

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Чернявського Андрія Володимировича
«Термокаталітична переробка вторинної полімерної сировини в паливо для
судноплавства»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

Актуальність теми

В зв'язку з швидким розвитком техносфери, накопичення та утилізація полімерних відходів стала проблемою для багатьох країн. Щорічно в Україні утворюються біля 5 млн. тон побутових відходів, приблизно третина яких представлена виробами з поліетилену, поліпропілену, поліетилену та інших. Існуючі методи в галузі переробки побутових відходів в Україні не спроможні переробити цей обсяг відходів, отже, їх значна кількість, біля 95%, відвозиться на сміттєзвалища та полігони, де вони зберігаються в очікуванні утилізації. Така ситуація потребує рішення, яке може запобігти негативним наслідкам для нашої країни. Полімерні відходи є цінним джерелом сировини для одержання, наприклад, палив.

Тому дисертаційна робота Чернявського А.В. спрямована на вирішення науково-практичної задачі – виробництва суднових палив, які за рівнем фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей відповідають вимогам стандарту ISO 8217:2017, шляхом каталітичного піролізу вторинної полімерної сировини, є актуальною.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри технології переробки нафти, газу та твердого палива Національного технічного університету «ХПІ» відповідно до завдань ініціативного договору «Дослідження процесів переробки промислових та побутових відходів у будівельні та мастильні матеріали» (№ ДР 0120U100597, замовник МОН України).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Чернявського Андрія Володимировича, достатньою мірою обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні математичного апарату. Результати перевірені шляхом проведення практичних експериментів, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень, що виконано на сучасному обладнанні.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- досліджено можливість отримання суднового палива (MGO) з межами википання 180-360(380) °C та низьким вмістом сірки ($S < 0,1 \%$) шляхом двостадійного каталітичного піролізу вторинної полімерної сировини, який поєднує в себе власне процес каталітичного піролізу ($t=450-470 \text{ }^\circ\text{C}$, $P=0,8-1,0 \text{ МПа}$) та гідрування ($t=300-320 \text{ }^\circ\text{C}$, $P=0,3-0,5 \text{ МПа}$) отриманих продуктів;
- представлено алгоритм підбору металів, який дозволяє отримати нові поліфункціональні цеолітовмісні каталізатори з структурою Me-H-ZSM-5, що використовуються у вторинних термокаталітичних процесах переробки вуглеводневої сировини;
- запропановано при реалізації процесу виробництва палива з вторинної полімерної сировини, на стадії каталітичного піролізу використовувати суміш (1:1) синтезованих цеолітовмісних каталізаторів Zn-H-ZSM-5/Fe-H-ZSM-5 (з вмістом ZnO – 3,0 %; Fe₂O₃ – 2,0 %), а на стадії гідрування продуктів піролізу – каталізатор Ni-H-ZSM-5 (з вмістом Ni – 4,0 %);

- доведено, що керування реакціями розпаду полімерного ланцюга сировини, синтезу продуктів розпаду, диспропорціювання водню, алкілування та гідрування, які протікають при каталітичному піролізі вторинної полімерної сировини, за обраних умов процесу, дозволило отримати збільшений вихід (68-70 %) частково декарбанізованого ($H:C=1,68-1,69$) та деароматизованого (вміст ароматичних сполук в межах 12-13 %) суднового палива.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

- розроблено методику експериментального синтезування цеолітвмісних каталізаторів Zn-H-ZSM-5, Fe-H-ZSM-5, Ni-H-ZSM-5, які дозволяють проводити термокаталітичну переробку вуглеводневої сировини при порівняно низьких температурах (450-470 °C);
- запропоновано технологічну схему виробництва суднового палива (MGO), з вторинної полімерної сировини (HDPE та PP), потужністю 200-500 кг/год. за сировиною, яка складається з трьох основних, взаємопов'язаних ділянок: попередньої підготовки полімерної сировини; технологічної переробки полімерної сировини; зберігання та компаундування товарного продукту. Експлуатація даної схеми не потребує використання зовнішнього джерела водню, а процеси гідрування відбуваються лише за рахунок водню, який утворюється при каталітичному піролізі полімерної сировини;
- розрахунок показників техніко-економічної оцінки ефективності виробництва суднового палива з вторинної полімерної сировини на базі нормативних документів дозволив встановити, що собівартість виробництва 1 т палива складає 21 916,99 грн., рентабельність виробництва знаходиться на рівні 16,00 %, очікуваний економічний ефект дорівнює 2 268,51 грн/т;
- результати дисертаційної роботи впроваджені на підприємствах ТОВ «СТІНМАШ» (м. Харків), ТОВ «Укрчем» (м. Харків)

