

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., проф. Іван ДЕМИДОВ
«27» березня 2025 р.



ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
докторської дисертації «Основи технологій одержання та застосування
додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля»
докторанта кафедри хімічної технології переробки нафти та газу
Національного університету «Львівська політехніка», кандидата технічних
наук, доцента Присяжного Юрія Володимировича, представленої на здобуття
наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.07 *Хімічна
технологія палива та паливно-мастильних матеріалів***

Призначені рішенням Вченої ради Національного університету «Львівська політехніка» (протокол № 20 від 25.02.2025 р.) рецензенти, а саме:

- Директор Навчально-наукового інституту хімії та хімічних технологій, д.т.н., професор Володимир СКОРОХОДА,
- завідувач кафедри хімічної технології переробки пластмас, д.т.н., професор Володимир ЛЕВИЦЬКИЙ,
- завідувач кафедри технології органічних продуктів, д.т.н., професор Богдан ДЗІНЯК,

розглянувши докторську дисертацію Присяжного Юрія Володимировича «Основи технологій одержання та застосування додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля» (тему дисертації затверджено на засіданні Вченої ради Національного університету «Львівська політехніка» 31.10.2023 р., протокол № 5), наукові публікації здобувача наукового ступеня доктора наук, в яких висвітлено основні результати докторської дисертації, а також за результатами наукового фахового семінару кафедри хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка» (протокол № 1 від 20.03.2025 р.) підготували висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення

докторської дисертації.

1. Актуальність теми

На даний час у світі і, особливо, в Україні, переважна більшість автомобільних доріг будується і ремонтується з використанням модифікованих дорожніх бітумів. Вони, порівняно з немодифікованими (звичайними) бітумами, характеризуються покращеними адгезійними, еластичними, термопластичними й іншими експлуатаційними показниками. Найсуттєвішими недоліками модифікаторів (додатків) дорожніх бітумів є їх висока вартість і обмеженість сировини для виробництва. Для розширення спектру модифікаторів дорожніх бітумів альтернативними, відносно дешевими і доступними джерелами сировини є: відпади життєдіяльності людей; некондиційні продукти різних галузей промисловості; низькоякісні корисні копалини. Серед цього переліку особливої уваги заслуговують нецільові (побічні) рідкі продукти коксування вугілля і низькоякісне сірчисте й високосірчисте вугілля. Тому теоретичні та експериментальні дослідження, пов'язані зі створенням нових різнотипних і дієвих додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля, є актуальним завданням.

2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Дисертаційна робота Присяжного Ю.В. відповідає науковому напрямку кафедри хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка», а саме: «Розроблення основ процесів переробки горючих копалин, мономерів, смол, в'язучих і поверхнево-активних речовин з вуглеводневої сировини». Окремі частини досліджень виконано в межах держбюджетних науково-дослідних робіт «Розроблення основ технології одержання дорожніх бітумів та бітумних емульсій, модифікованих полімеризаційними та конденсаційними смолами» (№ держреєстрації 0115U000425), «Дорожні бітуми та бітумні емульсії, модифіковані полімерами та смолами, одержаними з побічних продуктів переробки вугілля» (№ держреєстрації 0117U004451), «Розробка «зелених» технологій використання низькометаморфізованих горючих копалин України» (№ держреєстрації 0124U000516), а також у межах науково-дослідної роботи із Державним агентством відновлення та розвитку інфраструктури України «Виконати моніторинг якості бітумів, що застосовуються в дорожньому господарстві України, та провести дослідження нових модифікуючих добавок для дорожніх бітумів та асфальтобетонів» (№ держреєстрації 0121U112854).

3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів полягає в аналізі стану проблеми, обґрунтуванні основної ідеї, теми і мети дисертації, визначенні об'єктів і завдань досліджень; створенні й опрацюванні методик експериментів та аналізів; плануванні, частковому виконанні та узагальненні результатів експериментальних досліджень; проведенні аналізів одержаних результатів; визначенні та обґрунтуванні напрямків практичної реалізації результатів досліджень; формулюванні основних висновків. Внесок автора у вирішенні поставлених завдань є основним.

