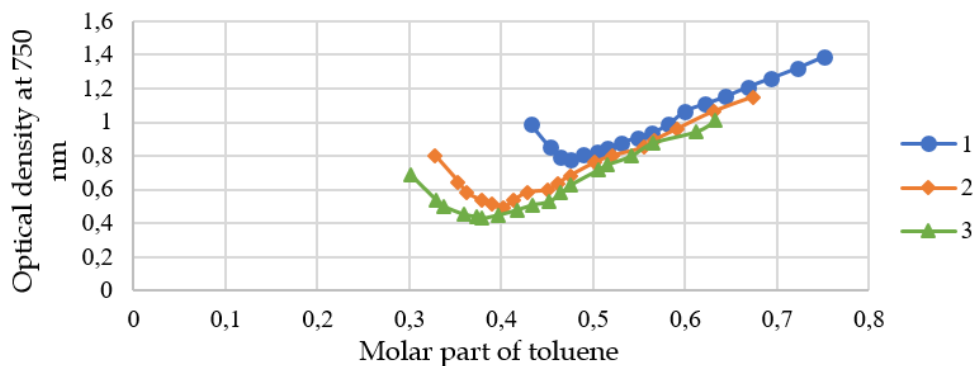
## Introduction

Asphaltenes, as the most polar components of oil, exhibit significant surface activity. Predictions of the phase behavior of asphaltenes in oil dispersion systems are relevant for the oil industry, especially now, when there is a steady trend of increasing the production of heavy oil, which is characterized by their high content. The formation of deposits on working surfaces causes problematic situations in oil technological processes. In oil dispersed systems, asphaltene particles are structure-forming elements and are the main component of the dispersed phase. Compositional changes of the dispersed medium affect the internal structure of the dispersed system. Aggregation of asphaltenes and the subsequent process of flocculation means a loss of kinetic stability by the system.

## Main material

To reduce flocculation in heavy oil systems, it is promising to use organic-soluble surfactants and other amphiphilic reagents synthesized from plant raw materials. Asphalt-resin-paraffin deposits (ARPD) of asphaltene nature and two types of surfactants - sodium sulfosuccinate based on mono- and diglycerides of fatty acids and phosphatide concentrate were chosen as objects of research. The starting point of asphaltene flocculation ("onset" point) was determined as the minimum amount of the precipitant component (n-hexane), which must be added to the model mixture (ARPD dissolved in toluene with a concentration of 15 g/l) to start the precipitation of asphaltenes. The method of measuring the onset consisted in tracking the optical density of the model mixture at a fixed wavelength (750 nm), with an increase in the amount of precipitant in the system. The addition of a precipitant is accompanied by a drop in the optical density of the original system due to dilution. At the moment of reaching the starting point of asphaltene flocculation, the optical density began to increase due to the generation of asphaltene particles.

The results of determining the "onset" point for a solution of ARPD in toluene, as well as for solutions that contained 5% by mass. of each of the surfactants are shown in Figure 1.



**Fig.1.** Determination of the "onset" point of ARPD solutions in solvents: 1 - toluene, 2 - toluene + 5% sodium sulfosuccinate; 3 - toluene +5% phosphatide concentrate

As can be seen from the figure, the addition of surfactant shifts the "onset" point towards lower concentrations of toluene in the mixture with the precipitant, and therefore prevents the flocculation of asphaltenes. Addition of phosphatide concentrate was more effective compared to sodium sulfosuccinate (0.379 and 0.403 mole fractions of toluene, respectively). This can be explained by stronger anchoring of ARPD particles on the surface and the creation of denser protective layers for surfactants with a large number of functional groups - amide, carboxyl and phosphatidic.

### Conclusions

The presented technique made it possible to evaluate changes in the distribution of components of the binary solvent in the solvate shells of asphaltenes at the time of their loss of aggregation stability. According to the results of the experiment, it can be assumed that due to the addition of surfactant, the amount of substance is redistributed in the solvate shells and the dispersion medium, and the flocculation of ARPD particles is inhibited.

# Research of the Influence of External Factors on the Iron Content in Industrial and Drinking Water

Yevgen Zbykovskyy, Iryna Shvets

Donetsk National Technical University

E-mail: [zeixtt@gmail.com](mailto:zeixtt@gmail.com)

## Introduction

Iron contamination of water depends on many factors: water supply sources, pre-treatment methods, condition of storage tanks and condition of pipelines. According to sanitary and chemical standards, the permissible concentration of total iron in drinking water is  $0.3 \text{ mg/dm}^3$ . The increased concentration of iron in drinking water is the third class of danger.

Specialists of the English company Water Lens experimentally confirmed that the test samples of water from sampling points have significantly lower values of quality indicators. In particular, concentrations of iron (II) and (III) decrease intensively in the first two hours after sampling. Then for eight hours, concentrations continue to decrease, but more slowly. The task was to verify the existence of the problem of reducing the amount of iron in water under the influence of external factors (time, change in temperature) and find out the cause of this phenomenon.

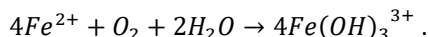
To determine the concentration of iron in water, the photometric method with orthophenanthroline was used. The research was carried out in the presence of hydrochloric acid hydroxylamine, which made it possible to convert Fe (III) ions into Fe (II), because only Fe (II) reacts with orthophenanthroline. To achieve the completeness of the reaction, it was necessary to hold the solution with the reagent for 10-15 minutes.

## Main material

Ordinary drinking water was used as the tested water. Determination of iron concentrations in the tested water was carried out after it exposures every 30 minutes. In the first hour and a half after water sampling, the concentration of total iron rapidly decreased from  $X=0.130 \text{ mg/dm}^3$  to  $X=0.080 \text{ mg/dm}^3$ . The decrease in the concentration of total iron during this time was almost 40%. But over time a balance was reached. This is due to the fact that  $\text{Fe}^{2+}$  ions are very unstable in the tested water.



When these ions interact with air oxygen, they quickly turn into  $Fe^{3+}$  ions (insoluble) according to the formula:



Orthophenanthroline, which is added to water, has no time to react in 10-15 minutes with  $Fe^{2+}$  ions and forms complex compounds with them. This effect was confirmed by conducting several parallel analyses.

Repeated analyzes of water regarding changes in total iron content over time always confirmed previously obtained results. At the initial concentration of total iron in water  $X=0.080 \text{ mg/dm}^3$ , for the first two hours of its exposure, the iron concentration quickly decreased by more than 2.5 times to  $X=0.030 \text{ mg/dm}^3$ . Further, the iron content in the water stabilized at the level of  $X=0.028 \text{ mg/dm}^3$ . The results of changes in iron concentration over time are shown in Fig. 1.

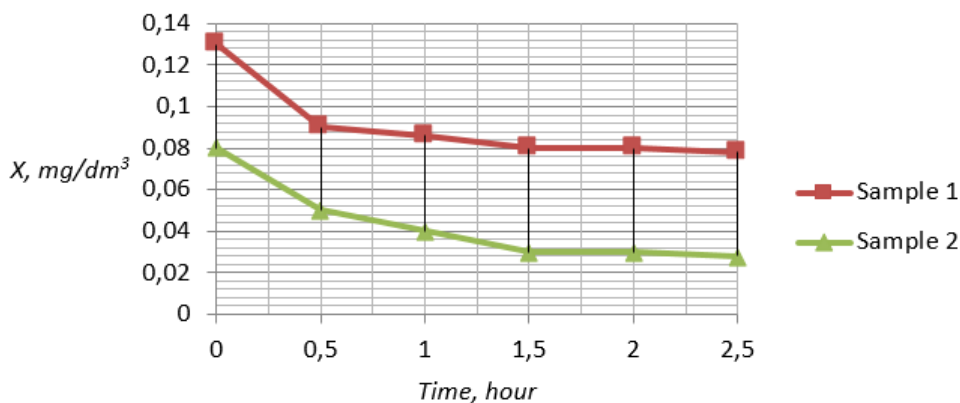


Fig. 1. Changes in the concentration of total iron in water depending on the exposure time at  $21^\circ\text{C}$

### Conclusions

1. The obtained result is explained by the fact that the experimental water was in open access and was actively in contact with the oxygen of the air, and the temperature of the water did not change ( $21^\circ\text{C}$ ). The pH indicator for drinking water was 8.2, which corresponds to a weakly alkaline condition.

2. During interacting with air oxygen,  $Fe^{2+}$  easily turns into insoluble ferric iron ( $4Fe(OH)_3^+$ ). The formed in water, hydroxide of trivalent iron precipitates in the form of insoluble red flakes.

3. Over time, the amount of  $Fe^{3+}$  increase. It settles at the bottom of the dishes. The concentration of Fe in the water is small, so the sediment is invisible.

# Review of Trends in Aviation Fuel Research in the Context of Sustainability

Kateryna Ulianova, Kateryna Synlo

National Aviation University

E-mail: [katia.bolot@gmail.com](mailto:katia.bolot@gmail.com)

## Introduction

Currently, there are two main areas of technology development in commercial aviation research in the context of air pollution and climate change. The first is technological improvement and electrification of aircraft that would lead to zero direct emissions from fuel combustion. The second area is the development of low-carbon emissions fuels and biofuels (biojet fuels). It includes conventional propulsion systems but with the transition to more environmentally friendly fuels, which, combined with improved operating technologies, can yield promising results. In 2022, the worldwide demand for biofuels is anticipated to increase by 6%, equivalent to 9,100 million liters per year, compared to the previous year (Fig. 1). The largest portion of this growth is attributed to renewable diesel, which benefits from favorable policies in the United States and Europe.

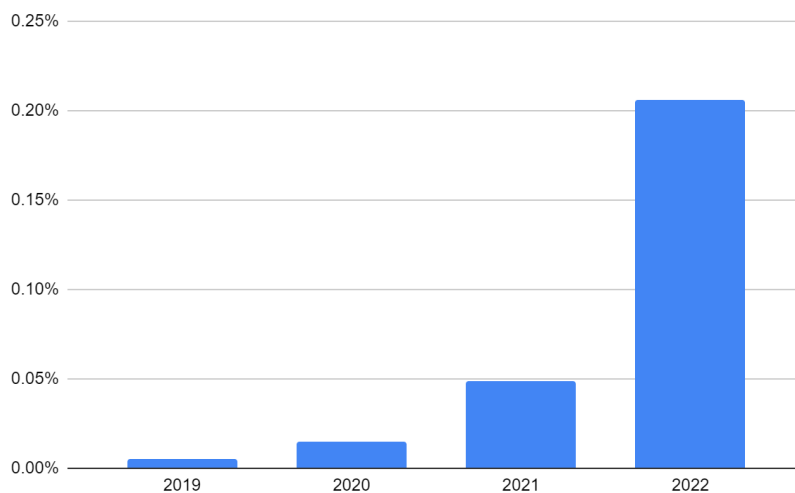


Fig.1. Share of aviation biofuel consumption in total aviation fuel

## Biojet fuels

Biofuels have gained traction in aviation due to their potential to reduce GHG emissions. Currently, there are two main types of biofuels used in aviation: hydrotreated vegetable oils (HEFA) and Fischer-Tropsch (FT) synthetic paraffinic kerosene (SPK).

Unlike traditional fossil fuels, biofuels emit significantly less carbon dioxide when burned, which makes them a more sustainable option for aviation. However, there are several challenges associated with the production and use of biofuels.

HEFA biofuels are produced from plant oils, such as soybean, palm, and camelina oils, while FT-SPK biofuels are produced from biomass feedstocks, such as wood chips and agricultural residues. Also, it can be produced from residues and wastes including agricultural, forest residues, and industrial and municipal wastes. This approach is especially attractive because of reducing need for additional land use or dedicated crops. HEFA offers a significant advantage as aviation fuels due to their potential for reducing greenhouse gas emissions. They have a much lower carbon footprint than traditional jet fuels, as they are produced from renewable sources and have lower lifecycle emissions. Studies have indicated that HVOs can reduce greenhouse gas emissions by up to 80% in comparison to petroleum-based jet fuels [7]. Moreover, HVOs can also reduce other hazardous emissions from aircraft engines. They have been found to produce lower levels of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) and particulate matter (PM) than conventional jet fuels. This is because HVOs contain less sulfur and have a higher cetane number, which leads to more complete combustion and less emission formation.

