# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Image not found or type unknow

**Державний обліковий номер:** 0825U000959

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 20-03-2025

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Панчук Андрій Мирославович

2. Andrii M. Panchuk

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 133

**Назва наукової спеціальності:** Галузеве машинобудування

**Галузь / галузі знань:** механічна інженерія

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** 133 Галузеве машинобудування

**Дата захисту:** 22-05-2025

**Спеціальність за освітою:** 274 - «Автомобільний транспорт»

**Місце роботи здобувача:** ТзОВ «Електросвіт»

**Код за ЄДРПОУ:** 31789596

**Місцезнаходження:** , Івано-Франківськ, 76026, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 8055

**Повне найменування юридичної особи:** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Код за ЄДРПОУ:** 02070855

**Місцезнаходження:** вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Код за ЄДРПОУ:** 02070855

**Місцезнаходження:** вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 44.31.29, 44.31.39, 61.13, 30.51.51

**Тема дисертації:**

1. Удосконалення технології та обладнання торефікації для підвищення теплотворної здатності піролізного газу

2. Improvement of torrefaction technology and equipment to increase the calorific value of pyrolysis gas

**Реферат/анотація:**

1. Дисертаційну роботу присвячено дослідженню, яке зосереджується на енергетичних засадах удосконалення технології та обладнання торефікації біомаси для підвищення теплотворної здатності піролізного газу. На даний час після нафти, газу та вугілля біомаса є четвертим за величиною енергетичним ресурсом у світі. Враховуючи аграрну спрямованість економіки України, біоенергетика є однією з найперспективніших складових її відновлюваної енергетики. На даний час Україна є дуже важливим гравцем у глобальній енергетичній безпеці та політиці щодо біопалива. Запаси викопних паливних ресурсів в Україні обмежені. Для задоволення наявного попиту доводиться імпортувати їх значну частину, що створює основну проблему енергетичної безпеки країни. Отримання енергії з біомаси набуло динамічного розвитку у багатьох країнах світу через те, що інтенсивне зростання ринку відновлюваних джерел енергії має не лише

енергетичний, а й екологічний аспект. Такий стратегічний напрям використання енергії відповідає умовам сталого розвитку планети та стабільного економічного існування суспільства. Біомаса, на відміну від інших відновлюваних джерел, є універсальним джерелом енергії, яке може використовуватися як для виробництва електричної та теплової енергії, так і для отримання біопалива на транспортні потреби. Первинне перероблення біомаси може відбуватись шляхом гранулювання, в результаті чого отримують тверді паливні гранули. Однак з огляду на високу гігроскопічність паливних гранул, потрібно забезпечувати особливі умови для їх транспортування та зберігання: при потраплянні вологи вони швидко набухають та розпадаються на вихідні частинки біомаси. Одним з ефективних способів первинної обробки біомаси є процес її торефікації. Актуальність дослідження полягає у вдосконаленні технології торефікації та обладнання для її виконання з метою ефективного перетворення біомаси в енергетичні продукти з високою теплотворною здатністю. Під час процесу торефікацції відбувається втрата маси сировини, яка відповідає сумі рідких і газових продуктів, що утворюються внаслідок хімічних перетворень. На нашу думку, ця сума вказує на ефективність перетворення біомаси. Тому параметр «ефективність перетворення біомаси» в роботі було використано як показник для оцінки проходження процесу торефікації. Важливим результатом досліджень є те, що за допомогою процесу торефікації відбувається перетворення біомаси на “зелене біологічне вугілля” з високою теплотворною здатністю. Отримання біовугілля – це еволюція палива з біомаси та на сьогодні є новим напрямком в енергетиці. Продуктами процесу торефікації, крім біовугілля, є леткі конденсовані речовини. Основні з них це - оцтова кислота і метанол. В роботі встановлено закономірності утворення цих натуральних органічних речовин та запропоновано сфери їхнього використання. Розроблено нову технологію збагачення піролізного газу до синтез-газу на основі використання каталізаторів-сорбентів. Для проведення досліджень ми використовували каталізатор сорбент CaO - негашене вапно. Завдяки проведенню каталітичного процесу збагачення піролізного газу було отримано синтез газ з високим вмістом водню в межах 51% - 53%. На основі отриманого збагаченого синтез-газу розроблено нову технологію виробництва метанолу, яка передбачає комбіновані перероблення природного газу та біомаси. Впровадження розробленої технології дозволить стабілізувати постачання сировини шляхом двох незалежних джерел, збільшити потужність підприємства для виробництва метанолу на 30% за рахунок відновлювального «зеленого» метанолу, зменшити питомі витрати на одиницю продукції та зменшити собівартість готової продукції. Нові технологічні рішення дозволяють зменшити питомі витрати на виробництво продукції та при відповідних умовах отримувати метанол меншої вартості ніж отриманий кожним із способів окремо. Отже, дисертація пропонує комплексний підхід до розв'язання проблеми ефективного перетворення біомаси в енергетичні продукти з високою теплотворною здатністю та покращення екологічної ситуації за цього.