4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій підтверджується узгодженням експериментальних результатів з теоретичними уявленнями досліджуваних процесів одержання і застосування додатків до дорожніх бітумів, результатами апробації, відповідністю і відтворюваністю результатів, отриманих експериментальним шляхом, їх зв'язком з існуючими результатами, отриманими із застосуванням класичних методик.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

Внаслідок системних і комплексних досліджень процесів одержання та застосування додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля вперше одержано такі наукові результати:

- встановлено, що кумарон-інденові (ко)олігомери можна використовувати як ефективні добавки до дорожніх нафтових бітумів. Досліджено фізико-хімічні та технічні закономірності процесів синтезу цих додатків і модифікування ними дорожніх бітумів;

- доведено, що характер впливу кумарон-інденових додатків на експлуатаційні характеристики дорожніх бітумів залежить від температури розм'якшення додатків і типу та кількості в їх структурі функційних груп. Для підвищення температури переходу бітумів з твердо-пластичного в пластично-рідкий стан необхідно використовувати кумарон-інденові добавки з максимальним значенням показника температури розм'якшення (понад 130 °C); для покращення адгезійних характеристик бітумів в структуру кумарон-інденових модифікаторів необхідно вводити додаткові кисневмісні чи азотовмісну функційні групи;

- вивчено основні закономірності одержання кумарон-інденових додатків до дорожніх бітумів з нецільових рідких продуктів коксування вугілля. Синтез необхідно проводити із використанням кумарон-інденвмісних фракцій з відносно вузькими температурними межами википання (наближено 140-190 °C) за присутності, як каталізатора, $TiCl_4$. Вихід і характеристики кумарон-інденових

додатків можна змінювати глибиною відділення непрореагованої сировини від продуктів синтезу;

- встановлено, що кумарон-інденовий додаток у комплексі з пластифікатором, окрім зміни експлуатаційних характеристик, забезпечує зміну структурно-групового складу дорожнього бітуму. Після модифікування бітум переходить зі структури гель у структуру золь-гель, яка є оптимальною для дорожніх нафтових бітумів. При цьому дорожній бітум, модифікований кумарон-інденовим додатком у присутності пластифікатора, характеризується більшою теплостійкістю порівняно з немодифікованим бітумом;

- доведено, що серед отриманих кумарон-інденових додатків найбільш ефективним для покращення адгезійних властивостей дорожнього бітуму є кумарон-інден-карбазольний додаток (з азотовмісною групою, отриманий з використанням карбазолу);

- вивчено кінетичні закономірності процесів одержання кумарон-інденового і кумарон-інден-карбазольного модифікаторів. Встановлено, що за вибраних умов синтезу значення ефективної енергії активації (E_{ef}) для кумарон-інденового модифікатора становить 24700 Дж/моль, а для кумарон-інден-карбазольного модифікатора $E_{\text{ef}} = 21200$ Дж/моль. Ці значення цілком корелюються з енергією активації катіонної (ко)лігомеризації, яка, як правило, не перевищує 85000 Дж/моль;

- вивчено основні фізико-хімічні та технічні закономірності низькотемпературної газифікації низькоякісного високосірчастого бурого вугілля як способу одержання пластифікуючого додатка до дорожніх бітумів і доведено, що за кратності витрати оксиданту – $2,4 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{кг})$, вмісту водяної пари в оксиданті – 70 % об., температурі – 425 °С і тривалості – 15 хв можна отримати продукт (смола розкладу органічної частини вугілля), який є ефективним пластифікатором дорожніх бітумів.

6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

Монографії або розділи монографій:

1. Serhiy Pyshyev, Volodymyr Gunka, Yuriy Prysiazhny (2019). Polymer modified bitumen. Розділ монографії. Kyiv: Center for Educational Literature, 43-66. <https://doi.org/10.18372/38230> Участь автора полягає у постановці завдань, побудові структури та підготовці матеріалів до публікації.

Статті у наукових фахових виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз:

1. Bratychak, M., Astakhova, O., Prysiazhnyi, Y., Shved, M., Shyshchak, O., Namiesnik, J., & Plonska-Brzezinska, M. (2018). Obtaining of coumarone-indene resins

based on light fraction of coal tar 3. Coumarone-indene resins with methacrylic fragments. Chemistry & Chemical Technology, 12(3), 379-385. **Scopus (Q3), Web of Science (Q4)**. <https://doi.org/10.23939/chcht12.03.379> *Участь автора полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні та узагальненні їх результатів.*

2. Astakhova, O., Shved, M., Zubal, O., Shyshchak, O., Prysiazhnyi, Y., Bruździak, P., & Bratychak, M. (2019). Obtaining of Coumarone-Indene Resins Based on Light Fraction of Coal Tar. 4. Bitumen-Polymer Blends with Participation of Coumarone-Indene Resins with Epoxy Groups. Chemistry & Chemical Technology, 13, 112-120. **Scopus (Q3), Web of Science (Q4)**. <https://doi.org/10.23939/chcht13.01.112> *Участь автора полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні та узагальненні їх результатів.*