The Fischer-Tropsch pathway is a well-established method among coal-based commercial plants and several ongoing biomass-based pilot projects. Furthermore, FT has been projected to have lower production costs for large-scale facilities compared to alternative routes that utilize lignocellulosic biomass, such as alcohol to jet (AtJ) or synthesized iso-paraffin (SiP) pathways. Biomass-based FT fuel production has been demonstrated in several pilot-scale and demonstration-scale projects, showing promising results in terms of the production of high-quality aviation fuels. Additionally, it has been shown to reduce greenhouse gas emissions by up to 80% compared to conventional petroleum-based jet fuel. As for pollutants like nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), studies have found that the use of Fischer-Tropsch biofuels in aviation can result in lower emissions compared to traditional jet fuels. However, the exact percentage reduction in NO<sub>x</sub> emissions may vary depending on factors such as the engine technology and operating conditions. Nonetheless, it is generally accepted that Fischer-Tropsch biofuels have the potential to reduce emissions of greenhouse gases and pollutants like NO<sub>x</sub>.

Both types of biofuels can be blended with conventional jet fuel in various proportions and used in existing aircraft engines without any modifications.

The adoption of biofuels in aviation has been relatively slow due to several challenges. One major challenge is the limited availability of biofuels. Currently, biofuels make up a very small percentage of the total fuel used in aviation, and there is limited production capacity for biofuels. In addition, the production of biofuels can compete with food production and lead to land-use changes that can have negative environmental impacts. There is also a need to ensure that the production of biofuels is sustainable and does not lead to deforestation or other negative environmental impacts.

NO<sub>x</sub> reduction techniques are investigated and classified into three subgroups: fuel treatment, engine control and exhaust aftertreatment. Based on the review of the current state of the art, a list of topics for future research and development is presented for researchers and relevant industries.

In conclusion, the development of technology to reduce emissions in commercial aviation is crucial for addressing the environmental impacts of air travel. The two main areas of technology development, electric aircraft and biofuels, have the potential to significantly reduce emissions and improve sustainability in aviation. However, both of these approaches have their own unique challenges and limitations that need to be addressed before they can become viable options for commercial aviation. It is important for policymakers and industry stakeholders to continue to invest in research and development in both areas to ensure a sustainable future for air travel.

### **Hydrogen aviation fuel**

Hydrogen aviation fuel is a promising alternative due to its high energy density and lack of carbon emissions when used as a fuel. Hydrogen can be produced through various methods, such as steam methane reforming, electrolysis, and biomass gasification. Hydrogen aviation fuel is a promising alternative to conventional fossil fuels for the aviation industry, with the potential to reduce greenhouse gas emissions and promote sustainability.

### **Conclusions**

Consequently, the aviation industry is actively seeking sustainable solutions to address the environmental impact of air travel. Two of the main areas of technology development are electric aircraft and biofuels, which have the potential to significantly reduce emissions. Although both approaches are associated with certain challenges and limitations, continued research and development in these areas is crucial for the sustainable future of air travel. In addition, hydrogen aviation fuel is a promising alternative that deserves further exploration. The industry must prioritise sustainable development to ensure a cleaner and greener future for air travel.

# **Increasing the Level of Environmental Safety Against Emissions Originating from Energy Enterprises Released into the Surrounding Environment**

**Leonid Plyacuk, Ivan Kozii**

Sumy state university

E-mail: [l.plyacuk@ecolog.sumdu.edu.ua](mailto:l.plyacuk@ecolog.sumdu.edu.ua)

## **Introduction**

The expansion of economic activity results in increased human impact on the environment, leading to disturbances in equilibrium. As natural resources become depleted, environmental pollution, specifically in water and air, rises. This hinders the state's natural resource potential, negatively affects the welfare and health of the population, and poses a threat to environmental safety. The rising demand for electricity and heat leads to an increase in their production, causing a detrimental effect on the environment and increasing the risk of illness for those living near thermal power plants (TPP). Power enterprises consume natural resources and are sources of complex environmental contamination, causing negative impacts on surrounding ecosystems. Researchers have explored the negative effects of TPP on atmospheric air and sought ways to address this problem. Coal-fired thermal power plants emit particulates, including fly ash particles and unburnt pulverized fuel, at a rate of 35-55 tons per day. The radius of the contaminated TPP emissions area extends up to 50 km. These pollutants contaminate soil and migrate heavy metals to groundwater and surface water. Additionally, exhaust gases contain solid particles of varying sizes, highlighting the need for environmental protection measures to mitigate the emissions of thermal generation companies.

## **Main material**

To decrease the release of pollutants into the air from thermal power plant flue gases, one approach is to install high-efficiency gas-cleaning equipment, taking into account various factors such as the physical and chemical characteristics of the carrier gas, as well as the characteristics of the chemical and particulate contaminants. Due to the complex nature of waste gas pollution from TPPs, which involves both gaseous substances and solid particles, multistage cleaning systems are required, which include dry and wet cleaning devices. Making informed decisions on

equipment selection requires integrating equipment characteristics and technological process parameters, which can be a time-consuming task. The proposed approaches can be complex due to the bulkiness of equipment databases, limited pollutant characteristic lists, and a narrow focus on equipment selection primarily for technical compliance.

The selection of effective environmental protection equipment requires a systematic approach to ensure that the equipment meets the specific needs of the facility and effectively mitigates environmental impacts. The following scheme outlines a basic methodology for selecting effective environmental protection equipment.

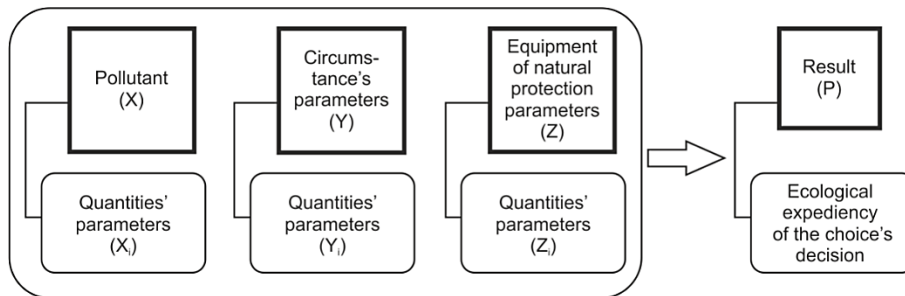


Fig.1. Methodology for selecting effective environmental protection equipment

The relationship between these blocks determines the ecological and technological outcome of applying a specific technological solution to a particular pollutant. Each of the blocks (X, Y, Z) can be described by a set of parameters ( $X_i$ ,  $Y_i$ ,  $Z_i$ ) that characterize them.

The software algorithm utilizes the method of sequential hierarchical clustering and comparison of three databases: pollutant characteristics, environmental technological conditions, and dust and gas purification equipment parameters. By comparing the characteristics (clusters) of these databases, the algorithm determines the optimal technological solution that considers the pollutant and environmental conditions. To compare the clusters of the three databases, formal conditions, logical commands, and truth tables are used.

### Conclusions

A method for selecting dust and gas cleaning equipment to reduce pollutant emissions in the thermal power industry is proposed to enhance environmental safety. This method can be simplified by using a spreadsheet repository to select the necessary equipment, and the algorithm can be accessible to a wide range of users on computers that support \*.xlsx files or on the Internet.

# **Implementation of Sustainable Development Principles, Formation of Environmentally Friendly Land Use, Transportation**

**Iryna Novakovska, Nataliia Bavrovska, Olha Tykhenko**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: novakovska@nubip.edu.ua

## **Introduction**

Ukraine possesses significant strategic advantages due to its natural resources, geographical location, and quality of human capital, which can serve as the foundation for rapid economic growth of the country. The utilization of natural resources in volumes and methods that ensure sustainable economic development, rationalization of natural resource potential utilization, harmonization of the interaction between society and the environment, and the functioning of economic mechanisms for environmentally friendly nature management are considered rational nature use.

The primary natural resource that humanity has been utilizing since ancient times is land. The process of land use has always been accompanied by satisfying human needs. Land is defined as a territorial basis for all types of population activities, a means of agricultural and forestry production, an opportunity for transportation over any distances with certain characteristics, spatial determination, size stability, absence of wear and tear, as well as the foundation of statehood and sovereignty. Therefore, land is one of the main and most important objects of the material world and a universal means of ensuring social livelihood.

During the period from 2000 to 2015, the area of transport land in Ukraine increased from 493.3 to 496.8 thousand hectares, of which 321.9 thousand hectares were used for roads, 112.2 thousand hectares for railways, and 20.0 thousand hectares for airports and related facilities. However, according to experts in land issues and scientists, the current utilization of Ukraine's land resources, including transport land, still does not meet many requirements of rational nature use. The condition of land, particularly agricultural land, in Ukraine is approaching a critical state. Approximately 57 percent of Ukraine's agricultural land is affected by water and wind erosion, and over 12 percent of land experiences flooding.

The hostilities that began in February 2022 have caused widespread and lasting environmental degradation. They have a significant negative impact on all

components of the natural environment, including soils. Military activities are associated with the release of organic pollutants such as polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls, which also contribute to soil contamination with heavy metals. Thus, pollutant emissions associated with military activities have a direct impact on the environment and can have a significant impact on the health of the civilian population.

This necessitates the need to define principles of sustainable development for establishing environmentally safe land use and implementing them in conditions of martial law, post-war recovery, and addressing the problem of assessing the ecological state of territories affected by military actions.

### **Main material**

Supporting the proclaimed United Nations General Assembly resolution of September 25, 2015, No. 70/1, on the global Sustainable Development Goals (SDGs) for 2030 and the adaptation of their results taking into account the specifics of Ukraine, the President of Ukraine signed the Decree "On the Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030." Among the Sustainable Development Goals of Ukraine, it includes: creating resilient infrastructure, promoting comprehensive and sustainable industrialization and innovation; ensuring openness, safety, resilience, and ecological sustainability of cities and other human settlements; transitioning to rational consumption and production patterns; taking urgent measures to combat climate change and its impacts, and more, as reflected in the draft Law of Ukraine "On the Strategy for Sustainable Development of Ukraine until 2030." Its aim is to ensure a high level and quality of life for the population of Ukraine, create favorable conditions for the present and future generations, and halt the degradation of natural ecosystems through the implementation of a new model of economic growth based on the principles of sustainable development. Achieving this goal corresponds to the worldview values and cultural traditions of the Ukrainian people and Ukraine's international commitments.

The defining aspect of the Strategy is its innovative direction of development, which is based on active knowledge and scientific achievements utilization, stimulation of innovation activities, creating a favorable investment climate, modernizing productive assets, promoting high-tech sectors and economic activities, enhancing energy efficiency in production, fostering balanced economic growth based on investments in renewable energy utilization, environmentally friendly production, and "green" technologies. According to the Strategy project, economic growth will be associated not with the exploitation of natural resources but with the widespread adoption of "green" economic models.

Unfortunately, the state of land resources and the existing land use system do not meet the requirements of rational natural resource management and



ecological sustainability. There have been violations of the ecologically balanced relationship between land categories, a reduction in the areas of unique steppe land formations, an increase in the extent of land erosion, and disruption of the natural soil formation process.

In general, degraded and unproductive soils occupy one-fifth of arable land in Ukraine (6.5 million hectares), and the unsatisfactory ecological condition of land is one of the main reasons for the deterioration of the environment. The anthropogenic load coefficient, which characterizes the degree of human impact on the environment, including land resources, indicates a high level of anthropogenic pressure on land resources due to urbanization, industrial activities, and transportation.

