

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Мардупенка Олексія Олександровича** на тему «**Технологія бітумних матеріалів за функціональними властивостями**», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 16 – Хімічна та біоінженерія за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

**Актуальність роботи.** Бітуми є основними компонентами, що визначають функціональні властивості будівельних конструкцій та відносяться до числа нафтопродуктів світове споживання яких, з року в рік, безперервно зростає. Високий попит на бітумні матеріали зумовлено, у першу чергу, їх універсальністю, невисокою вартістю, у порівнянні з іншими нафтопродуктами, та відносною простотою виробництва. На сьогоднішній день біля 90% усіх бітумів, які виробляються на підприємствах нафтопереробної та нафтохімічної галузях промисловості Україні, отримані шляхом окиснення розігрітої сировини (нафтових залишків) при пропусканні крізь неї повітря. Отримані за такою технологією товарні бітуми, використовуються у дорожньому будівництві та часто мають не високі значення показників якості, особливо вузький температурний діапазон їх застосування, не розрахований на значні середньорічні коливання температури. Також, в умовах зростання інтенсивності руху автомобільного транспорту, вони не здатні забезпечити міцність дорожнього полотна, його довговічність, і як наслідок, безпечну експлуатацію. Отже, виникає потреба підвищувати функціональні властивості товарних бітумів, що можна зробити за рахунок їх модифікування різними добавками, зокрема полімерними, але при цьому значно зростає вартість таких полімервмісних бітумних матеріалів.

Таким чином, дуже важливого значення набувають дослідження скеровані на отримання бітумного матеріалу з експлуатаційними властивостями, вищими ніж у окиснених нафтових бітумів, з одночасним зниженням виробничих витрат, пов'язаних з закупівлею сировини та модифікуючих добавок. Цього можна досягти, використовуючи у

технологічному процесі виробництва бітумних матеріалів, вторинної сировини: нафтового шламу та відпрацьованих полімерних матеріалів.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі «Технології переробки нафти, газу та твердого палива» Національного технічного університету «ХПІ» на підставі тематичного плану ініціативних договорів «Інтенсифікація масообмінних процесів переробки нафти і отримання очищених нафтових дистилатів» (номер державної реєстрації 0118U003968; 2018-2020рр.) та «Дослідження процесів переробки промислових та побутових відходів у будівельні та мастильні матеріали» (номер державної реєстрації 0120U100597; 2020-2022рр.) у яких здобувач є виконавцем.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі**

Положення та висновки, що містяться в дисертаційній роботі Мардупенко О.О., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні сучасних стандартизованих (визначення елементного складу, фізико-хімічних і захисних властивостей) та не стандартизованих (визначення адгезійних властивостей і захисних властивостей та структурно-груповий аналіз – ІЧ-спектроскопія) методах дослідження; методах математичної статистики.

**Достовірність результатів досліджень.** Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень. Наукові результати дисертаційної роботи мають впровадження у виробництві та використані у навчальному процесі кафедри технічної переробки нафти, газу та твердого палива НТУ «ХПІ» зі спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія, що підтверджується відповідними актами впровадження, які наведені в дисертаційній роботі.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступні:**

- сформульовано принцип формування властивостей в'язучого бітумного матеріалу, який поєднує стадії визначення сировини, її попередньої підготовки та ініціювання хімічної взаємодії між компонентами;
- висунуто гіпотезу щодо формування міцної просторової структури в'язучого бітумного матеріалу за рахунок хімічної взаємодії активних радикалів полімерної добавки з сірковмісними сполуками та асфальтеновими речовинами вуглеводневої частини нафтового шламу;
- теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено вплив полімерної добавки на показники якості в'язучого бітумного матеріалу, що є підґрунтям для розробки нормативно-технічної документації для його промислового виробництва;
- встановлено діапазон раціональних концентрацій модифікуючої полімерної добавки у відповідності до властивостей сировини та умов її підготовки;
- запропонована технологія отримання полімервмісного в'язучого бітумного матеріалу, яка складається з попередньої підготовки нафтового шламу і полімерних матеріалів (поліпропілену або пінополістиролу з додаванням графіту); концентрування видаленої вуглеводневої фракції; компаундування компонентів в апараті реакторного типу при температурі 150-180°C.

Набуло подальший розвиток використання у складі асфальтобетону полімервмісного в'язучого бітумного матеріалу, що дозволяє отримати продукт з значною міцністю на стискання (2,5-3,5 МПа), низьким значенням залишкової пористості (~1%), водонасиченості (0,5-1,5%) та високим коефіцієнтом водостійкості (0,95-1,00).

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

1) ТОВ «АБЗ ПРОМБУД» (м. Сєверодонецьк) – при виробництві бітумних матеріалів з підвищеною міцністю для дорожнього будівництва;

2) ТОВ «Хімконсалтинг Трейд» (м. Люботин) – при гідроізоляційному захисті трубопроводів та вузлів основного та допоміжного устаткування, які задіяні у технологічному процесі;

3) В Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» – при підготовці матеріалів дисциплін: «Методи дослідження якості нафти та нафтопродуктів», «Рециклінг та ресурсозбереження в галузі», «Сучасні технології в галузі» за спеціалізацією 161-03 «Технології переробки нафти, газу та твердого палив».

Наукова цінність: одержано 2 патенти на корисну модель.

**Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Результати досліджень опубліковано в 20 роботах, серед яких: 3 статті у наукових фахових виданнях України, 4 статті у закордонному періодичному фаховому виданні (SCOPUS, квартал Q2), 1 стаття у періодичних наукових виданнях інших держав, що входять до Організації економічного співробітництва та розвитку, 2 патенти України, 12 – у матеріалах конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

За темою дисертації визначено 8 публікацій: 3 статі у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у періодичних наукових виданнях інших держав, що входять до Організації економічного співробітництва та розвитку, 4 статті у закордонному періодичному фаховому виданні (SCOPUS, квартал Q2).

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 11 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, Затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167.

## Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Мардупенко О.О. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків.

У *вступі* обґрунтовано науково-технічну актуальність дисертаційної роботи, сформульовані мета і задачі, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, описано зв'язок роботи з науковими темами, надано наукову новизну та сформульовано практичне значення отриманих результатів.

В *першому розділі* зроблено критичний аналіз хімічного складу, структури, властивостей бітумів та технологій, за якими вони виробляються на нафтохімічних підприємствах України, сформульовано необхідність модифікування товарних нафтових бітумів та розглянуто перспективи використання вторинної сировини для отримання полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів, обрано напрям теоретичних і експериментальних досліджень, здійснено постановку задач дисертаційної роботи.

У *другому розділі* наведені характеристика вихідних матеріалів (нафтового шламу та полімерів), методики їх підготовки та переробки, стандартизовані і авторські методики дослідження властивостей отриманих матеріалів, методи кореляційного та регресійного аналізу, які використовувалися для статистичної обробки експериментальних даних.

В *третьому розділі* теоретично обґрунтовано вибір технології отримання полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів з нафтових шламів, механізм формування структури полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів, вплив полімерної добавки на показники якості полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів, сформульовано вимоги до вибору полімерних добавок та діапазон їх раціональних концентрацій та розглянуто вплив полімерної добавки на процес «старіння» асфальтобетонної суміші.

В *четвертому розділі* представлені результати експериментальних досліджень щодо хімічного складу концентрованої вуглеводневої фракції нафтового шламу отриманих при атмосферному тиску та під вакуумом, мікроскопічне дослідження структури полімервмісних в'язучих бітумних

матеріалів, вплив концентрації полімерної добавки на фізико-механічні показники концентрованої вуглеводневої фракції. Також, окрім стандартизованих показників якості, дисертантом були досліджені показники, які характеризують адгезійні, захисні та електричні властивості полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів, досліджена швидкість формування захисного твердого шару полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів.

*П'ятий розділ* містить практичні рекомендації щодо проектування виробництва полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів з нафтового шламу, розглянуто основні напрямки виробництва полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів з нафтового шламу та запропоновано технологічні схеми реалізації цих напрямків, запропоновано використання полімервмісних в'язучих бітумних матеріалів у виробництві асфальтобетону з підвищеними функціональними властивостями.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 163 найменувань досить повний і включає, як вітчизняні так і закордонні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

#### **Академічна доброчесність.**

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

#### **По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:**

1. Розділ 1 дещо перевантажено відомими літературними даними, які не варто було б наводити а лише привести посилання на відповідне літературне джерело.

2. Не достатньо описано добутки вітчизняних вчених у галузі створенням модифікованих полімервмісних бітумних матеріалів.

3. З розділу 1 не зрозуміло чому саме обрано у якості полімерних добавок поліпропілен та пінополістирол. Яка наявна кількість цієї сировини в Україні?

4. У розділі 2 потребує додаткового обґрунтування доцільність розроблення спеціальних методів визначення адгезійних властивостей бітумних матеріалів. Яка перевага розроблених методів перед відомим стандартним методом?

5. У розділі 3 потребує додаткового обґрунтування вибір методу диспергування твердої полімерної добавки у концентровану вуглеводневу фракцію. Як буде змінюватися структура бітумного матеріалу зі збільшенням швидкості обертання лопатевого перемішуючого пристрою?

6. У розділі 4 характеристики концентрованої вуглеводневої фракції порівнювалися з вимогами до дорожнього бітуму БНД - 90/130 за ДСТУ 4044-2001. Чому саме з цією маркою бітуму?

7. У тексті дисертації варто було б навести метрологічні показники приладів і оцінити похибки результатів вимірювань, для методик, за допомогою яких у роботі отримано багато результатів експериментальних досліджень.

8. У тексті дисертації, у 5 розділі варто було б навести матеріальні баланси установки підготовки нафтового шламу та концентрування його вуглеводневої частини.

9. У тексті дисертації зустрічаються редакційні, стилістичні та термінологічні помилки.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Мардупенка Олексія Олександровича «Технологія бітумних матеріалів за функціональними властивостями» за своїм змістом відповідає спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка вирішує важливу науково-практичну задачу щодо створення на базі нафтової сировини та модифікуючих полімерних добавок, композицій в'язучого бітумного матеріалу з поліпшеними функціональними властивостями.

Дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 10, 11, 12 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, Затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167, а здобувач Мардупенко Олексій Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент

Доцент кафедри хімії та інтегрованих технологій Національного університета міського господарства ім. О.М. Бекетова, МОН України, к.т.н. (наукова спеціальність 05.17.14 – Хімічний опір та захист від корозії, доцент.

Сергій НЕСТЕРЕНКО

Підпис *С. Нестеренко*

Засвідчую: *Сергій Нестеренко*

відд. кадрів *Сергій Нестеренко*

" " 20

№027/1151