3. Prysiazhnyi, Y., Borbeyiyong, G. I., & Pyshyev, S. (2022). Preparation and application of coumarone-indene-carbazole resin as a modifier of road petroleum bitumen 1. Influence of carbazole: raw materials ratio. Chemistry & Chemical Technology, 16, 284. **Scopus (Q3), Web of Science (Q4)**. <https://doi.org/10.23939/chcht16.02.284> *Участь автора полягає в постановці завдання, обробленні та узагальненні результатів досліджень.*

4. Prysiazhnyi, Y., Borbeyiyong, G. I., Korchak, B., Pyshyev, S., Shved, M., & Matlakh, Y. (2023). Obtaining and use of coumarone-indene-carbazole resin as a modifier of road petroleum bitumen. 2. Setting the type and amount of catalyst. Chemistry & Chemical Technology, 17(2), 450-459. **Scopus (Q3), Web of Science (Q4)**. <https://doi.org/10.23939/chcht17.02.450> *Участь автора полягає в постановці завдання, обробленні та узагальненні результатів досліджень.*

5. Prysiazhnyi, Y., Grynysyn, O., Pyshyev, S., Korchak, B., Bratychak, M. (2023). Resins with oxygen-containing functional groups obtained from products of fossil fuels processing: a review of achievements. Chemistry & Chemical Technology, 17(3), 574-591. **Scopus (Q3), Web of Science (Q4)**. <https://doi.org/10.23939/chcht17.03.574> *Участь автора полягає у постановці завдань, побудові структури та підготовці матеріалів до публікації.*

6. Prysiazhnyi, Y., Pyshyev, S., Shved, M., Pochapska, I., Niavkevych, M. (2024). Plasticizing Additive to Road Bitumens Based on High-Sulfur Brown Coal. Chemistry & Chemical Technology, 18(4), 623-629. **Scopus (Q3), Web of Science (Q4)**. <https://doi.org/10.23939/chcht18.04.623> *Участь автора полягає у обробленні та узагальненні результатів досліджень та підготовці матеріалів до публікації.*

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав, які включено до міжнародних наукометричних баз:

1. Pyshyev, S., Prysiazhnyi, Y., Shved, M., Namiesnik, J., & Bratychak, M. (2017). State of the art in the field of emission reduction of sulphur dioxide produced

during coal combustion. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 47(24), 2387-2414. **Scopus (Q1), Web of Science (Q1).** <https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1426968> *Участь автора полягає у постановці завдань, побудові структури, обробленні та узагальненні результатів досліджень, підготовці матеріалів до публікації.*

2. Pyshyev, S., Prysiazhnyi, Y., Shved, M., Kułazyński, M., & Miroshnichenko, D. (2018). Effect of hydrodynamic parameters on the oxidative desulphurisation of low rank coal. International Journal of Coal Science & Technology, 5, 213-229. **Scopus (Q1), Web of Science (Q1).** <https://doi.org/10.1007/s40789-018-0205-6> *Участь автора полягає в постановці завдання та вивченні впливу гідродинамічних параметрів на процес оксидативного знесірчення вугілля.*

3. Gunka, V., Shved, M., Prysiazhnyi, Y., Pyshyev, S., & Miroshnichenko, D. (2019). Lignite oxidative desulphurization: notice 3—process technological aspects and application of products. International Journal of Coal Science & Technology, 6(1), 63-73. **Scopus (Q1), Web of Science (Q1).** <https://doi.org/10.1007/s40789-018-0228-z> *Участь автора полягає в обґрунтуванні мети досліджень та встановленні шляхів застосування продуктів процесу оксидативного знесірчення вугілля.*

4. Pyshyev, S., Prysiazhnyi, Y., Sidun, I., Shved, M., Borbeyiyong, G. I., & Korsh, D. (2020). Obtaining of Resins Based on Model Mixtures with Indene, Coumarone and Styrene and their Usage as Bitumen Modifiers. Petroleum & Coal, 62(2). **Scopus (Q4).** *Участь автора полягає у постановці завдань, побудові структури, обробленні та узагальненні результатів досліджень, підготовці матеріалів до публікації.*