Automobile transportation is a significant source of noise, lead, and other forms of soil and water pollution in the vicinity of roadways.

Despite the high adoption of electric vehicles and the implementation of alternative fuel sources, a larger number of vehicles today still run on gasoline and diesel engines. Therefore, significant attention needs to be paid to the toxicity of the gases emitted during the operation of automobiles, which are released in significant quantities and settle on roadside strips of highways.

Aviation, compared to other modes of transportation, is a specific polluter with a wide range of environmental impacts. The transportation sector in Ukraine (road, rail, aviation, and water transport) has a significant negative impact on the environment. It is estimated that aviation accounts for about 2% of all CO<sub>2</sub> emissions, which contribute to global warming issues. Harmful emissions into the atmosphere from airport activities constitute approximately 2% of CO<sub>2</sub> emissions. However, considering the increasing passenger traffic and the forecast of doubling the air traffic in the next 15 years, it is easy to assume that these emissions will also double. Additionally, airport infrastructure consumes a massive amount of energy and water, comparable to the consumption of tens of thousands of households. It also generates a significant amount of waste, not to mention the vast territory it occupies, disrupting animal and bird migration routes.

The onset of the Russian military aggression in Ukraine has significantly worsened the situation regarding the state of the environment and the preservation of natural resources. Forests are being destroyed, agricultural lands are being devastated, vast territories are being mined, and the energy, road, and other engineering infrastructures are being destroyed.

Destruction and damage are occurring on lands of various categories due to landmines and demining, pollution from burning and spills of petroleum products, emissions of substances into the atmosphere that settle on the ground, pollution from military waste, and other hazardous substances as a result of combat operations.

The areas of polluted and disturbed lands are currently not determined, and the volumes of hazardous substances contaminating the soil and land are also

unknown. Spills of at least 5,589 tons of petroleum products into the soil have been recorded [4], but such accounting can only be carried out for petroleum storage facilities, while destroyed military equipment and civilian transport affected by mines and shelling are also significant sources of land contamination with petroleum products.

A detailed analysis of the condition of roads that have been damaged due to shelling and tank movement can only be conducted through specialized technical surveys, which are not feasible in a situation where active combat operations are still ongoing in a significant part of Ukraine's territory, and some roads and bridges are located in temporarily occupied territory (after February 24, 2022). However, analyzing the map of military operations and comparing it with the road network allows for preliminary calculations of the approximate length of roads that have been damaged as a result of the war, both from missile attacks and tank movements.

The content of emissions components in soil samples taken at a distance of 50-200 meters from the road axis may exceed the permissible limits several times.

In addition to road transport, aviation also holds significant economic importance. Alongside such positive initial achievements, aviation transport has been and remains a significant source of negative impact on the environment, which in turn necessitates the development and implementation of a comprehensive program for environmental safety in aviation activities.

### **Conclusions**

In order to more effectively protect the environment and ensure rational use of Ukraine's natural resources, according to international standards, the goal of national environmental policy is to stabilize and improve the state of Ukraine's natural environment by integrating environmental policy into the socio-economic development of Ukraine. This integration aims to guarantee an environmentally safe natural environment for the population's life and health, as well as to implement an environmentally balanced system of land use and preservation of natural ecosystems.

However, considering the destructive impact of military activities, which leads to a series of processes resulting in the complete degradation of soil resources, it is essential to end the war, and the aforementioned proposals need to be further reviewed in more detail. The directions for soil restoration require the development of programmatic measures for the reclamation and/or conservation of lands affected by military actions.

# Novel Aircraft Emission and Fuel Burn Assessment Scenarios at Aircraft, Airport and Fleet Levels

<sup>1</sup>Kateryna Synylo, <sup>2</sup>Oleksandr Zaporozhets, <sup>3</sup>Andrii Krupko, <sup>4</sup>Kateryna Kazhan, <sup>5</sup>Vitalii Makarenko, <sup>6</sup>Vadym Tokarev, <sup>7</sup>Sergii Karpenko

<sup>1, 3, 4, 5, 6, 7</sup>National Aviation University

<sup>2</sup>Institute of Aviation

E-mail: [synyka@gmail.com](mailto:synyka@gmail.com)

## Introduction

Improvements in aircraft and engine technology and subsequent fleet replacement hold the largest promise for decarbonizing European aviation. This includes the introduction of electric and hydrogen-powered aircraft on intra-European routes in 2035. The generation of commercial passenger aircraft to be developed in the next decade has a potential to realize a step-change in energy efficiency on the board during the flight.

### Aircraft emission and fuel burn assessment scenarios

This task of efficiency assessment as for energy consumption as for the impact on environment may be divided into the following subtasks:

1. Overview of the available and promising technologies in terms of fuel/energy consumption, emission and noise. The benefits, challenges and limitations are planned to highlight.

2. A list of metrics and indications for analysis of fuel/energy, emission and noise interdependencies and trade-offs will be determined at airport and global scales. Additionally, significant factors like operational and technological will be taken into account as well as non-environmental interdependencies.

3. To collect, summarize and analyse the experience gained in the assessment of fuel/energy, emission and noise interdependencies at technological level for defined classes of aircraft.

4. The results of fuel/energy, emission and noise interdependencies for reference fleet and aircraft with novel types of fuel and propulsion system will be compared with ACARE 2050 noise and emission goals. In result possible technological gaps and efforts for overcoming difficulties will be defined.

The current status of emissions, the EU environmental targets for aviation, the gaps remaining and the measures needed to close them will be assessed. The current emission situation for all types of aircraft, determining their contribution to global emissions and projected trends, should be examined. The work planned for this task is divided into the following subtasks:

1. Fuel/energy consumption assessment according to the classes of aircraft.
2. Assessment of Emission Indices (EI's) for NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, (U)HC, SO<sub>x</sub>, and non-volatile Particulate Matter (nvPM) for the classes of aircraft by using aircraft engine conditions (BFFM2, P3T3 method) or combustion modelling and fuel flow modelling tools.
3. Emission inventory calculation for cruise mode for the fleet and dominant groups of the aircraft.

Assessment of Local Air Quality (LAQ) at airports (emission inventory analysis and air dispersion - at airport level) and Global Air Quality (GAQ) for air traffic routes (cruise emission inventory analysis and its effect on global issues like climate change - cruise flight level): to assess LAQ and GAQ from NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, volatile organic compounds (VOCs), non-volatile particulate matter (nvPM), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and other new specific pollutants/sources (full list will be proved during the research) that occur below 900m above ground level around predefined airport scenario from the dominant emissions sources by categories: a) aircraft emissions; b) aircraft handling emissions; c) infrastructure- or stationary-related sources; and d) vehicle traffic sources; to assess GAQ emission inventory and air dispersion will be calculated with the tools verified by CAEP for their accordance to ICAO Doc 9889: PolEmiCa (Pollution and Emission Calculations, designed by CEPA, verified during CAEP/12 working cycle) and AEDT 3.0 (a software system from US FAA that models aircraft performance in space and time to estimate fuel consumption, emissions, noise, and air quality consequences at the regional, national, and global levels) with BADA (Base of aircraft data, which provides theoretical model specifications and related specific datasets to accurately simulate the behaviour of any aircraft). Air traffic scenarios will be defined with BADA including the novel EFACA aircraft designs. The management of airport LAQ and the relevant emissions is fundamentally targeted at achieving and maintaining compliance with local regulation on permissible levels of pollutant concentrations (standard limits). To understand the actual impact of these emissions, it is necessary to determine the pollutant concentration (mass per unit volume, which may be measured in ppm or mg/m<sup>3</sup>) at the point where exposure takes place. In general, the LAQ is determined by comparison of the exposure concentrations with standard limits. An airport with a history of non-compliance with LAQ regulations can be subject to pressure from regulators and communities when planning permission for infrastructure expansion is needed. In contrast, the aircraft noise management primarily addresses mitigating adverse response from noise affected communities.

Compared to conventional aircraft, fully electric aircraft emit few or none of the pollutants that adversely affect local air quality. In particular, NO<sub>x</sub> and fine particulate matter will be greatly reduced due to the reduction in fossil fuel combustion. Fully electric or hybrid-electric aircraft could significantly reduce the emission of pollutants and GHGs in areas surrounding airports. Aircraft powered by a traditional jet turbine or turboprop engines can produce large amounts of pollutants such as NO<sub>x</sub>, volatile organic compounds (VOC), sulfur dioxides (SO<sub>x</sub>), and GHGs. Aircraft powered by piston propeller engines emit larger amounts of CO than jet turbine or turboprop aircraft.

Hydrogen combustion would produce about 2.6 times more water vapor than kerosene fuel. The products of LH<sub>2</sub> combustion are water vapor and nitrogen oxides, although the amount of nitrogen oxides produced can be kept to a minimum with proper design and operating envelope. For LH<sub>2</sub>, no unburned hydrocarbons, CO, or CO<sub>2</sub> are emitted. NO<sub>x</sub> emissions for LH<sub>2</sub> fuel are a 24% improvement over Jet-A, and again, H<sub>2</sub>O is a constant index with emissions changing only as a function of fuel flow into the engine. On results of the analysis of the studies made by CAEP/MDG for the airport LAQ metric and for the Concorde EIA in US airports there are three simplified cases defined:

- for the assessment of queuing and low speed ground run prior to take-off the aircraft in stationary (moving speed equal to zero) conditions with two aside engine operation modes – idle and maximum: emission is considered for CO (nvPM) and NO<sub>x</sub> accordingly; engine jet performances are included due to their velocities and temperatures at engine exit; engine jet installations are defined by aircraft designs in consideration; wind direction is the same as the direction of engine jet; surface covering is a small grass; Pasquill atmosphere stability class D (E) for all cases.
- a moving source case is considered for the assessment of taxiing aircraft with engine in idle mode: emission for CO (nvPM) and engine jet performances should be defined for idle operation mode; wind direction is at angle 90° to the direction of engine jet; surface covering is a small grass.
- a moving source case is considered for the assessment of taking-off aircraft along runway with engine in maximum mode: emission for NO<sub>x</sub> and engine jet performances should be defined for maximum operation mode; wind direction is at angle 90° to the direction of engine jet and aircraft run; wing vortices should be included in consideration for preliminary dilution of engine emission; surface covering is a small grass.

### **Conclusions**

Multidisciplinary optimisation and fuel/energy, emission and noise trade-off studies will be joined for novel classes of aircraft at technological level and for scenario analysis of fleet operation in respect to aviation neutrality 2050 goals.

# New Supersonic Aircraft Emission and Air Pollution Assessment at Airport Operational Scenario

<sup>1</sup>Kateryna Synylo, <sup>2</sup>Oleksandr Zaporozhets, <sup>3</sup>Andrii Krupko

<sup>1,3</sup>National Aviation University

Institute of Aviation

E-mail: [synyka@gmail.com](mailto:synyka@gmail.com)

## Introduction

This Environment Impact Assessment (EIA) study for Concorde implementation into operation at US Airports, particularly at Dulles International Airport, has shown that the contribution of aircraft emissions to local air quality (LAQ) occurs mainly during only two operational modes, queuing and low speed ground run prior to take-off. But these modes occur mainly at the end of runways which are usually more than 1500 feet from the terminal. This large distance between source and receptor permits aircraft emissions to disperse appreciably before reaching the terminal, thereby substantially reducing passenger exposure to aircraft pollution. The ICAO document 9889 'Airport Air Quality Manual' contains advice and practical information to assist ICAO Member States in implementing best practices with respect to airport-related LAQ. Addressing these LAQ problems is fundamentally achieved by reducing emissions, however not all sources are in the control of an airport operator.

Aircraft emissions are reduced by fleet modernization, auxiliary power unit (APU) replacement with fixed ground power, and minimizing taxiing and queuing. Mitigating GSE and fleet vehicle emissions is achieved by fleet modernization, use of zero or low emissions alternatives (e.g. electric vehicles) and achieving operational efficiencies. GAV emissions can be reduced by public transit, shuttle bus consolidation and the like. Nearly all initiatives that reduce LAQ emissions also reduce fuel burn and greenhouse gas emissions.