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні матеріали дисертаційної роботи представлені у 15 друкованих працях, в тому числі: 4 статтях у наукових фахових виданнях України та у 11 матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій. Участь здобувача в роботах, що опубліковані у співавторстві, зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Чернявського А.В. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами й темами, наведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

В першому розділі дисертаційної роботи визначено склад та існуючу класифікацію суднових (суднових) палив, наведено перелік та проаналізовано основні показники якості, які згідно з ISO 8217:2017, характеризують фізико-хімічні та експлуатаційні властивості суднових палив. Розглянуті основні джерела вуглеводневої сировини та технології їх переробки, які сьогодні можна використовувати для виробництва суднових палив в Україні. Обґрунтовано перспективність отримання суднового палива (MGO) шляхом каталітичного піролізу вторинної полімерної сировини, представленою поліетиленом високої густини (HDPE) та поліпропіленом (PP).

В другому розділі представлено матеріали та реактиви, які використовуються в дисертаційному дослідженні. Запропоновано програму досліджень, яка охоплюють усі стадії виконання дисертаційної роботи.

В третьому розділі розглянуто та проаналізовано процес піролізу поліолефінової сировини. Визначено механізм, вплив каталізатора на перетворення вуглеводнів в процесі піролізу полімерної сировини, визначено склад каталізатора.

В четвертому розділі наведено, результати експериментальних дослідження щодо можливості використання, отриманих з вторинної полімерної сировини фракцій, в якості суднового палива складаються з п'яти окремих етапів: формування матеріального балансу процесу піролізу, визначення групового і індивідуального хімічного складу, визначення показників якості, визначення співвідношення Н:С. Проведена статистична обробка експериментальних даних.

В п'ятому розділі на підставі проведених здобувачем теоретичних та експериментальних досліджень, запропоновано технологічну схему виробництва суднового палива (MGO), з вторинної полімерної сировини (HDPE та PP) потужністю 200-500 кг/год. за сировиною. Дана схема складається з трьох основних, взаємопов'язаних ділянок: попередньої підготовки полімерної сировини; технологічної переробки полімерної сировини; зберігання та компаундування товарного продукту. Наведено перелік та технічні характеристики основного технологічного обладнання, визначені небезпечні виробничі фактори та джерела їх виникнення. Наведено розрахунок показників техніко-економічної оцінки ефективності виробництва суднового палива з вторинної полімерної сировини шляхом двостадійного каталітичного піролізу.

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

Список використаних джерел із 192 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні 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.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

За дисертаційною роботою можна зробити наступні зауваження:

1. Було б доцільно визначити кількість водню, що утворюється в процесі піролізу полімерної сировини на першій стадії, для оцінки можливості гідрування ненасичених вуглеводнів на другій стадії процесу.
2. Для підтвердження відповідності одержаного суднового палива нормативним документам, бажано було визначити весь перелік фізико-хімічних показників відповідно ISO 8217:2017 та порівняти з товарним судновим паливом.
3. Паливо, яке одержують необхідно в тексті називати судновим, а не морським, відповідно Технічного регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2013 р. № 927 із змінами, внесеними Постановою від 13.05.2022 № 570.
4. В розділі 5 коректніше вжити термін «принципова технологічна схема».

Існують недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи: за текстом іноді зустрічаються друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки.

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

Висновок

Дисертаційна робота Чернявського А.В. «Термокаталітична переробка вторинної полімерної сировини в паливо для судноплавства» за своїм змістом відповідає спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія (16 – Хімічна та біоінженерія). Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв’язує важливу науково-практичну задачу – виробництво суднових палив, які за рівнем фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей відповідають вимогам стандарту ISO 8217:2017, шляхом каталітичного піролізу вторинної полімерної сировини.

Подана дисертаційна робота «Термокаталітична переробка вторинної полімерної сировини в паливо для судноплавства» Чернявського А.В відповідає спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія (16 – Хімічна та біоінженерія), відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а саме: вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Чернявський Андрій Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент

Доцент кафедри технології палив, полімерних та поліграфічних матеріалів ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», к.т.н., доц



Олена ШЕВЧЕНКО

Підпис к.т.н Шевченко О. В. засвідчую

Вчений секретар ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»




Лариса РУДНІСВА

20.11.2023 р.