5. Pyshyev, S., Prysiazhnyi, Y., Borbeyiyong, G. I., Chervinsky, T., Kułazyński, M., & Grytsenko, Y. (2021). Effect of raw material composition on the properties of road asphalt modifier obtained from liquid coal coking products. Przemysl Chemiczny, 100(7), 680-684. **Scopus (Q4).** <https://doi.org/10.15199/62.2021.7.9> *Участь автора полягає в обґрунтуванні мети досліджень, їх виконанні та аналізі.*

6. Pyshyev, S., Prysiazhnyi, Y., Gunka, V., Reutsky, V., & Bannikov, L. (2022). Modification of Petroleum Bitumen by Resins Obtained from Liquid Products of Coal Coking: Composition, Properties, and Application Notice 1: Research of Raw Material Composition and Resin Synthesis. Petroleum & Coal, 64(1). **Scopus (Q4).** *Участь автора полягає в постановці завдання, лабораторному супроводі досліджень та підготовці матеріалів до публікації.*

7. Pyshyev, S., Prysiazhnyi, Y., Bilushchak, H., Korchak, B., Pochapska, I., & Yavorskyi, O. (2025). Creation of experimental-statistical and kinetic models of the coumarone-indene-carbazole resin production process. Results in Engineering, 25, 103689. **Scopus (Q1), Web of Science (Q1).** <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103689> *Участь автора полягає в постановці*

завдання, аналізі і узагальненні результатів досліджень та підготовці матеріалів до публікації.

8. Pyshyev, S., Prysiashnyi, Y., Demchuk, Y., Borbeyiyong, G. I., & Vytrykush, N. (2025). Adhesive modifiers for bitumen obtained from coumarone-indene fractions of liquid coal coking products. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 138, 103933. **Scopus (Q1), Web of Science (Q2).** <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2024.103933> *Участь автора полягає в постановці завдання, лабораторному супроводі досліджень, аналізі і узагальненні їх результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Пиш'єв, С. В., Присяжний, Ю. В., Швед, М. Є. (2016) Встановлення областей перебігу реакцій перетворення сірки під час оксидативного знесірчення низькометаморфізованого вугілля. *Технологічний аудит та резерви виробництва*, 3/3 (29), 48-53. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.70858> *Участь автора полягає в обґрунтуванні мети досліджень, обробленні та узагальненні їх результатів.*

2. Присяжний, Ю. В., Швед, М. Є., Астахова, О. Т., & Дмитренко, Д. Р. (2019). Використання побічних продуктів коксування вугілля для одержання бітумів, модифікованих полімерами. *Chemistry, Technology and Application of Substances*, 2 (2), 97-101. <https://doi.org/10.23939/ctas2019.02.097> *Участь автора полягає у постановці завдань і встановленні можливості використання побічних продуктів коксування вугілля для одержання модифікаторів дорожніх бітумів.*

3. Швед, М.Є., Присяжний, Ю.В., Астахова, О.Т., Колісник, А.Ю. (2019). Застосування інден-кумаронової фракції для отримання адгезійної добавки до нафтових дорожніх бітумів. *ВуглеХімічний журнал*, (4), 20-25. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2019-0-4-20-27> *Участь автора полягає у постановці завдань, побудові структури, обробленні та узагальненні результатів досліджень, підготовці матеріалів до публікації.*

4. Присяжний, Ю.В., Пиш'єв, С.В., Борбеййонг, Гурі Ісайя, Корж, Д.В., Гунька, В.М., Червінський, Т.І., Гриценко, Ю.Б. (2020). Застосування рідких продуктів коксування вугілля для одержання модифікаторів дорожніх нафтових бітумів. *ВуглеХімічний журнал*, (1), 30-35. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2020-0-1-30-36> *Участь автора полягає в обґрунтуванні мети досліджень, обробленні та узагальненні їх результатів.*

5. Присяжний, Ю.В., Пиш'єв, С.В., Гурі Ісайя Борбеййонг, Червінський, Т.І., Корчак, Б.О. (2020). Визначення можливості отримання адгезійної добавки до дорожніх бітумів з рідких продуктів коксування вугілля з використанням карбазолу. *ВуглеХімічний журнал*, (6), 27-36. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2020-0-6-27-36> *Участь автора полягає у постановці завдань, побудові структури,*

обробленні та узагальненні результатів досліджень, підготовці матеріалів до публікації.