## Scenario for local air quality

For estimating impact of air pollution, one may assume that the short-term peak hour situation will be the most critical. The nature of operations and traffic at any airport, especially of regional airport size, will give relatively less adverse effects from the long-term average concentrations.

Operations of aircraft are usually divided into two main parts when their impact on environment is considered as following:

- The Landing/Take-off (LTO) cycle which includes all activities near the airport that take place below the altitude of 3000 feet (1000 m). This therefore includes taxi-in and out, take-off, climb-out, and approach landing.
- Cruise which here is defined as all activities that take place at altitudes above 3000 feet (1000 m). No upper limit of altitude is given. Cruise, in the inventory methodology, includes climb to cruise altitude, cruise, and descent from cruise altitudes.

The reason for performing the emissions distribution as a separate task is that for an emissions inventory, location and time of release do not matter and the work can be completed without distribution. Each emissions source is allocated to a specific time period by location on the airport. The use of one-hour time periods over a 24-hour average day is most often used because of dispersion modelling requirements.

Air quality computer models that have been developed for airport analyses often permit both spatial and temporal input and output as elements of the emissions inventories. Such models include EDMS or its successor AEDT (U.S. FAA), LASPORT (Germany), ALAQS-AV (Eurocontrol), ADMS (UK) and PolEmiCa (Ukraine) (Appendices B and C). All these models/tools were verified by CAEP on their accordance with the requirements and recommendations of ICAO Doc 9889, their comparison in emission inventory and dispersion calculations for the CAEPport. The differences in the calculated concentrations between the models arise as a consequence of both differences in emissions, which can be broadly estimated from the emission totals, and differences in the models' formulation, including their representation of emission sources, and treatment of meteorology and dispersion itself. Higher values at runway start for PolEmiCa can probably be explained by differences in the engine jet height rise assumptions. Also, in order to identify to some extent whether differences in airport dispersion results are due to generic differences in the models or due to differences in specific features like the applied boundary layer model or the treatment of engine exhaust dynamics, some simple test cases must be set up.

Whereas past analyses provided only a change in global LTO emission, the results presented here provide estimates of the area at and around an airport, where a given threshold concentration is exceeded due to aircraft emissions. The calculations indicate that it is technically feasible to carry out such standardised airport dispersion calculations in the context of CAEP stringency analyses. The variation of exceedance area with applied threshold concentration and with total emission is consistent with theoretical estimates. The calculations provide both absolute exceedance areas and relative changes, and they allow to apply different threshold concentrations in the post-analysis. The potential benefit of these novel

parameters for CAEP work is subject to further exploration. On results of the analysis of the studies made by CAEP/MDG for the airport LAQ metric and for the Concorde EIA in US airports there are three simplified cases defined:

- for the assessment of queuing and low speed ground run prior to take-off the aircraft in stationary (moving speed equal to zero) conditions with two aside engine operation modes – idle and maximum: emission is considered for CO (nvPM) and NO<sub>x</sub> accordingly; engine jet performances are included due to their velocities and temperatures at engine exit; engine jet installations are defined by aircraft designs in consideration; wind direction is the same as the direction of engine jet; surface covering is a small grass; Pasquill atmosphere stability class D (E) for all cases.

- a moving source case is considered for the assessment of taxiing aircraft with engine in idle mode: emission for CO (nvPM) and engine jet performances should be defined for idle operation mode; wind direction is at angle 90° to the direction of engine jet; surface covering is a small grass; Pasquill atmosphere stability class D (E).

- a moving source case is considered for the assessment of taking-off aircraft along runway with engine in maximum mode: emission for NO<sub>x</sub> and engine jet performances should be defined for maximum operation mode; wind direction is at angle 90° to the direction of engine jet and aircraft run; wing vortices should be included in consideration for preliminary dilution of engine emission; surface covering is a small grass; Pasquill atmosphere stability class D (E) for all cases.

The concept of the "area of Concorde influence" has been introduced during EIA studies to show in a simple manner the area influenced by Concorde emissions over its entire movement path. The influence area encompasses concentrations down to the lowest level normally detectable above background. Based upon engine emission rates listed in that FEIS, Concorde carbon monoxide (CO) emissions (for the taxi mode) are expected to be up to three times higher than B-707 emissions, but actual, measurements near the taxiway show nearly equal CO impact from both aircraft. Factors contributing to this difference between published engine emission rates and measured air quality concentration include engine - airplane geometry, engine exhaust temperature and wake dynamics. The Concorde is considerably different than other aircraft in these respects.

### **Conclusions:**

Principle for the new SST aircraft is its similarity with Concorde in airplane geometry, absence of the flaps, it means the wake dynamics at taking-off and landing should be expected quite similar with Concorde. Very new engine – different from Olympus – will be installed, evidently with smaller temperatures and speeds of the exit jets, so the buoyancy effect of the jets is expected much less. So as the emission indexes are expected much less than were measured for the Olympus engine. These details provide the expectations that the LAQ impact assessment for the new SST airplane should be less than in case of Concorde.



# The Basic Scenario for Aviation Noise Assessment of New Low/Zero-Emission Aircraft at the Airport Level

<sup>1</sup>Oleksandr Zaporozhets, <sup>2</sup>Kateryna Kazhan, <sup>3</sup>Vitalii Makarenko, <sup>4</sup>Vadym Tokarev, <sup>5</sup>Andzej Chyla, <sup>6</sup>Michal Bukala

<sup>1</sup> Institute of Aviation

<sup>2,3,4</sup> National Aviation University

<sup>5,6</sup> NOISE ACH

E-mail: [zaporozhets.oleksandr@gmail.com](mailto:zaporozhets.oleksandr@gmail.com)

## Introduction

In 2035, the most complex yet achievable target is that of a hybrid-electric propulsion system optimised for regional aircraft in a typical mission. Electric propulsion for aircraft now appears feasible given the extraordinary progress envisaged in the high electrical power, high voltage and electricity storage technologies. Full electric and hybrid propulsion can be considered as a continuum at different stages of hybridisation with related technologies, complexity, safety and integration evolving at a different pace depending on air vehicle application and potential for scalability. Electric propulsion offers additional degrees of freedom for optimising the aircraft performance and reducing fuel consumption, also opening up a new design space for aircraft configuration, performance, operation and eventually business case. Regional aircraft are the most suitable candidates for demonstration, considering size, range and performance, as this market segment is able to return a sensible impact on global greenhouse gas emissions.

One of the key technologies is the integrated e-propeller with folding capabilities possibly. The driving of a propeller by a high-power electric motor is a breakthrough in aeronautics and opens new perspectives while bringing constraints in particular in terms of additional mass. The e-propeller could have several functions/benefits:

- improve the lift of the aircraft (high lift propeller) and therefore potentially reduce the wing surface;
- reduce the marginal tip vortex (wing tip propeller) combined with the potential controllability of the aircraft by thrust differential;

- be foldable to reduce aerodynamic drag when not in use in several flight phases; this constraint is specific to hybrid architectures where additional electric motors may produce extra power in specific flight phases only. To avoid the oversizing of the electrical motor, specific design features need to be taken into account to address the transitory phases;
- reduce noise: it is also a fundamental area of improvement for societal acceptance and use at secondary airports, which are often located near urban areas. The noise reduction perception can be decreased by 15dB compared to ICAO ch14;
- allow taxiing operations using e-propeller only, leading to zero emissions on the ground.

Hydrogen-powered commercial aviation is also today on a promising path towards climate neutrality by 2050, with European industry setting 2035 as an expected date of entry into service of the first hydrogen-powered commercial aircraft. Hydrogen as energy carrier and batteries as energy storage have the potential to eliminate aviation CO<sub>2</sub> emissions as well as reduce non-CO<sub>2</sub> ones. Hydrogen and electrified aircraft propulsion explicitly expands the scope to include hydrogen combustion propulsion. A new concept aircraft enables to explore a variety of configurations and hydrogen technologies that will shape the development of the future zero-emission aircraft. For large commercial air transport applications, it is therefore widely expected that only liquid hydrogen systems will prove viable. Nevertheless, to develop hydrogen-powered commercial aircraft, several technological challenges need to be overcome before its full potential can be exploited. For that the Horizon Europe Clean Hydrogen partnership focuses on the production side (e.g. developing new fuel cells and hydrogen storage technologies), and the Clean Aviation partnership addresses the integration and demonstration of disruptive technologies, including ones on hydrogen-powered aviation and subsequent aircraft architectures. The Airbus multi-year demonstrator programme has officially been launched on the A380 test platform with the objective to test a variety of hydrogen technologies both on the ground and in the air. Each technology component – the hydrogen tanks, hydrogen combustion engine and liquid hydrogen distribution system – will be tested individually on the ground. The A380 is the world's largest and most spacious passenger jet ever built – a size that makes it ideally suited to the role of test platform

### **Aircraft classes and their prototypes**

These two aircraft concepts for regional aircraft and for short-medium range aircraft consider their applicability as to regional airport so as to airport-hub. Looking on existing Polish experience the airports Gdansk and Warsaw/Okęcie are considered as a ground to assess the efficiency of the new aircraft for noise and local air quality protection. For both airports the aeroplanes for comparison in existing fleet are used the following: ATR-72 for the regional aircraft and Airbus-220 – for

short-medium range aircraft. The ATR 72 is recognized as the most cost-effective regional aircraft in the world, its competitors DHC-8 (Q400), Iliushin-114, Antonov-140 and Xian MA700 may be included all together in a single aeroplane class for the further investigations. Bombardier de Havilland DASH 8-300 / PW123 (ACFT\_ID = DHC830) is fully presented in ANP data base and may be used for the noise comparison studies.

The following competitors to Airbus-220 are forming the class of short-medium LH<sub>2</sub> aircraft for the further investigation in both scenarios: Embraer E-Jet E2 family are medium-range jet airliners developed by Embraer, succeeding the original E-Jet; the Sukhoi Superjet 100; the Mitsubishi SpaceJet and the Comac ARJ21 Xiangfeng. In particular Embraer E-Jet family E170 / E175 / E190 / E195 is fully presented in ANP data base and may be used for the noise comparison studies.

### **Noise exposure calculations for airport noise scenario**

ICAO DOC 9911 guidance and ECAC Doc 29 are both recommended for computing noise contours around airports and for aircraft noise calculations at specific points of noise control, for example during the procedures of noise compliance assessment for new projects of human activities close to airport. Complementarily to this any new development inside the specific NPZ preferably requires the measurements of SEL, L<sub>Amax</sub> together with L<sub>Aeq</sub>, LDEN at the site of its location for comparison with the norms for this territory in accordance with the type of expected dominant human activity and if necessary—to define appropriate protection measures from aircraft noise impact as required by ICAO aircraft noise protection policy, Balanced Approach to aircraft noise management in airports and EU noise abatement policy. Follow-up measures—noise monitoring, performed either or as portable or as continuous aircraft noise measurements in the vicinity of airports—must be done at this site and other locations for comparison to show the adequacy of predefined and realized noise protection measures. Since 2002, EU has taken over the ICAO Balanced Approach, according to which measures phat airport operator takes concerning the noise at or in the vicinity of airports should weigh up which measures are most appropriate to be taken.

In this case the uncertainty of assessment is becoming a subject of concern – never mind or of the noise measurements or noise calculations. In it is shown that the combined standard uncertainty of the aircraft noise monitoring measurements is 0.67 dBA, the expanded uncertainty with confidence level of 95% is 1.3 dBA in current situation. Among other contributions to uncertainty as listed in ISO 20906, the events marking system has an influence on the measurement results on two different levels: the first one, derives from the human factors affecting the event detection while the second one derives from the error rates of the classification–identification chain. Just for a location very close to the airport (aircraft events range over 20 dB), this contribution to uncertainty can be up to 0.5 dB when simple detection techniques are

used, and can be reduced to approximately 0.1 dB when radar tracking is used to enhance the identification task. So, in this technically simplified case the assessments of uncertainty in are looking the same. In more complex acoustic environments, the identification uncertainty can increase up to 5 dB (or more) in the absence of accurate classification/identification tools.

