

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

на дисертаційну роботу Дзевочко Альони Ігорівни

**«Підвищення ефективності процесу сульфатування в трубчастому плівковому реакторі у виробництві поверхнево-активних речовин»,**  
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

**Актуальність теми дисертації.** У сучасному світі досить широкого застосування набули поверхнево-активні речовини (ПАР). Завдяки особливості ПАР абсорбуватися на поверхні розділу фаз їх широко застосовують в якості миючих і косметичних засобів, піноутворювачів. Процес сульфатування органічних речовин є основною стадією у виробництві ПАР. Даний процес в Україні реалізовувався в каскаді об'ємних реакторів з мішалками. Таке апаратурно-технологічне оформлення призводить до отримання ПАР низького гатунку, а також утворення шкідливих газових викидів. Ефективність процесу сульфатування може бути підвищена за рахунок використання сучасних трубчастих плівкових реакторів. Але даних для сульфатування трьохкомпонентних сумішей органічних речовин в таких реакторах недостатньо.

Процес сульфатування в трубчастому плівковому реакторі складається з наступних стадій: процесу масообміну триоксиду сірки з газоповітряного потоку до рідинної фази, процесу абсорбції триоксида сірки органічною речовиною з проходженням екзотермічної реакції; процесів теплообміну між рідинною фазою та газоповітряним потоком і потоком охолоджувальної води.

У зв'язку з цим дослідження основних закономірностей процесів на цих стадіях і розробка науко-обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення ефективності роботи обладнання є актуальним науковим завданням, яке і вирішує дисертаційна робота.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджується також тим, що вона

виконувалась в рамках науково-технічної програми МОН України "Створення фізико-хімічних основ еколого-орієнтованих технологій поверхнево-активних речовин та кальцинованої соди" (ДР № 0117U004816, 2016-2019 рр.), госпдоговору з ПП "ПРЕСТИЖ ЛАЙН" в 2016-2017 рр та з угодою про науково-технічне співробітництво з Державною установою "Науково-дослідний та проектний інститут основної хімії" в 2016-2018 рр.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Наукові положення, висновки та практичні рекомендації в дисертаційній роботі є достатніми і належним чином обґрунтованими. Вивчені і критично проаналізовані відомі досягнення і теоретичні положення інших авторів по питаннях за темою дисертаційної роботи. Кожне положення наукової новизни знайшло переконливо підтвердження в стійко відтворюваних і статистично достовірних результатах різного масштабу: експериментальних досліджень для знаходження вихідних даних для розробки трубчастого плівкового реактора, теоретично обґрунтованих методів математичного моделювання, проведення значної кількості комп'ютерних експериментів.

Тому можливо стверджувати, що ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій не викликає сумнівів.

**Наукова новизна отриманих результатів.** До наукової новизни можливе віднести наступне:

– вперше встановлено залежність ступеня сульфатування та кольоровості отриманих продуктів від основних технологічних параметрів при сульфатуванні трьохкомпонентних сумішей органічних речовин, що дозволило отримати вихідні дані для розробки трубчастого плівкового реактору;

– вперше проведений системний аналіз процесів масообміну, абсорбції з проходженням екзотермічної хімічної реакції та теплообміну методом математичного моделювання, що дало можливість обґрунтувати конструктивні характеристики трубчастого плівкового реактору;

– вперше показана можливість проведення процесу сульфатування трьохкомпонентних сумішей органічних речовин в трубчастому плівковому реакторі з низхідним потоком фаз з отриманням високоякісних ПАР та підвищенням ефективності процесу;

– удосконалена математична модель процесу сульфатування трьохкомпонентних сумішей органічних речовин в трубчастому плівковому реакторі з низхідним потоком фаз, яка стала основою для його розрахунку;

– встановлені та науково обґрунтовані значення технологічних параметрів процесу сульфатування в трубчастому плівковому реакторі, що дозволило вирішити питання енерго- та ресурсозбереження.

**Практичне значення отриманих результатів.** В розділі 5 надані практичні рекомендації з використання результатів досліджень, до яких відносяться:

- розроблено алгоритми і програми для розрахунку трубчастого плівкового реактору сульфатування;

- проведено розрахунок конструкції промислового трубчастого плівкового реактора для здійснення процесу сульфатування трьохкомпонентних сумішей органічних речовин;

- розроблена апаратурно-технологічна схема енерго- та ресурсоощадного відділення сульфатування сумішей органічних речовин, що дозволяє зменшити витрату органічної речовини на 8,8 %, зменшити витрати газоподібних викидів органічних речовин в 6,4 рази, зменшити витрати електроенергії на 85,2 кВт/год.