6. Присяжний, Ю. В., Борбейонг, Г. І., Пиш'єв, С. В., & Корж, Д. В. (2022). Вплив температури на процес одержання кумарон-інден-карбазольного модифікатора дорожніх нафтових бітумів. Хімія, технологія речовин та їх застосування, 5(1), 49-55. <https://doi.org/10.23939/ctas2022.01.049> *Участь автора полягає у побудові структури досліджень, вивченні впливу температури на процес одержання кумарон-інден-карбазольного модифікатора.*

7. Присяжний, Ю.В., Пиш'єв, С.В., Гриценко, Ю.Б., Матлах, Ю.В. (2023). Дослідження природи кумарон-інден-карбазольної смоли, що одержується з рідких продуктів коксування вугілля. ВуглеХімічний журнал, (4), 18-25. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2023-0-4-18-25> *Участь автора полягає в обґрунтуванні мети досліджень, обробленні та узагальненні їх результатів.*

8. Присяжний, Ю.В., Пиш'єв, С.В. (2024). Випробування кумарон-інден-карбазольної смоли та модифікованих нею бітумів. ВуглеХімічний журнал, (1), 26-33. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2024-0-1-26-33> *Участь автора полягає у постановці завдань, побудові структури, обробленні та узагальненні результатів досліджень, підготовці матеріалів до публікації.*

Патенти України:

1. Швед М.Є., Пиш'єв С.В., Присяжний Ю.В., Гриценко Ю.Б. (2017). Спосіб одержання пластифікатора для дорожніх бітумів (Патент України на корисну модель №116280). Національний університет «Львівська політехніка». *Участь автора полягає у розробленні формули корисної моделі та встановленні параметрів процесу одержання пластифікатора для дорожніх бітумів.*

2. Братичак М.М., Ріпак О.О., Присяжний Ю.В., Пиш'єв С.В., Астахова О.Т., Шищак О.В. (2018). Спосіб одержання інден-кумаронової смоли з епоксидними групами (Патент України на корисну модель №125533). Національний університет «Львівська політехніка». *Участь автора полягає у розробленні формули корисної моделі та підготовці матеріалів до публікації.*

3. Присяжний Ю.В., Пиш'єв С.В., Гунька В.М., Гриценко Ю.Б. (2018). Спосіб одержання модифікатора дорожніх нафтових бітумів (Патент України на корисну модель №125095). Національний університет «Львівська політехніка». *Участь автора полягає у розробленні формули корисної моделі та підготовці матеріалів до публікації.*

4. Братичак М. М., Присяжний Ю. В., Швед М. Є., Астахова О. Т., Зубаль О. І., Шищак О. В. (2019). Спосіб одержання інден-кумаронової смоли з метакрилатними фрагментами (Патент України на корисну модель №133255). Національний університет «Львівська політехніка». *Участь автора полягає у розробленні формули корисної моделі та підготовці матеріалів до публікації.*

5. Гурі Ісайя Борбейонг, Присяжний Ю.В., Пиш'єв С.В., Мірошниченко Д.В. (2022). Спосіб одержання модифікатора дорожніх нафтових бітумів (Патент України на корисну модель №151857). Національний університет «Львівська політехніка». *Участь автора полягає у розробленні формули корисної моделі та встановленні параметрів процесу одержання модифікатора дорожніх нафтових бітумів.*

Вибрані публікації у збірниках матеріалів та тез міжнародних і вітчизняних наукових конференцій:

1. М.Є. Швед, С.В. Пишев, Ю.В. Присяжний. (2016, березень). Смола процесу оксидативного знесірчення бурого вугілля – пластифікатор бітумів, модифікованих полімерами. Дев'ята українська наукова конференція студентів, аспірантів і молодих учених з міжнародною участю «Хімічні проблеми сьогодення». Вінниця. (С. 207). *Участь автора полягає у постановці завдань, визначенні методик експериментів та узагальненні результатів досліджень.*

2. Швед М.Є., Присяжний Ю.В., Гриценко Ю.Б., Пиш'єв С.В. (2017, червень). Шляхи застосування смоли розкладу органічної маси бурого вугілля, що одержується в результаті його оксидативного знесірчення. VI Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми хімотології». Волосянка. (С. 190-193). *Участь автора полягає у постановці завдань, визначенні методик експериментів та узагальненні результатів досліджень.*

3. Mariia Shved, Yuriy Prysiashnyi, Olena Shyshchak, Anastasiia Kolisnyk, Michael Bratychakb (2019, July). Coumarone-indene resins with methacrylic fragments. 6th International Caucasian Symposium on Polymers and Advanced Materials. Batumi. (p. 15). *Участь автора полягає у постановці завдань, обробленні та узагальненні результатів досліджень.*