2. The dissertation is devoted to research that focuses on the energy principles of improving the technology and equipment for the torrefaction of biomass to increase the calorific value of pyrolysis gas. Currently, Ukraine is a very important player in global energy security and biofuel policy. Given the agrarian orientation of Ukraine's economy, bioenergy is one of the most promising components of its renewable energy. Ukraine is an important player in global energy security and biofuel policy. Fossil fuel resources in Ukraine are limited. To meet the current demand, a significant part of them has to be imported, which creates the main problem of the country's energy security. Obtaining energy from biomass has gained dynamic development in many countries because the intensive growth of the renewable energy market has not only energy but also an environmental aspect. Such a strategic direction of energy use meets the conditions for sustainable development of the planet and the stable economic existence of society. Biomass, unlike other renewable sources, is a universal source of energy that can be used both for the production of electricity and heat energy and for obtaining biofuel for transport needs. Primary processing of biomass can be carried out by granulation, as a result of which solid fuel pellets are obtained. However, due to the high hygroscopicity of fuel pellets, special conditions are required for their transportation and storage. When exposed to moisture, they quickly swell and disintegrate into the original biomass particles. One of the effective methods of primary processing of biomass is its torrefaction process. The relevance of the study is to improve the torrefaction technology and equipment for its implementation to

effectively convert biomass into energy products with high calorific value. During the torrefaction process, there is a loss of raw material mass, which corresponds to the sum of liquid and gaseous products formed as a result of chemical transformations. In our opinion, this sum indicates the efficiency of biomass conversion. Therefore, the parameter – the efficiency of biomass conversion in the work—was used as a criterion for assessing the progress of the torrefaction process. The products of the torrefaction process, in addition to biochar, are volatile. The main ones are acetic acid and methanol. The work establishes the regularities of the formation of these natural organic substances and proposes areas of their use. A new technology for enriching pyrolysis gas to synthesis gas based on the use of catalysts-sorbents has been developed. For the research, we used the catalyst sorbent CaO-quicklime. Thanks to the catalytic process of enriching pyrolysis gas, synthesis gas with a high hydrogen content in the range of 51%–53% was obtained. Based on the obtained enriched synthesis gas, a new technology for methanol production has been developed, which involves the combined processing of natural gas and biomass. The implementation of the developed technology allows for stabilizing the supply of raw materials through two independent sources. This increases the capacity of the enterprise for methanol production by 30% through renewable-green methanol, reducing unit costs per unit of production and reducing the cost of finished products. New technological solutions allow for reducing unit costs for product production and, under appropriate conditions, obtaining methanol of lower cost than obtained by each of the methods separately. Ultimately, the dissertation offers a comprehensive approach to solving the problem of efficient conversion of biomass into energy products with high calorific value and improving the environmental situation at the same time.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Енергетика та енергоефективність