Current aircraft noise calculation methodology applies to long-term average noise exposure only. Its recommendations are looking enough for overall noise exposure and impact assessment from the airport activities, used for a number of purposes in aircraft noise management. Current versions of appropriate models and software (INM, ANCON, STAPES, SONDEO, IsoBella, etc.,) are fully correspondent with these recommendations, all of them were verified by CAEP for their relevance with Doc 9911. In their structure and main methodical approach existing models are integrated noise models, they combine the assessment module of the flight path parameters necessary for noise calculations and the aircraft noise assessment module itself.

### **Noise monitoring results for proving aircraft noise modelling**

Noise measurement is considered the fundamental means to evaluate, validate, and control noise abatement. Noise measurements performed by sound monitors located close to airports are often disrupted by urban background noise that interferes with aircraft flyby noise events. Acoustic climate and topographic conditions are often also the subjects to limit the normal operation of noise monitoring terminals and especially their accuracy and uncertainty of aircraft noise assessment.

Noise monitoring must be used in order to measure statistically representative long-term levels, which can be combined to provide annual average levels. In practice the noise impact metric accounts the contribution of any aircraft flight noise event via its incorporation into  $L_{eq}$  and  $L_{max}$  descriptors. Note that the  $L_{max}$  descriptor is more understandable for community than any equivalent noise level or index. In various adopted metrics and in going on investigations these descriptors are also widely used in combinations with other parameters such as number of flight events, duration of noise events, etc. However, the common metric for various noise situations has not been yielded till now. The number of them are in use everywhere, but most of them are quite complicated for community understanding and sometimes its simplified versions are used for the assessment of noise impact.

In accordance with EU directive requirements the calculations of environmental noise descriptors became mandatory, while measurements may be used just for validation of the results. For environmental noise measurements main provision described in international standard ISO 1996-2, which refer to general test method development mainly. As stated in the standard, the sound levels shall be, if

possible, determined from the exposure level (for example, SEL) measurements of individual aircraft flight noise events during representative time period. The representative time interval for  $L_{eq}$  measurements is introduced as the period which include “five or more of each type of aircraft contributing significantly to the sound pressure level to be determined” and for  $L_{max}$  measurements – “from at least five and preferably 20 or more occurrences of the most noisy relevant aircraft operation”.

Note that estimation of noise impact from aircraft flight noise events – aircraft flybys at considered environmental site – presupposes that common noise conditions must be taken into account, i.e. other significant noise sources must be considered also. It is necessary for determination of the background noise (or residual noise) level over which the aircraft noise level arises and the duration of aircraft noise prevailed influence depends on. E.g., for the urban case during day time an aircraft noise of 70-75 dBA  $L_{max}$  should be insignificant comparing with permanent road traffic noise of e.g. 60 dBA  $L_{eq}$  and significant for night time when residual noise is equal to 45-50 dBA  $L_{eq}$  usually.

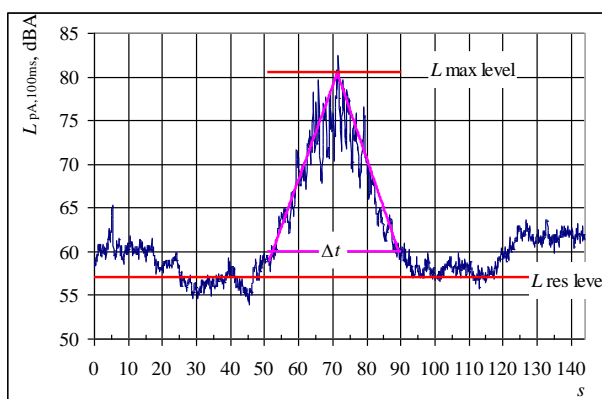


Fig. 1. Schematic view of ‘averaged’ (virtual) event for representative period with appropriate parameters of maximum, residual levels and duration of the event. Sound energy in magenta triangle defines the sound exposure level of the event

### Conclusion

So, the existence of the representative set of flight noise events assumes, that there is an ‘averaged’ (virtual) event with appropriate ‘averaged’ parameters (Fig. 1) of maximum sound level  $L_{max,repr}$ , sound exposure level  $SEL_{repr}$  ( $LE, repr$ ), equivalent sound level  $L_{eq,repr}$ , duration of noise event  $\Delta t_{repr}$  and residual (or background noise) level  $L_{res,repr}$ , all of them schematically are shown in Fig. 1 in a way as they were introduced in standard for the description of parameters of single event. For  $L_{den}$  or/and  $L_{max}$  determinations during representative time period such ‘averaged’ event may be obtained for rating time intervals as day (12 h), evening (8 h) and night (4 h) separately.

# The Use of Biocomponents and Additives to improve the Quality and Safety of Diesel Fuels

<sup>1</sup> Maria Michela Dell'Anna, <sup>2</sup>Valentyna Tkachuk, <sup>2</sup>Oxana Rechun, <sup>2</sup>Galina Golodyuk

<sup>1</sup>DICATECh, Politecnico di Bari (POLIBA)

<sup>2</sup>Lutsk National Technical University

E-mail: [v.tkachuk@lntu.edu.ua](mailto:v.tkachuk@lntu.edu.ua)

## Introduction

The worldwide increasing demand for energy prompts scientists to focusing their research fields at developing sustainable processes for using renewable source of energy. The geo-political crises and the high concern for global warming, caused by greenhouse gas emissions from the combustion of fossil fuels made the depletion of fossil reservoirs become really dramatic for European Countries. The use of waste biomass as energy feedstock is very interesting for economics and environment. Although the EU banned the production of petrol and diesel automotives by 2035, the employing of biodiesel from waste biomass seems a very interesting alternative, solving problems connected to both fossil depletion and waste disposal.

In recent years there was information that European countries, such as Italy, Denmark, Spain, the United Kingdom had annual productions of waste cooking oil (WCO) between 0.1 Mt and 0.5 Mt . The other EU countries annually produced below 0.1 Mt. Analyzing the same data on a per capita basis, Several EU countries, Portugal for example are major producers (up to 6.5 kg/capita/year).

## Main material

As there is a large amount of produced WCO, it is crucial to recycle this waste and transform it into a economicaly valuable "new product". One of the ways to recycle this waste is to transform it into biofuel.

Since biodiesel can be synthetized from fresh vegetable oils (rapeseed, sunflower, soybean oil) as well as from used cooking oils. There are certain problems with the use of biodiesel, such as increased viscosity and insufficient purification from by-products of transesterification.

In addition, a high-quality biodiesel should contain monoinsaturated fatty acid methyl ester as the main component. On the whole, the biodiesel produced by

the most common method of transesterification contains a large amount of polyunsaturated fatty acids methyl ether (FAMES). This way of production harms product quality. Therefore, the use of additives to biodiesel fuel, optimization of its composition is an crucial task for further research.

Comparing to diesel biodiesel has exceptional environmental advantages. The study performed by the United States National Biodiesel Council admits that burning biodiesel emits, on average, 48% less carbon monoxide, 47% less particulate matter, and 67% less hydrocarbon comparing to diesel from petroleum. Therefore, research into the properties of various types of biodiesel continues to be relevant.

Diesel biofuels have become progressively widespread abroad in the latest years. A number of Western European countries are experiencing an increase in production of diesel fuel from vegetable raw materials. It is observed in Germany, France, as well as in the United States, Brazil, and Malaysia. The European countries focus on production of diesel biofuels from rapeseed oil, encompassing from rapeseed grown in Ukraine. In the United States and Brazil the production of biodiesel from soybean oil is promoted. The Southeast Asian countries prefer production from palm oil.

A mixture of complex methyl esters obtained from rapeseed oil (MERO) is used as 100% diesel fuel in tractors operating in Austria. In France, they used a mixture of diesel fuel with 5% MERO. The soybean oil-based methyl esters are used as a 100% non-fuel or as a 20% addition to petroleum fuel in the USA. Regrettably, this problem is more theoretical in nature in Ukraine because of the absence of data about results of a study of the mass use of bio-components for diesel fuel. All research objects were taken from commercial sources and operated as such.

The consumption of fossil petroleum products in the EU is gradually mixing, if in 2000 it amounted to 396.72 million tons, then in 2020 – 310.31 million tons. In 2020, the final consumption of oil and petroleum products for energy and non-energy purposes in the EU Member States fell 8.9 % to 384.0 (Mtoe) In almost one year it reached the lowest level ever recorded in the 31-year time series. It definitely showed the effects of the COVID restrictions for most EU Member States that started in the first few months of 2020.

### **Conclusions**

The use of multifunctional additive packages for diesel fuel allows you to maintain the cleanliness of the engine fuel injection system at the required technical level. At the same time, the level of emissions of harmful substances in exhaust gases – soot, unburned hydrocarbons, carbon monoxide and nitrogen oxides is significantly reduced, as well as diesel fuel consumption and, accordingly, the release of carbon dioxide are reduced by 2-5%. According to the results of the conducted studies, the high efficiency of both additives was established.

## **Young Scientists Chapter**

### **Modern Energy Technologies in Power and Transport**



# Influence of Raw Materials of FAME on the Degree of Swelling of Elastomers

Olena Shevchenko, Daryna Popytailenko

SHEI Ukrainian State University of Chemical Technology

E-mail: [shevchenko\\_o\\_b@udhtu.edu.ua](mailto:shevchenko_o_b@udhtu.edu.ua)

## Introduction

Alternative fuels, especially those produced in an environmentally friendly way, are necessary to meet the growing world energy needs. FAME (methyl esters of fatty acids) is a renewable alternative to traditional petroleum fuel. However, the compatibility of elastomers commonly used in automotive materials is a concern, as FAME can cause the rubber-based material to dissolve and degrade. Degradation processes are irreversible, including changes in the elastomer due to the loss of its chemical structure. The polarity of FAME increases its solubility and facilitates penetration and extraction. The influence of FAME on elastomers occurs in two ways: firstly, through the absorption of liquid by elastomers and, secondly, through the destruction of soluble components of elastomers in the liquid medium. In the course of many studies, it was determined that the stability of elastomers decreases in the order of polytetrafluoroethylene > silicone rubber > nitrile rubber > ethylene propylene diene monomer > polychloroprene.

## Main material

The influence of the raw material FAME on the degree of swelling of the elastomer was investigated. The following fuels were used in the work: diesel fuel (DF), FAME from sunflower oil (FAME-1), FAME from rapeseed oil (FAME-2), FAME from chicken fat (FAME-3) and mixed fuels with a 15% addition of these FAME. Square-shaped samples of oleobenzene-resistant elastomer were prepared for the test. The prepared samples were kept in test tubes with fuels at a temperature of 25 °C for 10 days. Every day, the samples were weighed on analytical balances and visually assessed for deformations. The results of calculations of the degree of swelling are presented in Figure 1.

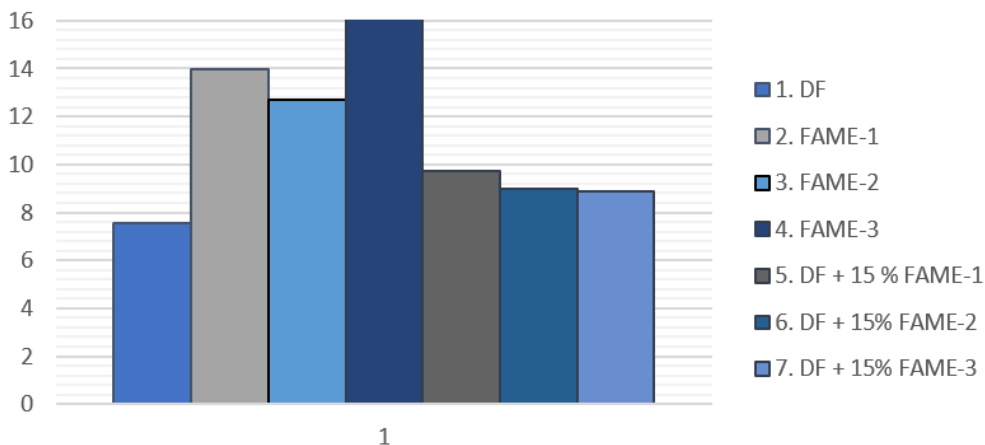


Fig. 1. Degree of elastomer swelling in different fuels

The mass of the samples increases with the immersion time. Maximum swelling occurs quickly at the early stage of immersion (after 72 hours). This may be related to the penetration of fuel into the polymer chain. Mass swelling is associated with the dissolution of soluble components in elastomers, such as plasticizers, stabilizers, or additives.