4. Юрій Присяжний, Олена Шищак, Олена Астахова, Дарина Дмитренко, Михайло Братичак (2019, листопад). Синтез і властивості інден-кумаронових смол з карбоксильними групами. II міжнародна наук.-техн. конференція «Сучасні технології одержання та переробки полімерних матеріалів». Львів. (С. 78). *Участь автора полягає у постановці завдань, обробленні та узагальненні результатів досліджень.*

5. Гурі Ісайя Борбейонг, Юрій Присяжний, Богдан Корчак, Сергій Пиш'єв (2020, травень). Застосування промислових кумарон-інденових смол для модифікування дорожніх нафтових бітумів. X міжнародна наук.-техн. конференція «Поступ в нафтогазопереробній і нафтохімічній промисловості». Львів. (С. 84-86). *Участь автора полягає у постановці завдань, виборі параметрів процесу модифікування та узагальненні результатів досліджень.*

6. Ю.В. Присяжний, С.В. Пиш'єв, Гурі Ісайя Борбейонг, Л.П. Банніков (2021, квітень). Склад кумарон-інденової фракції, виділеної з рідких продуктів

коксування вугілля. IV міжнародна наук.-техн. конференція «Сучасні технології переробки паливних копалин». Харків. (С. 25-29). *Участь автора полягає у постановці завдань, обробленні та узагальненні результатів досліджень.*

7. Borbeyiyong, G. I., Prysiashnyi, Y., Pyshyev, S., & Lypko, Y. (2021, September). Some Aspects of the Process of Obtaining Coumarone-Indene-Carbazole Modifier for Wear-Resistant Bituminous Road Materials. In 2021 IEEE 11th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP) (pp. 1-5). IEEE. Odesa. **Scopus**. *Участь автора полягає у постановці завдань, визначенні методик експериментів та узагальненні результатів досліджень.*

8. Гурі Ісайя Борбеййонг, Юрій Присяжний, Сергій Пиш'єв (2022, травень). Оптимальні умови відгонки непрореагованої сировини при одержанні кумарон-інден-карбазольної смоли. XI міжнародна наук.-техн. конференція «Поступ в нафтогазопереробній і нафтохімічній промисловості». Львів. (С. 33-35). *Участь автора полягає у постановці завдань та виборі варіантів умов відгонки непрореагованої сировини при одержанні кумарон-інден-карбазольної смоли.*

9. Гурі Ісайя Борбеййонг, Ю.В. Присяжний, С.В. Пиш'єв (2022, квітень). Особливості процесу одержання кумарон-інден-карбазольної смоли як модифікатора дорожніх нафтових бітумів. V міжнародна наук.-техн. конференція «Сучасні технології переробки паливних копалин». Харків. (С. 57-61). *Участь автора полягає у постановці завдань, обробленні та узагальненні результатів досліджень.*

10. С.В. Пиш'єв, М.Є. Швед, Ю.В. Присяжний (2024, квітень). Пластифікуючий додаток до дорожніх бітумів на основі високосірчистого бурого вугілля. VII міжнародна наук.-техн. конференція «Сучасні технології переробки паливних копалин». Харків. (С. 128-130). *Участь автора полягає у обробленні та узагальненні результатів досліджень.*

11. Юрій Присяжний, Сергій Пиш'єв (2024, травень). Варіативність кумарон-інденової смоли як модифікатора дорожніх бітумів. XII міжнародна наук.-техн. конференція «Поступ в нафтогазопереробній і нафтохімічній промисловості». Львів. (С. 84-87). *Участь автора полягає у постановці завдань та виборі варіантів використання кумарон-інденової смоли як модифікатора дорожніх бітумів.*

7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах

Основні положення дисертації та її результати доповідались та обговорювались на: дев'ятій українській науковій конференції студентів, аспірантів і молодих учених з міжнародною участю «Хімічні проблеми сьогодення» (Вінниця, 2016); VI-й міжнародній науково-технічній конференції

«Проблеми хімотології» (Волосянка, 2017); 6th International Caucasian Symposium on Polymers and Advanced Materials (Batumi, 2019); II-й міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні технології одержання та переробки полімерних матеріалів» (Львів, 2019); X-й міжнародній науково-технічній конференції «Поступ в нафтогазопереробній і нафтохімічній промисловості» (Львів, 2020); IV-й міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні технології переробки паливних копалин» (Харків, 2021); 11th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP) (Odesa, 2021); XI-й міжнародній науково-технічній конференції «Поступ в нафтогазопереробній і нафтохімічній промисловості» (Львів, 2022); V-й міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні технології переробки паливних копалин» (Харків, 2022); VII-й міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні технології переробки паливних копалин» (Харків, 2024); XII-й міжнародній науково-технічній конференції «Поступ в нафтогазопереробній і нафтохімічній промисловості» (Львів, 2024).

