

67-72-42/2

25.03.16

## ВІДГУК

офіційного опонента

Черняк Лариси Миколаївни

на дисертаційну роботу Черноусова Євгена Юрійовича

«Деструктивна переробка вуглеводневої сировини в неорганічних розплавах», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю

05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів

Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел літератури (148 найменувань) і 2 додатків. Дисертація містить 33 рисунка і 24 таблиці. Загальний обсяг дисертації 152 сторінки друкованого тексту.

Автореферат дисертації з достатньою повнотою відображує її зміст.

### **1.Актуальність теми дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота присвячена питанням вдосконалення та розвитку технології деструктивних перетворень вуглеводневої сировини в середовищі каталітично активного розплаву хлоридів металів.

Поглиблення переробки нафти на заводах паливного варіанту за рахунок вакуумної перегонки мазуту та деструктивних процесів, зокрема за рахунок каталітичного крекінгу, дозволяє збільшити вихід моторних палив у середньому до 75%, а котельного знизити до 25%. А за показниками економічного прибутку, рентабельності та термінам окупності – це один з найбільш оптимальних варіантів на сучасному етапі розвитку нафтопереробної промисловості. Однак, враховуючи технічну складність процесу каталітичного крекінгу, більшість існуючих установок термічного крекінгу переведені на режим вісбрекінгу. В якості сировини для даного процесу використовуються залишкові фракції: переважно, гудрон, рідше – мазут. Як відомо, основним призначенням процесу вісбрекінгу є зниження в'язкості котельного палива або підготовка сировини для подальшої переробки. Враховуючи той факт, що проведення даного процесу в «жорстких» умовах при підвищеній температурі і малому часі контакту дозволяє збільшити глибину переробки сировини і вихід світлих нафтопродуктів, а відсутність необхідності попередньої підготовки сировини – спростити технологічне оформлення процесу і знизити енерговитрати, тема

дисертаційних досліджень є надзвичайно актуальною. Адже, розробка технології деструктивних перетворень вуглеводневої сировини в середовищі каталітично активного розплаву хлоридів металів сприятиме підвищення якості продуктів вісбрекінгу до рівня, що можна зіставити з якістю продуктів каталітичного крекінгу, та призведе до підвищення техніко-економічних показників і загальної ефективності установок вісбрекінгу.

Важливість роботи полягає в тому, що її автор – Черноусов Євген Юрійович внаслідок системних досліджень встановив оптимальні параметри для переробки вуглеводневої сировини з максимальним виходом рідких продуктів з використанням процесу деструктивної переробки вуглеводневої сировини в неорганічних розплавах.

Робота відповідає паспорту спеціальності 05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

## **2.Оцінювання обґрунтованості наукових положень в дисертації, їх достовірності і новизни**

Обґрунтованість наукових положень та висновків в дисертаційній роботі, їх достовірність і новизна забезпечуються:

- якісним аналізом існуючої інформації зі сфери дослідження процесів вторинної переробки нафти;
- використанням для лабораторних досліджень стандартних методів визначення складу і властивостей сировини і продуктів реакції методами хроматографії;
- використанням методу електронної мікроскопії для визначення розмірів твердих продуктів;
- використанням методу рентгенофлуоресцентного аналізу для визначення хімічного складу зразка розплаву;
- використанням фізичного і математичного моделювання розроблюваного процесу;
- достатнім обсягом оброблених експериментальних результатів та коректним застосуванням методів обробки результатів експериментальних досліджень.

**Наукова новизна роботи.** Детальний розгляд дисертаційної роботи дозволив встановити, що наукова новизна результатів, отриманих автором, полягає в наступному:

- вперше встановлено каталітичний вплив хімічного складу розплаву на якість і вихід продуктів термічної деструкції сировини різного хімічного і фракційного складу, а саме сирові нафти, мазуту, n-гексану та прямогонного бензину

- запропонована математична модель досліджуваного процесу, яка з похибкою до 10 % описує експериментальні значення швидкості хімічної реакції;
- вперше показано, що в умовах взаємодії сировини з розплавом в бульбашковому режимі барботажу зміна витрати сировини не впливає на склад і вихід продуктів та визначені оптимальні параметри для переробки вуглеводневої сировини з максимальним виходом рідких продуктів;
- вдосконалення технології деструктивних перетворень вуглеводневої сировини в середовищі каталітично активного розплаву хлоридів металів дало можливість отримати ступінь регенерації розплаву 99,1 % при окиснювальній регенерації хлоридних розплавів киснем повітря.