The weight increase of elastomers ranged from 7.53% (DF) to 16.16% (FAME-3). Also during the tests, deformations and changes in the geometric dimensions of the sample were recorded. Such a high degree of elastomer swelling should be taken into account before replacing diesel fuel with FAME fuel.

### Conclusions

The degree of swelling increases with an increase in the concentration of FAME in the mixed fuel. This elastomer is not recommended for use in diesel engines running on mixed fuel, as FAME causes elastomer degradation and technical malfunctions.

Today, the influence of FAME on the compositions of industrial elastomers used in engines is poorly studied, the usual approaches to the evaluation of structural materials may prove insufficient, since the compatibility of elastomers with FAME strongly depends on their elemental composition. Also, the study of the stability of elastomers in the real operating conditions of the fuel system is a relevant issue for further study, since temperature and pressure changes are difficult to repeat in laboratory conditions.

## Нові Види Відновлюваної Сировини для Виробництва Авіаційних Біопалив в Україні

Василь Бошков, Максим Московчук, Катерина Слесаренко

Національний авіаційний університет

E-mail: vasilyboshkov@gmail.com

### Вступ

Сучасна авіація є одним з основних споживачів невідновлюваної нафтової сировини у вигляді авіаційних бензинів та палив для газотурбінних двигунів (ГТД). У зв'язку зі стрімким розвитком авіаційної галузі актуальним є підвищення енергоефективності палива та зменшення викидів від повітряних суден. Сьогодні, відповідно до державної політики провідних країн світу в паливно-енергетичній галузі, налагодження виробництва та використання альтернативних моторних палив, зокрема авіаційних, з відновлюваної сировини є одним з пріоритетних завдань.

### Основна частина

Загальновідомо, що діяльність авіаційної галузі завдає значної шкоди навколишньому середовищу, оскільки продукти згоряння палива є джерелом забруднення атмосфери. Крім того, викиди CO<sub>2</sub> та інших парникових газів роблять значний внесок у глобальні кліматичні зміни. Проблеми авіаційних викидів присвячено низку керівних документів провідних організацій у галузі цивільної авіації. Ними встановлено вимоги щодо постійного скорочення викидів CO<sub>2</sub> в середньому на 1,5 % щорічно з метою зменшення викидів вуглекислого газу на 50 % до 2050 року порівняно з 2005 роком. На сьогоднішній день одним з перспективних шляхів екологізації авіаційного сектору є використання альтернативних авіаційних палив. У зв'язку з цим Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) прогнозує, що сучасний авіаційний сектор потребує швидкого розвитку виробничих потужностей з виробництва нових видів авіаційних палив.

На думку сучасних науковців та експертів у сфері діяльності авіаційного сектору на сьогоднішній день декарбонізація повітряного транспорту є одним з найскладніших завдань у порівнянні з іншими видами транспорту. Як один з можливих та найбільш ефективних шляхів скорочення викидів CO<sub>2</sub> в авіаційному секторі сьогодні розглядається використання

низьковуглецевих сталих авіаційних палив, або біопалив. Наразі ведуться розробки щодо перспектив електрифікації комерційних літаків. Крім того, активно досліджуються перспективи використання водню для живлення літаків, однак ці розробки знаходяться на ранніх стадіях проектування, та вимагають розвитку нової інфраструктури для його транспортування та зберігання.

Отже, поки що єдиною доступною альтернативою для заміни традиційних авіаційних палив є біопалива. Сьогодні спостерігається значний прогрес у сфері розробки та використання біопалив. Однак залишаються величезні виклики для комерціалізації передових процесів їх одержання: налагодження виробничих ланцюгів (від постачання сировини до синтезу палива), змішування та доставки нових видів палива, проведення комплексу лабораторних, стендових та льотних випробувань, сертифікація та допуск для комерційного використання. Таким чином, роботи спрямовані на розвиток технологій одержання альтернативних авіаційних палив та розширення сировинної бази для їх виробництва є актуальними як для України, так і для світу загалом.

### **Висновки**

Авторами досліджено фізико-хімічні властивості зразків авіаційних біопалив на основі нафтового палива для ГТД та біодобавок. Показано, що введення біодобавок до складу палив для ГТД призводить до зміни їх властивостей, зокрема до підвищення густини, в'язкості та температури кристалізації. За показниками густини та в'язкості зразки біопалив цілком задовольняють вимоги нормативних документів щодо якості авіаційних палив. За показником температури кристалізації лише біопалива з вмістом біодобавок не більше 30 % (об.) задовольняють вимоги нормативних документів.

За результатами експериментальних досліджень можна зробити висновок, що біодобавки на основі пальмоядрової та кокосової олій володіють кращими характеристиками порівняно з біодобавками на основі ріпакової та рижієвої олій, зокрема, з огляду можливості їх використання як компонентів авіаційних біопалив. Біодобавки на основі пальмоядрової та кокосової олій мають молекулярний склад та молекулярну масу, що більш наближені до складу традиційного авіаційного палива, а отже володіють властивостями, що є більш подібними до властивостей нафтового палива для ГТД. Таким чином, одержані результати дають підґрунтя для подальших лабораторних досліджень, зокрема, експлуатаційних властивостей, та випробувань на стендових авіаційних двигунах.

# Modeling of the Thermal Operating Mode of the Methane Tank Utilizing Chicken Droppings to Obtain Biogas

Viktoriia Dubrovska, Viktor Shklyar, Denys Marushchak

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: [dubrovska\\_vv@ukr.net](mailto:dubrovska_vv@ukr.net)

## Introduction

Utilization of bird droppings has turned into a difficult problem for many poultry farms, as it requires large material, technical and monetary costs, as well as the presence of large areas of agricultural land. Fresh droppings are a source of unpleasant odors, release of poisonous gases (ammonia, hydrogen sulfide), as well as copper, phosphorus, potassium, zinc, calcium, manganese. Organic compounds contained in bird droppings include nitrogen compounds (proteins, peptides, amino acids), carbon compounds (lipids, glycerols, fatty acids, carbohydrates, including fiber, sugars, alcohols, volatile acids, cellulose lignin), sulfur compounds (sulfides). It can contain a significant amount of weed seeds, helminth eggs. It also is a favorable environment for the development of pathogenic microorganisms. In case of untimely processing, such litter becomes a source of environmental pollution (atmosphere, reservoirs, soil, groundwater). Without processing by any method fresh litter is not recommended to use as fertilizers.

For recycling chicken litter into biogas, biogas plants are utilized working on the basis of processes fermentation and decomposition of organic substances by anaerobic bacteria, at ambient temperatures of 15–20 °C – for psychrophilic bacteria, 30–40 °C – for mesophilic bacteria, 50–70 °C for thermophilic bacteria.

The number of received biogas depends on the quality and volume used waste, and characteristics of the installation. Furthermore, during processing of the chicken droppings up to 0.311 m<sup>3</sup> of biogas per 1 kg can be obtained from the raw [1].

After the production of biogas from organic waste and manure, the digestate is obtained. It can further be used as biofertilizer (which is absorbed by plants by almost 100%), or as an additive to compost, or for surface treatment of the territory.

Maintenance of the specific temperature levels during biomass fermentation in the methane tank is one of the most important conditions to receive high biogas outputs. A temperature deviation of  $\pm 1$  °C within an hour is allowed.

Inverstigation of the biomass heating process in the methane tank has become a relevant pressing interest.

### **Main material**

With help modeling in the program SolidWorks analyzed thermal regime of methane tank. The model of methane tank is programmed and corresponds to the contemporary installation of a biogas production complex and electric power at one of the enterprises of Kyiv region.

The model of the methane tank with a volume of  $1 \text{ m}^3$  is constructed in the form of a concrete cylinder of 750 mm height with internal diameter of 1632 mm and with wall thickness of 50 mm covered with thermal insulation mineral wool. The heaters of different designs and energy input systems for biomass heating are placed inside the methane tank. The heat carrier is a 25% water solution of propylene glycol with volume flow rate of  $11 \text{ m}^3/\text{h}$  and a temperature of  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ . The environment ambient temperature is  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , the coefficient of heat transfer from the external wall is  $23 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ . The initial temperature of the biomass is  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .

The modeling process is built on the composition of a heat balance between supplied heat and heat loss by different parts of the methane tank.

The result of the modeling is the determination of heat losses by individual elements of the methane tank and the temperature distribution plotting in its various cross-sections depending on the heating conditions: the cylindrical part, the bottom, and the simultaneous use of both options.

### **Conclusions**

In accordance with obtained results utilizing all methods of the heat input the zones of overheating and underheating were determined. The optimal method of biomass heating is a separate bottom and side heat supply. Thus the most uniform biomass heating to a temperature of  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  is ensured, which leads to the optimal biogas output, reduces input heat losses and biomass mixing. Since without proper biomass mixing in the fermenter the stagnation zones are observed, where the biomass does not reach the specified temperature, and the crust formation is possible on the substrate surface, it is necessary to install propeller agitators to resolve both issues.

Energy losses reduction for own needs and optimal biomass heating provision is achieved by implementing qualitative and quantitative regulation of the heat flow through its input into the methane tank.

# The Influence of Self-Organization Processes During Friction and Wear on the Reliability of the Tribosystem

**Olha Ilina, Oksana Mikosianchyk**

National Aviation University

E-mail: [3936559@stud.nau.edu.ua](mailto:3936559@stud.nau.edu.ua)

## **Introduction**

Modern requirements for the reliability of tribomechanical systems are related to the qualitative improvement of lubricating materials, their components and, in general, are defined by in-depth analysis of the state of the lubricating medium and the contact surface of the metal in the friction process. An increase in the resource and reliability of the friction pair couplings is determined by their compatibility, which is understood as the ability of the tribosystem to realize the optimal state according to the specified criteria in a given range of operating conditions [1]. Therefore, developing criteria for evaluating the quality of lubricants based on tribotechnical indicators is an important research area in determining the operational reliability indicators of friction units.

## **Main material**

The ability of metals to irreversibly absorb deformation energy, estimated by the index of integral work, can be used as a sensitive criterion in the study of metals under conditions of cyclic elastic-plastic deformation. Since during dynamic deformation, the share of hidden energy stored in the metal can be up to 20–25% of the total dissipated energy, the greater the ability of the lubricant to reduce the specific work of friction, the lower the contact energy will be, respectively, the resistance to the destruction of the elements of tribocouplers should be higher.

Transmission oil for hypoid gears (T-Shyp) of two manufacturers was chosen as lubricants for the research: sample 1 - transmission oil "Bora B" T-Shyp (TU U 19.2-38474081-017:2018 / SAE 140 / API GL-5); sample 2 - transmission oil for hypoid gears T-Shyp (TU 38.1011332-90). Rollers were used as the material of the contact surfaces - steel 30ChGSA (HRC 48 - 52, Ra 0.34  $\mu\text{m}$ ). The research was carried out on a software-hardware complex that simulates the operation of gears in conditions of rolling with slipping using a roller analogy. The parameter of the specific work of

friction ( $A_{fr}$ ) was analyzed, which characterizes the energy load of the frictional contact.