8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати

Виконані дослідження і отримані результати мають важливе наукове значення для галузі одержання модифікаторів дорожніх нафтових бітумів з вуглеводневої сировини.

Результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі підготовки фахівців за спеціальністю *161 Хімічні технології та інженерія* кафедри хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка», зокрема, відображені у лекційних курсах та у навчальних програмах дисциплін: «Технологія переробки нафти і газу», «Технологія додатків, реагентів і допоміжних продуктів», «Хімічна технологія твердих горючих копалин». Також результати роботи використовуються в навчальному процесі кафедри «Технології переробки нафти, газу та твердого палива» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Використання результатів дисертаційної роботи Присяжного Ю.В. сприяє вдосконаленню підготовки фахівців.

9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

Розроблено основи технологій одержання та застосування додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля. На основі проведених досліджень і створених математичних залежностей знайдено оптимальні значення

основних технологічних параметрів процесів виробництва кумарон-інденових модифікаторів термопластичного і адгезійного характерів.

Встановлено, що найбільш дієвим адгезійним додатком є кумарон-інден-карбазольний. Для нього покращення адгезійних показників становить 117,9 % для адгезії до скла і 100,0 % для адгезії до щебеню.

Розроблено математичні залежності функцій відклику від чинників керування процесами одержання кумарон-інденового і кумарон-інден карбазольного модифікаторів, на основі яких встановлено оптимальні умови цих процесів. Для кумарон-інденового модифікатора: кількість каталізатора (TiCl_4) в реакційному середовищі – 3,3 % мас. на сировину; температура – 37 °С; тривалість – 40 хв. Для кумарон-інден-карбазольного модифікатора: вміст карбазолу в сировині – 19,50 % мас. на смолоутворюючі компоненти сировини; кількість каталізатора (TiCl_4) в реакційному середовищі – 8,0 % мас. на смолоутворюючі компоненти сировини; температура – 115 °С; тривалість – 46 хв.

У встановлених близьких до оптимальних умовах процесу низькотемпературної газифікації низькоякісного високосірчистого бурого вугілля можна отримати пластифікуючий додаток, який за своїми характеристиками та впливом на експлуатаційні показники дорожнього бітуму не поступається промисловим пластифікаторам дорожніх в'язучих, а за вартістю є суттєво дешевшим за них.

У встановлених оптимальних умовах процесів одержання додатків можна з кумарон-інденвмісних фракцій, вилучених із нецільових рідких продуктів коксування вугілля, а також з рідких продуктів процесу низькотемпературної газифікації бурого вугілля, отримати:

- кумарон-інденовий додаток і пластифікатор, вплив яких на характеристики дорожнього бітуму, зокрема, на показник температури розм'якшення дозволяє виконати вимоги ДСТУ Б В.2.7-135:2007;

- кумарон-інденовий додаток з азотовмісною функційною групою, вплив якого на характеристики дорожнього бітуму, зокрема, на показники зчеплюваності бітуму з поверхнею щебеню і скла дозволяє виконати вимоги СОУ 45.2-00018112-067:2011.

Ефективність розроблених додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля підтверджена п'ятьма патентами на корисну модель.

Використання нецільових продуктів переробки вугілля як доступної і відносно дешевої сировини для створення додатків до дорожніх бітумів відповідає основним засадам циркуляційної економіки і концепції сталого розвитку, зокрема, ефективному використанню наявних ресурсів з метою задоволення потреб дорожньої галузі якісними матеріалами, отриманими в нафто- й вуглепереробній галузях.

Практична реалізація запропонованих технологій полягає у виготовленні дослідних партій кумарон-інденового модифікатора дорожніх бітумів, кумарон-інден-карбазольної адгезійної добавки до дорожніх бітумів і пластифікуючого додатка до дорожніх бітумів у ДП «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)» (м. Харків) та їх випробуванні у ГП «ЛАБОРАТОРІЯ ЗАХІДДОРСЕРВІС» (Львівська обл., с. Горішний).