**Цінність отриманих результатів для науки і практики** дисертаційної роботи Черноусова С.Ю. не викликає сумніву, оскільки у результаті її виконання розроблено основи технології вісбрекінгу мазуту в розплаві хлоридів металів при атмосферному тиску з підвищенням глибини переробки і виходу світлих нафтопродуктів. Що у свою чергу, дало можливість у результаті вісбрекінгу мазуту отримати вихід світлих нафтопродуктів 19,0-29,4 %. У результаті експериментальних досліджень автором встановлено, що у складі одержуваної бензинової фракції міститься до 32,7 % ізопарафінів. А октанове число становить 75-90 пунктів за дослідницьким методом і 69-86 пунктів за моторним методом, що за умови знесірчення дає змогу використовувати її як високоякісний компонент для виробництва бензинів відповідно до ДСТУ 4839:2007. При цьому в'язкість одержуваного котельного палива нижча в 3,2 рази у порівнянні з в'язкістю вихідного мазуту.

Доведено практичну доцільність проведення процесу вісбрекінгу мазуту в розплаві, адже це дозволяє істотно знизити споживання основних енергоресурсів (до 39 %), що є достатньо актуальним для нафтопереробної промисловості.

Висновки по роботі обґрунтовані та базуються на масиві експериментального матеріалу з використанням сучасних стандартизованих і науково обґрунтованих методів досліджень.

Результати досліджень використані при розробці проектно-конструкторської документації в ПрАТ «Хімпроект» (м. Сєвєродонецьк, Україна) для створення дослідної установки, що підтверджено відповідним актом.

Автор показав знання сучасних проблем, що виникають під час використання вторинних процесів переробки нафти, вміння формулювати задачі дослідження і визначати їх методологію також вирішувати поставлені науково-практичні задачі. Автор показав високий рівень професійної підготовки.

### 3. Аналіз змісту дисертаційної роботи

У вступі обґрунтовано актуальність теми, висвітлений зв'язок роботи з науковими програмами, планами темами, сформульовано мету, задачі, об'єкт, предмет та методи досліджень, визначено наукову новизну і практичне значення роботи, відзначено особистий внесок автора роботи, надано відомості про апробацію досліджень та публікації, структуру та обсяг дисертації.

*Перший розділ* присвячено аналізу інформації за темою дисертації. Висвітлено сучасні проблеми та перспективи розвитку існуючих на сьогодні термодеструктивних процесів переробки нафти. На підставі виконаних у цьому розділі аналітичних досліджень дисертантом обґрунтовано напрями подальших досліджень з метою виконання завдань дисертації для досягнення мети та розв'язання науково-прикладної проблеми, пов'язаної з необхідністю вдосконалення та розвитку технології деструктивних перетворень вуглеводневої сировини в середовищі каталітично активного розплаву хлоридів металів.

Обрано в якості найбільш ефективних розплавів хлориди металів для досліджуваного процесу, такі як:  $\text{LiCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CuCl}$ ,  $\text{ZnCl}_2$  і  $\text{FeCl}_3$  та метали  $\text{Pb}$  і  $\text{Sn}$ . А також встановлено, що склад хлоридних розплавів відповідає бінарним евтектичним сумішам, які мають оптимальні фізико-хімічні властивості.

У *другому розділі дисертації* наведена характеристика сировини, описані методики проведення експериментальних досліджень та обробки отриманих даних, описано схеми лабораторної установки і реактора. Дисертантом, за допомогою фізичного моделювання розроблено методику визначення часу контакту і поверхні розділу фаз в умовах процесу. А також обрано сировину для подальших досліджень.

У *третьому розділі* висвітлені результати експериментальних досліджень процесів деструктивної переробки вуглеводневої сировини різного складу в неорганічних розплавах. Отримані у результаті експериментальних досліджень дані з визначення впливу температури в інтервалі 400-600 °C на склад і вихід продуктів переробки мазуту в розплаві  $\text{NaCl-ZnCl}_2$  при висоті шару розплаву ( $h=40$  мм) і об'ємній швидкості подачі сировини ( $Q=12,6$  год<sup>-1</sup>), дали можливість дисертанту встановити, що в

інтервалі 400-500 °С спостерігається зростання виходу світлих фракцій з 10,8 до 26,1 %, і при підвищенні температури до 600 °С спостерігається зниження виходу з 26,1 до 22,0 %. А також встановити, що до ~ 500 °С вихід світлих нафтопродуктів стрімко зростає прямопропорційно збільшенню глибини перетворення мазуту, головним чином, за рахунок зниження виходу газойлевої фракції. У той же час, при підвищенні температури до 600 °С різко збільшується вихід газів і твердих продуктів. При цьому зниження виходу газойлевої фракції стає незначним у порівнянні з інтервалом 400-500 °С, а гази і тверді продукти, ймовірно, утворюються з вуглеводнів світлих фракцій, що призводить до зниження їх виходу.