The obtained experimental values of  $A_{fr}$  for sample 1 in the range of 736...11640 J/mm<sup>2</sup> characterize the operating conditions of the tribosystem with an average manifestation of energy processes in tribotechnical contact. For sample 2, the specific work of friction in contact during the initial run-in period lasting up to 13 cycles is characterized by high values at 14000 - 36000 J/mm<sup>2</sup>, which, on average, is ten times higher than the similar parameter established for sample 1. With further working at 20°C, the specific work is, on average, 3191 J/mm<sup>2</sup>, 1.37 times higher than sample 1. Periodic rapid periods of increase of  $A_{fr}$  in contact by 3.....5 times were recorded, which indicates the intensification of energy processes both at the lubricant-metal interface and in the surface layers of the metal. These processes usually lead to the intensification of wear of friction pairs, which, in turn, is the main prerequisite for reducing the resource of the tribosystem.

The activation of the surface layers of 30ChGSA steel in the friction process leads to an acceleration of the flow rate of mechano-chemical reactions at the metal-lubricant interface. As a result, metastable dissipative structures are formed with an increased number of active components of the lubricant, which include oxygen, sulfur, and phosphorus. For example, when lubricating the friction pairs with transmission oil, sample 1, the concentration of the specified active elements in the near-surface layers of the metal at a depth of up to 10 μm is 2 times higher compared to the friction pairs that were lubricated with sample 2. This is due to the different activation of multifunctional additives and active functional groups of the bases of the studied oils that form mono- and polymolecular adsorption boundary layers on the active centers in the areas of actual surface contact. Since the formation of metastable dissipative structures ensures an increase in the wear resistance of the tribosystem, it is possible at the stage of creating the formulation of the lubricant and, when compounding the commercial batch of oils, improving the control of the physico-chemical indicators of the quality of the lubricant and the laboratory control of the tribotechnical indicators, to create lubricants with effective operational characteristics.

### **Conclusions**

An appropriate selection of lubricant provides an opportunity to increase the durability of friction pairs in operational conditions by forming wear-resistant dissipative structures during friction.



## Переробка Гумових Відходів Низькотемпературним Піролізом

Ксенія Гринишин, Володимир Скорохода, Тарас Червінський

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: [xeniagrynn@gmail.com](mailto:xeniagrynn@gmail.com)

### Вступ

Кваліфікована переробка гумових відходів є сьогодні надзвичайно важливою проблемою, оскільки дає змогу частково вирішити проблему забруднення навколишнього середовища. За різними даними тільки зношених шин у світі накопичується понад 10 млн. т щороку. Значну частину таких відходів спалюють разом з іншими типами палив для одержання теплової енергії, а решта переробляють іншими методами.

Одним з способів переробки гумових відходів є їх подрібнення з утворенням гумової крихти різних розмірів, яку в подальшому використовують у будівництві, для покращення властивостей нафтових бітумів тощо. До термічних методів утилізації гумових відходів відносять газифікацію та піроліз. Процес газифікації (або високотемпературного піролізу) ведуть за температур 800-1200°C. За таких умов утворюється велика кількість газоподібних продуктів, які можна використовувати як паливний газ, або як синтез-газ, а також твердий залишок – пірокарбон. Процес низькотемпературного піролізу гумових відходів за температури 450-500°C. При цьому утворюється рідкий продукт – піроконденсат, газ піролізу та твердий залишок – пірокарбон. Піроконденсат піролізу (його вихід складає 40-50 % мас.) здебільшого використовують як пічне паливо. Такий спосіб використання є економічно не вигідним, враховуючи порівняно низьку вартість цього виду палива. Саме тому важливо детально вивчити склад та властивості піроконденсату, що дало б змогу запропонувати нові напрямки його використання.

### Основна частина

Для проведення досліджень використовували піроконденсат, отриманий у промислових умовах на технологічній установці низькотемпературного піролізу періодичної дії. Піроконденсат розділяли на

бензинову фракцію, дизельну фракцію та залишок. Вихід бензинової фракції складає 36,6 % мас., дизельної – 43,4 % мас., залишку – 20,0 % мас.

Бензинова фракція – це прозора рідина темно-коричневого кольору з межами википання 80-205°C та густиною 0,837 г/см<sup>3</sup>. Висока температури початку кипіння цієї фракції зумовлює низький тиск насиченої пари – 5,2 кПа. Вміст сірки складає 0,7 % мас., йодне число, яке характеризує вміст ненасичених вуглеводнів – 49,9 г I<sub>2</sub>/100 г. Дизельна фракція – це мутна рідина темно-коричневого кольору, яка википає в межах 200-300°C та характеризується такими показниками: густина 0,920 г/см<sup>3</sup>; температура застигання – мінус 19°C; температура спалаху в закритому тиглі 85°C; зольність 0,87 % мас.; вміст сірки 1,85 % мас.; йодне число – 74,8 г I<sub>2</sub>/100 г. Залишок після розділення піроконденсату – це чорний високов'язкий продукт з густиною 0,920 г/см<sup>3</sup>, температурою спалаху у відкритому тиглі 115°C та вмістом сірки 1,7 % мас. За допомогою рентгенофлуоресцентного спектрального аналізу визначено вміст окремих хімічних елементів в піроконденсаті та окремих його фракціях. Встановлено, що у піроконденсаті та його фракціях практично не міститься важких металів, характерних для нафтових фракцій та залишків (V, Ni). Натомість виявлено Ca, Fe, Zn. Причому Fe і Zn концентруються в основному у залишку від перегонки піроконденсату, а Ca – у бензиновій фракції.

Вивчено склад і властивості пірокарбону, що отримується в процесі піролізу гумових відходів. Досліджено здатність пірокарбону до поглинання нафти і нафтопродуктів. Встановлено, що здатність до поглинання нафти та нафтопродуктів складає 1,02-1,46 г/г та залежить від використаної методики та виду нафтопродукту.

### **Висновки**

Вивчення складу і властивостей піроконденсату піролізу гумових відходів підтвердило, що вузькі фракції, виділені з піроконденсату, без додаткової переробки не можуть бути використані як товарні продукти. Рекомендовано змішувати отримані світлі фракції з аналогічними прямогонними фракціями та подавати цю суміш на подальшу переробку з метою одержання товарних моторних палив. Залишок доцільно використовувати як сировину для одержання пластичних мастил, або як компонент сировини для бітумного виробництва.

Встановлено, що пірокарбон, одержаний в процесі піролізу гумових відходів, можна використовувати як адсорбент для збору і локалізації розливів нафти і нафтопродуктів на твердих та водних поверхнях.

## Продукти Хімічної Модифікації Високоолеїнової Відпрацьованої Фритюрної Олії Соняшника в Ролі Паливних Додатків

Давід Давітадзе, Сергій Коновалов, Степан Зубенко, Володимир Пилявський, Анжела Яковенко

Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України

E-mail: [davitadzed@gmail.com](mailto:davitadzed@gmail.com)

### Вступ

Як відомо, посилення екологічних вимог моторних палив до рівня Євро 5 передбачає обмеження вмісту Сульфуру в їх складі (зокрема, не вище 10 мг/кг для дизпалива за ДСТУ 7688-2015). Це актуалізує проблему заміни широкоживаних сірковмісних трибологічних додатків на екологічніші аналоги, що не містять сірки. Перспективними в такій ролі виглядають продукти, одержані з відпрацьованих фритюрних олій.

Метою роботи була хімічна модифікації низки естерів вищих жирних кислот відпрацьованої фритюрної олії з високим вмістом олеїнової кислоти за подвійним зв'язком та оцінка синтезованих продуктів як трибологічних додатків до дизпалива.

Сировиною слугувала відпрацьована фритюрна високоолеїнова соняшникова олія жирнокислотного складу 4.4 % C16:0, 2.6 % C18:0, 81.7 % C18:1, 6.1 % C18:2, 5.2 % інших кислот; кислотне число 1,20 мг КОН/г, вміст води – 0,05 %. Процедура модифікування включала три стадії. На першій за оригінальними методиками, розробленими в ІБОНХ ім. В.П. Кухаря НАН України, синтезували моноалкілестери – етилові (EE), *n*-бутилові (BE) та *i*-бутилові (iBE). Наступним етапом була конверсія естерів у епоксиди з використанням пероксиду водню, ацетатної кислоти та кислотного сульфокатіоніта Ambelite IRC120H ( $S^{BET} = 3 \text{ м}^2/\text{г}$ ). Епоксидування проходило з високою конверсією (99, 98 та 96 % для EE, iBE та BE) та 100-% селективністю. На останньому етапі епоксиди алкоксилювали відповідним спиртом (100 °C; 3 год; спирт/епоксид/каталізатор – 10/1/0,05 моль) на твердому каталізаторі – кислотному сульфокатіоніті Purolite CT275 ( $S^{BET}=32 \text{ м}^2/\text{г}$ ). Конверсія епоксидів була повною, але окрім алкоксилювання спостерігалася їх ізомеризація до

кетонів і утворення димерів. Цільова селективність для EE-Ep, BE-Ep та iBE-Ep складала 75, 45 та 55 % відповідно.

Трибологічний потенціал одержаних зразків (EE-Ep-Et, BE-Ep-But та iBE-Ep-But) оцінювали в складі їх сумішей (1 % об.) з дизпаливом (ДП-3-Євро5-В0) за зміною величини критичного навантаження  $P_{кр}$  (Н), яке вимірювали за процедурою ASTM D2783 на чотирьохкульковому трибометрі. Зразками порівняння були чисте ДП та його суміш з етиловими естерами EE (20 % об.). Відповідні величини  $P_{кр}$ , його приросту порівняно з чистим дизпаливом  $\Delta P_{кр}$ , а також кінематичної в'язкості  $\nu$  наведено в таблиці. Внесення 1 % продукту EE-Ep-Et дозволило покращити змащувальні показники такою ж мірою, як і у випадку 20 % немодифікованих EE (24,8 % приросту  $P_{кр}$ ). Для продуктів BE-Ep-But та iBE-Ep-iBut приріст  $P_{кр}$  був ще суттєвішим. Ведення досліджених додатків не призводило до істотного зростання кінематичної в'язкості.

Таблиця 1

Трибологічні та в'язкісні характеристики зразків

| Зразок                  | $P_{кр}$ , Н | $\Delta P_{кр}$ , % | $\nu$ (40 °C), мм <sup>2</sup> /с |
|-------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|
| 100% ДП                 | 314          | -                   | 2,70                              |
| 80% ДП / 20% EE         | 392          | +24,8               | 2,94                              |
| 99% ДП / 1% EE-Ep-Et    | 392          | +24,8               | 2,73                              |
| 99% ДП / 1% BE-Ep-But   | 441          | +40,4               | 2,78                              |
| 99% ДП / 1% iBE-Ep-iBut | 441          | +40,4               | 2,74                              |

## Висновки

Було запропоновано спосіб хімічного модифікування відпрацьованої фритюрної високоолеїнової соняшникової олії для одержання додатків до дизпалива. Синтезовані продукти показали високу ефективність як трибологічні додатки, що при вивчених пропорціях компаундування (1 % об. додатка на 99 % об. дизпалива) не призводять до істотного зростання показника кінематичної в'язкості пального.

# Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell: A Brief Review

**Korovushkin Vitalii**

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: [vitalijkorovuskin@gmail.com](mailto:vitalijkorovuskin@gmail.com)

## **Introduction**

Energy storage and conversion play a vital role in connecting the various stages of energy production and consumption. However, traditional fossil fuels are a naturally occurring and unsustainable energy storage medium that has limited reserves and causes significant pollution problems. As a result, there is a need for alternative storage methods to effectively use renewable and green energies in the future. Fuel cells are an effective technology that can convert oxidant and chemical energy from fuels directly into DC electricity, producing only heat and water as by-products. Fuel cells are efficient electrochemical converters and electricity generation technologies that have garnered attention due to the need for clean energy, limited fossil fuel resources, and their ability to generate electricity without using moving mechanical parts. This review primarily examines the recent advancements in polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC) technology.