Проведені випробування перелічених продуктів підтвердили можливість отримання з їх використанням модифікованого бітуму марки БМПА 70/100-55 згідно з ДСТУ 9116:2021 і модифікованого бітуму марки БНД-А 70/100 згідно з СОУ 45.2-00018112-067:2011.

Розроблено технічні умови на продукти, а саме: ТУ У 20.1-02071010-187:2024 «Кумарон-інденовий термопластичний модифікатор дорожніх бітумів на основі хімічних продуктів коксування вугілля. Дослідна партія. Технічні умови»; ТУ У 20.1-02071010-186:2024 «Кумарон-інден-карбазольна адгезійна добавка до дорожніх бітумів на основі хімічних продуктів коксування вугілля. Дослідна партія. Технічні умови»; ТУ У 19.1-02071010-185:2024 «Пластифікуючий додаток до дорожніх бітумів на основі високосірчастого вугілля. Дослідна партія. Технічні умови».

Результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі кафедри хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка» і кафедри «Технології переробки нафти, газу та твердого палива» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертаційна робота Присяжного Юрія Володимировича складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел літератури і додатків.

Мова та стиль викладення є на належному науковому рівні, за структурою та оформленням дисертація повністю відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України (наказ № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» від 12.01.2017 р. (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31.05.2019 р.)).

11. У докторській дисертації «Основи технологій одержання та застосування додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля» матеріали кандидатської дисертації «Знесірчування та застосування кам'яного вугілля з середнім ступенем метаморфізму» Присяжного Юрія Володимировича не використовувались.

12 Відповідність дисертації паспорту спеціальності, за якою вона представлена до захисту

За сутністю наукової проблеми, завдань та отриманих результатів дисертація, яка підготовлена за спеціальністю *161 Хімічні технології та інженерія*, відповідає паспорту наукової спеціальності *05.17.07 Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів* (Перелік наукових спеціальностей, затверджений Наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 14 вересня 2011 року № 1057) та вимогам до робіт на здобуття наукового ступеня доктора наук, п. 7 та 9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197.

У ході обговорення дисертаційної роботи до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи

13. З урахуванням зазначеного, ухвалили:

13.1. Дисертаційна робота к.т.н. Присяжного Юрія Володимировича «Основи технологій одержання та застосування додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля» є завершеною науковою працею, містить раніше не захищені наукові дослідження та отримані автором нові науково обґрунтовані результати в галузі технічних наук, які у сукупності розв'язують важливу науково-технічну проблему одержання ефективних додатків до дорожніх бітумів з доступної і відносно дешевої вітчизняної сировини.

13.2. Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

13.3. За темою дисертаційної роботи опубліковано 39 наукових праць, в яких повністю відображені основні результати дисертації, з них: 1 розділ монографії; 6 статей у наукових фахових виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science; 8 статей у наукових періодичних виданнях інших держав, які включено до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science (з яких 5 в журналах з квартилем Q1); 8 статей у наукових фахових виданнях України; 5 патентів на корисну модель, 11 тез доповідей та матеріалів конференцій.

13.4. Дисертація, підготовлена за спеціальністю *161 Хімічні технології та інженерія*, відповідає паспорту наукової спеціальності *05.17.07 Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів* (Перелік наукових спеціальностей, затверджений Наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 14 вересня 2011 року № 1057) та вимогам до робіт на здобуття наукового ступеня

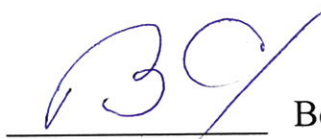
доктора наук, пп. 7 та 9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197.

13.5. Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

13.6. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Присяжного Юрія Володимировича дисертаційна робота «Основи технологій одержання та застосування додатків до дорожніх бітумів з нецільових продуктів переробки вугілля» рекомендується для подання до розгляду у спеціалізовану вчену раду.

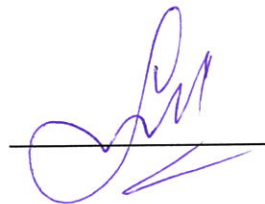
Рецензенти:

директор Інституту хімії та
хімічних технологій
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., професор



Володимир СКОРОХОДА

завідувач кафедри хімічної
технології переробки пластмас
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., професор



Володимир ЛЕВИЦЬКИЙ

завідувач кафедри технології
органічних продуктів
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., професор



Богдан ДЗІНЯК

27 березня 2025р.