Також, отримані у ході виконання експериментальних досліджень, встановлено вплив складу розплаву на вихід продуктів деструктивної переробки мазуту. Дисертантом запропоновано математичну модель для опису швидкості деструктивних перетворень вуглеводнів в неорганічних розплавах.

На мою думку структура розділу побудована логічно, а результати пояснення результатів експериментальних досліджень є зрозумілими і послідовними.

*У четвертому розділі* розглянуто можливе застосування запропонованої технології на прикладі процесу вісбрекінгу мазуту, як одного з найбільш ефективних варіантів практичної реалізації розробленого процесу. На основі отриманих даних дисертантом встановлено, що за запропонованою схемою в розплаві  $KCl-ZnCl_2$  з 1 т мазуту вихід світлих нафтопродуктів становить 28,3 %. У якості реакційної апаратури автором пропонується використовувати трьохзонний реактор з роздільними зонами крекінгу.

Наведено техніко-економічний розрахунок, результати якого показали, що при порівнянні існуючого виробництва і запропонованої технології при потужності установки 500 тис. тон на рік, витрати основних енергетичних ресурсів на переробку сировини знижуються на 39 %, а термін окупності капітальних витрат на будівництво виробництва знижується з 17 до 9 місяців або майже в 2 рази. Цей розрахунок, на мій погляд є необхідним, оскільки це дозволило дисертанту зробити висновок про перспективність та економічну доцільність промислового застосування розробленої технології для удосконалення існуючих виробництв.

*Загальні висновки* містять основні результати дисертаційних досліджень.

#### 4. Повнота викладення матеріалу в опублікованих працях

Зміст дисертації відображено у 16 наукових працях, з них 7 статей у наукових фахових виданнях України, з них 2 статті у виданнях України, які внесені до міжнародних наукометричних баз, та 9 тез доповідей конференцій різного рівня.

Оформлення рукопису дисертації та автореферату відповідає вимогам ДАК України до дисертацій та авторефератів дисертацій.

Зміст автореферату повністю відповідає розділам дисертації та її основним положенням.

#### 5. Зауваження з роботи

1. Не чітко обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи.
2. Статистичні данні щодо використання газу, нафти та вугілля у світі наведено за 2012 р. Слід було б навести більш нові дані щодо використання невідновлювальної сировини як в Україні, так і світі.
3. На стор. 48 автором вказано, що для дослідження було обрано сиру західносибірську нафту, наведено її характеристики. Але не обґрунтовано, чому саме дана нафта була обрана для дослідження? Які вона має переваги, чи недоліки у порівнянні з іншими нафтами, як сировина для подальших досліджень у дисертаційних дослідженнях?
4. На стор. 102, у поясненні до рис. 3.17. автором вказано, що октанові числа отриманих бензинових фракцій в залежності від складу розплаву у порівнянні з прямогонним бензином підвищуються на 11...31 пунктів для ОЧМ й 11...28 пунктів для ОЧД. Слід було б навести пояснення, з чим це пов'язано. Оскільки рисунок є недостатньо поясненим.
5. На стор. 70 у табл. 2.5 не вказане значення відтворюваності експериментальних даних для показника октанового числа бензинової фракції визначеного моторним методом. Наведено лише відтворюваність для показника октанове число бензинової фракції визначеного за дослідницьким методом.
6. За текстом дисертації зустрічаються помилки редакційного та лексично-термінологічного характеру.

Зазначені зауваження не носять принципового характеру, не зменшують важливості роботи, деякі з них можна розглядати як побажання автору у його подальшій науковій роботі.

#### Висновок

На підставі викладеного, беручи до уваги актуальність теми дисертаційної роботи, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій,

сформульованих у дисертації, вважаю, що робота Черноусова Свгена Юрійовича «Деструктивна переробка вуглеводневої сировини в неорганічних розплавах», повністю відповідає вимогам до кандидатських дисертацій, зокрема, п.п. 9, 11, 12 Положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р., № 567, а її автор, Черноусов Свген Юрійович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

Офіційний опонент  
кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри екології  
Національного авіаційного університету

Л. М. Черняк



Підпис гр. Черняк Л.  
з а с в і д ч у ю  
Вчений секретар  
Національного авіаційного університету