## **Main material**

Typically, the PEMFCs comprise several essential components, including the membrane electrode assemblies (MEA), located between the cathode and anode flow field plates (FFPs) with fluted flow channels. However, the fuel delivery process remains a significant challenge for PEMFCs as the use of pure hydrogen requires expensive fuel transmission infrastructure. Alternatively, on-site fuel processors that utilize liquid fuels have a prolonged start-up time and are bulky and costly.

Improving fuel cell technology presents several technical challenges, such as the maximum theoretical voltage that a fuel cell can operate at, which is influenced by the operating temperature. Higher temperatures result in lower theoretical efficiency and lower maximum voltages. Operating at higher temperatures improves waste heat efficiency; however, there is a medium temperature range that is reliable and effective for a specific type of fuel cell. Thus, in fuel cell systems, thermal management is crucial to ensure that the stack operates within the specific temperature range.

Heat is generated in PEMFCs due to the entropic heat reaction and the presence of irredeemable hydrogen, as well as the stimulation of the electrochemical reaction and ohmic resistances against the pathway of proton and electron flow. The transport of heat from hydrogen to anode also affects the heat present in PEMFCs. The total heat produced in the system can be measured by equating the voltage of a single cell with the output voltage of 100% efficient PEMFCs. Typically, the heat generated in PEMFCs is about 60% of the reacted hydrogen energy. Half of the reacted hydrogen is removed from the system by extra reactant and latent heat resulting from the vaporized water. The remaining heat is dissipated from the system via natural convection.

The development of nanocomposite membranes, which involve a combination of inorganic materials and PEMs, has led to improved mechanical and thermal stability of the membranes. In the vehicle mechanism, hydronium ions pass through the membrane via electro-osmotic drag with one or more methanol or water molecules in the aqueous medium. As a result, molecules of methanol or water act as vehicles for proton diffusion in the polymeric membrane, creating cationic complexes. The presence of free volume in polymeric chains of proton exchange membranes is a crucial aspect of the vehicular mechanism. Inorganic additives can be chosen to enhance the proton conductivity of polymeric membranes at low RH conditions and high temperatures.

### **Conclusions**

The need for clean and efficient energy conversion and storage has led to increased interest in fuel cell technology, particularly polymer electrolyte membrane fuel cells (PEMFCs). However, the fuel delivery process remains a significant challenge for PEMFCs, and the maximum theoretical efficiency is influenced by operating temperature. Thermal management is crucial to ensure that the stack operates within a specific temperature range. The development of nanocomposite membranes has improved the mechanical and thermal stability of PEMFCs. Inorganic additives can enhance the proton conductivity of polymeric membranes at low RH conditions and high temperatures. Overall, these advancements in PEMFC technology are essential for the effective use of renewable and green energies in the future, reducing the reliance on limited fossil fuel resources and addressing energy and environmental issues.

# Models and Methods of Energy Efficiency Monitoring of the Regions of Ukraine

**Sofiia Dokshyna, Viktor Rozen**

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

E-mail: [dokshina.sofiya@gmail.com](mailto:dokshina.sofiya@gmail.com)

## **Introduction**

The prerequisites for the development of energy efficiency benchmarks were the awareness of the negative impact of anthropogenic human activity on the environment (especially from the energy sector, which accounts for 73% of total CO<sub>2</sub> emissions), the exhaustion of traditional energy resources, and the search by a number of countries, after experiencing energy crises and wars, for ways to achieve energy security for domestic economic and energy stability. At the same time, to identify ways to improve energy efficiency, it is necessary to apply different assessment models of energy efficiency monitoring.

## **Main material**

Energy efficiency monitoring at a general level can be described as follows (Figure 1). Energy efficiency can be assessed at several levels: energy production, distribution and consumption. At each of these levels, there are opportunities to improve energy efficiency: at the production level, mainly through modernisation; at the distribution level, through optimisation; at the consumption level, through optimisation or installation of energy-efficient equipment, etc. Political and economic influences also play an important role. The most achievable energy efficiency improvement potential is in the consumption sectors, especially the largest ones, such as industry, transport and households. Moreover, the global final consumption of these sectors has remained the largest for half a century. To monitor energy efficiency, various forms of assessment and data collection are used, such as audits, analytical data collection from official and unofficial sources, direct measurement of the required values, surveys and modelling. The latter is of great interest, as modelling can help to obtain predictive values or identify patterns.

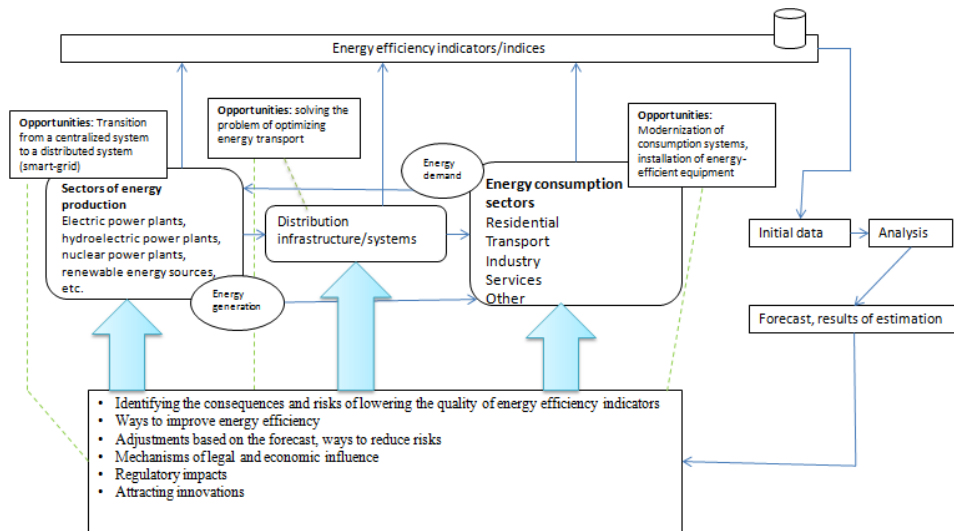


Fig. 1. Structure chart of energy efficiency monitoring at the general level

To strengthen the Energy Strategy of Ukraine, it is worth considering the regional level, as each region has its own characteristics. To identify groups of similar regions, it is advisable to apply various clustering methods (e.g. hierarchical, k-means, DBSCAN, SVM) using machine learning and neural networks. In addition to energy consumption, these models should consider various factors that may influence consumption as an economic aspect of energy efficiency, and, since the next Energy Strategy of Ukraine will focus on reducing CO<sub>2</sub> emissions under the European Green Deal programme, the environmental aspect should also be taken into account. To identify the main factors influencing the differentiation of cluster groups, it is advisable to use discriminant analysis.

### Conclusions

Energy efficiency includes environmental, economic and political aspects, in addition to energy. Energy efficiency can be monitored at the levels of energy production, distribution and consumption. To assess energy efficiency at the level of domestic consumption, it is advisable to use a modelling method at the regional level with the use of clustering and discriminant analysis methods. The largest consumption sectors have great potential: industrial, transport and residential. The modelling should take into account both the energy aspects of energy efficiency (energy consumption; factors that may affect energy consumption), the economic aspects (regional GDP, purchasing power parity, energy tariffs, etc.) and environmental (CO<sub>2</sub> emissions, waste recycling, etc.) aspects.



# Features of the Application of Ethanol Protection of the Tool Against the Sticking of the Material of the Soft Layer During the Mechanical Processing of Bimetallic Soldered Blanks

<sup>1</sup>Vitalii Nesin, <sup>2</sup>Serhii Lakhtadyr

Ukrainian Scientific and Research Institute of Special Equipment and Forensic Expertise of the Security Service of Ukraine, Ukraine

E-mail: <sup>1</sup> [witnes@ukr.net](mailto:witnes@ukr.net), <sup>2</sup> [lserg7019@gmail.com](mailto:lserg7019@gmail.com)

## Introduction

The general practice of milling involves the processing of various structural materials both with the use of a lubricating and cooling fluid, and without it. The need for tool greasing and cooling determined by the material being processed and the intensity of its processing.

## Main material

The expediency of using ethanol as a lubricant in the manufacture of small batches of products from bimetallic blanks, consisting of a brass base and a soldered layer of tin-lead solder, was investigated.

Depending on the purpose, the hardness of brass ranges from 80 to 130 HB. The hardness of the solder is much lower, it is 14 HB. The choice of milling cutter material and modes of its operation is based on the processing conditions of the harder LS59-1 brass material. Due to the presence of a bimetallic structure, the cutter must be sharply sharpened. In the process of processing, the LS59-1 chip breaks and crumbles, and the solder with significant viscosity and relative elongation of up to 46% sticks to the tool, as if smeared.

Ethanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) under normal conditions at 25 °C and a pressure of 100.0 kPa is a liquid that actively evaporates due to significant volatility. A "cloud" of gaseous molecules is constantly present above the liquid, which displaces other air components (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, etc.), creating, to some extent, a controlled atmosphere in the near zone. Removal of part of the "cloud" by air movement changes the state of partial pressure equilibrium, allowing new molecules to evaporate more actively from the liquid, restoring a controlled atmosphere, creating frontal pressure on air

components and pushing them from the near zone and from the liquid surface. Ethanol molecules have a large molar mass (46.067 g/mol) compared to other air components. In particular:  $N_2$  - 14.0067 g/mol,  $O_2$  - 31.9988 g/mol,  $CO_2$  - 44.0095 g/mol,  $H_2O$  - 18.01528 g/mol.

In the case of application of liquid ethanol under normal conditions, under the action of capillary forces, the portion will be distributed over the surface. It is above this surface that the formation of a new pressure front of evaporated ethanol molecules will immediately begin. A certain amount of ethanol applied to the cutter will create a local pressure front of evaporated molecules of the standard on the components of the air above the tool.

The density of molecules located in the liquid ( $p_l$ ) and in the form of a vapor ( $p_v$ ) differ significantly:  $p_l \gg p_v$ . therefore, a portion of the liquid becomes a concentrated reserve for the formation of active steam.

The rotation of the milling cutter during the operation of the machine creates conditions for the intensification of evaporation by constantly maintaining the level of partial pressure, which is reduced by the flow of air disturbed by the rotation of the cutter.

The production of parts from bimetallic blanks is carried out individually in small batches. It is better to use ethanol on milling machines with an open work table. It is suggested to apply liquid ethanol as portions evaporate. It is not desirable to pour into systems with a directed flow instead of lubricating coolant, so as not to exceed the maximum permissible concentration of ethanol, which is 1000 mg/m<sup>3</sup>.

The ethanol evaporation front near the surface affects not only the air components, but also the soft component of the bimetallic part that sticks to the cutter.

The liquid component of ethanol creates a frictional effect on the work piece. As a result, sticking is significantly reduced.

### **Conclusions**

As a result of the conducted research it was found out:

- 1) It is possible to use ethanol to protect the tool from the sticking of soft material at during mechanical processing of bimetallic blanks.
- 2) A portion of ethanol creates an active atmosphere over the tool than prevents sticking.
- 3) Liquid phase of the ethanol portion provides additional frictional protection against tool contamination.

*Scientific edition*

# **THEORY AND PRACTICE OF RATIONAL USE OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE FUELS AND LUBRICANTS**

IX International Scientific-Technical Conference

Book of Abstracts

*Responsible for publishing – Anna Yakovlieva*

*Linguistic corrector – Sergii Boichenko*

*Marketing work – Anna Yakovlieva*

*Idea of the book cover design – Iryna Shkilniuk*

The Book is based on materials, presented by the authors-participants of the IX International Scientific-Technical Conference «Theory and practice of rational use of traditional and alternative fuels and lubricants».

Materials presented by the authors (co-authors) are published in the authors' edition.

Authors (co-authors) are solely responsible for the quality of materials. Authoring team leaves the right to shorten and edit presented materials.