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

**Підсумки дослідження:** Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

**Публікації:**

- Panchuk M., Shlapak L., Panchuk A., Szkodo M., Kiełczyński W. (2016) Perspectives of use of nanocellulose in oil and gas industry. Journal of Hydrocarbon Power Engineering. 2016. Vol. 3 (2). P. 79-84. (Обгрунтовано використання полімерних матеріалів для підвищення надійності та ефективності експлуатації газорозподільних систем).
- Панчук А., Панчук М., Дейнега Р. Перспективи впровадження технологій піролізу біомаси для збільшення виробництва біопалив. Нафтогазова енергетика. 2024. №2.С. 137 -144. (Проаналізовано та систематизовано види 11 біомаси для процесу піролізу, особливості технологій для його проведення, а також варіанти використання піролізного газу).
- Panchuk M., Kryshtopa S., Shlapak L., Kryshtopa L., Panchuk A., Yarovyi V., Sladkovskyi A. Main Trends of Biofuels Productionin Ukraine. Transport Problems. 2017.Vol. 12 (4). P. 95-103. ( Scopus Q3). (Проведено дослідження закономірностей термічного перетворення біомаси. Продемонстровано переваги використання біопалив другої генерації та надані рекомендації використання біопалив на транспорті).
- Panchuk M., Kryshtopa S., Panchuk A., Kryshtopa L., Dolishnii B., Mandryk I., Sladkowski A. Perspectives for Developing and Using the Torrefaction Technology in Ukraine International Journal of Energy for a Clean Environment. 2019. Vol 20. P. 113–134. (Scopus Q3). (Проведено літературний огляд процесу торефікації та реакторів для її проведення. Розроблено напрямки досліджень для вдосконалення процесу торефікації, обладнання для її проведення, а також збагачення піролізного газу. Зроблено оцінку економічної ефективності використання торефікованої біомаси).
- Panchuk M., Kryshtopa S., Sladkovski A., Panchuk A. Environmental Aspects of the Production and Use of Biofuels in Transport. Ecology in Transport: Problem and solution, Lectore Notes sn Networks and System

124. Springer Nature Switzerland AG 2020. P. 115-168. (Scopus Q4). (Підготовив параграф 3 - особливості виробництва біопалив, а також параграф 11 - вуглецево-нейтральні синтетичні палива. Розробив висновки до роботи).

- Panchuk M., S. Kryshtopa S., Sladkowski A., Kryshtopa L., N. Klochko, T. Romanushyn, A. Panchuk, I. Mandryk. Efficiency of production of motor biofuls for water and land transport. Naše more. 2019. Vol. 66 (3). P. 6 - 12. (Web of Science, Scopus, Q3). ( Обґрунтовано можливість перетворення біомаси, яка не використовується для виробництва харчових продуктів, в біопалива для 12 наземного та морського транспорту. Досліджено фізичні і хімічні властивості біомаси та її географічне поширення. Для підвищення ефективності перероблення біомаси в моторні палива рекомендовано використовувати процес гідроксигенації за допомогою водню).
- Panchuk M., Sładkowski A., Panchuk A., Oleksienko S Perspectives of Plastic Pipes use in Shipbuilding and Marine Industry. Naše More. 2022.Vol. 69 (1). P. 70–76. (Web of Science, Scopus, Q3). (Досліджено хімічний склад, будову та ефективність процесів з'єднання труб з полімерних матеріалів для транспортування газів та рідин. Розроблено рекомендації для вибору способу зварювання для конкретних конструкцій).
- Panchuk A., Panchuk M., Sładkowski A., KryshtopaS., Kryshtopa L. Methanol potential asan environmentally friendly fuel for ships. Naše More. 2024. Vol. 71( 2). P.75-82 (Web of Science, Scopus, Q3). (Розроблено нову технологію виробництва метанолу на базі використання природного газу та біомаси, а також проаналізовано ефективність використання метанолу для морських двигунів. Вдосконалено технологію виробництва "зеленого метанолу").

**Наукова (науково-технічна) продукція:** пристрої; технології; методи, теорії, гіпотези

**Соціально-економічна спрямованість:** створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; збільшення обсягів виробництва; поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів

**Охоронні документи на ОПІВ:**

Комп'ютерні програми

Solidworks

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Математична модель процесу торефікації, зразків біомаси

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:**

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Криштопа Людмила Іванівна

2. Liudmyla I. Kryshtopa

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.05.12

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5274-0217

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Код за ЄДРПОУ:** 02070855

**Місцезнаходження:** вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

### Офіційні опоненти

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Середа Борис Петрович
2. Boris P. Sereda

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.02.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Дніпровський державний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02070737

**Місцезнаходження:** вул. Дніпробудівська, буд. 2, Кам'янське, 51918, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Бойченко Сергій Валерійович
2. Sergii Boichenko

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.17.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### Рецензенти

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мельник Василь Миколайович

2. Vasyl M. Melnyk

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 21.06.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Код за ЄДРПОУ:** 02070855

**Місцезнаходження:** вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Гнип Марія Михайлівна

2. Mariia M. Hnyp

**Кваліфікація:** д.філософ, 133

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Код за ЄДРПОУ:** 02070855

**Місцезнаходження:** вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Грудз Володимир Ярославович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Грудз Володимир Ярославович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | Панчук Андрій Мирославович |
| **Реєстратор** | УкрІНТЕІ |

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності**




Юрченко Тетяна Анатоліївна