**Оцінка висновків здобувача щодо значущості його праці для науки і практики.**

У висновках до розділів і в загальних висновках до дисертації викладено найважливіші наукові положення, які розглянуті в роботі.

Наукова значимість дисертаційної роботи полягає в наступному:

– проведений системний аналіз процесів масообміну, абсорбції з проходженням екзотермічної хімічної реакції та теплообміну методом математичного моделювання;

– проведений системний аналіз процесу сульфатування трьохкомпонентних сумішей органічних речовин в трубчастому плівковому реакторі методом математичного моделювання;

- розроблено алгоритми і програми для розрахунку трубчастого плівкового реактора сульфатування;

- закладено наукові основи створення енерго- та ресурсозберігаючого технологічного процесу та обладнання.

Позитивні результати отримані здобувачем дозволяють рекомендувати їх для впровадження при організації виробництва ПАР в Україні.

**Шляхи використання наукових і практичних результатів роботи і ступінь їх реалізації.**

Наукові результати, які отримані в дисертаційній роботі пройшли достатню апробацію, що підтверджено 3 актами впровадження.

Основні наукові результати впроваджені наступним чином:

- передані у Державну установу "Науково-дослідний і проектний інститут основної хімії" (м. Харків) для використання при удосконаленні виробництва ПАР;

- передані у ПП "ПРЕСТИЖ ЛАЙН" для використання при розробці проекту виробництва піноутворюючих складів (м. Харків);

- використовуються у навчальному процесі кафедри автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу НТУ "ХП" в курсах лекцій "Технологічні системи та комплекси", "Комп'ютерне моделювання процесів і систем", "Природоохоронні та енергозберігаючі системи".

**Повнота викладу отриманих результатів в опублікованих працях.**

Результати наукових досліджень опубліковані здобувачем у 15 наукових працях, у тому числі: 5 статей наукових фахових виданнях України (1 – у науково-метричній базі Scopus), 2 патенти України на корисні моделі, 8 тез доповідей на науково-практичних конференціях. Опублікований матеріал достатньо повно відображає основні результати та наукові положення дисертації.

**Зміст дисертації, її завершеність в цілому.** Дисертацію Дзевочко А.І. можна вважати завершеною в науковому та практичному аспектах роботою, доведеною до можливого практичного використання.

Дисертація (162 стор.), з них 104 стор. основного тексту, складається з анотації двома мовами, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

Здобувач переконливо обґрунтував у **вступі** актуальність дисертаційної теми, аргументовано сформулював мету та завдання досліджень, об'єкт та предмет дослідження і основні методи досягнення поставленого завдання, виклав авторську версію наукової новизни і практичної цінності результатів, їхньої апробації і особистого внеску.

В критичному огляді літературних і патентних джерел (**перший розділ дисертації**) здобувачем проаналізовано сучасний стан проблеми по темі дисертаційної роботи. Показано основні тенденції розвитку виробництва ПАР, його апаратурно-технологічного оформлення. Проаналізовано процеси масообміну та існуючі математичні моделі реакторних систем. Визначена доцільність проведення наукових досліджень процесу сульфатування трьохкомпонентних сумішей органічних речовин.

У **другому розділі** наведено схему експериментальної установки, методику проведення досліджень. Наведено основні характеристики вихідної речовини.

Результати експериментальних досліджень процесу сульфатування трьохкомпонентних сумішей органічних речовин наведено у **третьому розділі**. Показано вплив основних технологічних параметрів процесу на якісні показники отриманих продуктів. Отримані результати є вихідними даними для розробки трубчастого плівкового реактора сульфатування.

**Четвертий розділ** дисертації присвячений математичному моделюванню процесу сульфатування в трубчастому плівковому реакторі. Здобувач провів аналіз: процесу абсорбції газоподібного триоксида сірки органічною речовиною з одночасним проходженням екзотермічної реакції, процесу масообміну та

процесів теплообміну в трубчастому плівковому реакторі. Наведено математичний опис процесу сульфатування та проведено системний аналіз даного процесу методом математичного моделювання. Результати комп'ютерних експериментів дали можливість розрахувати основні конструктивні характеристики трубчастого плівкового реактора та знайти основні технологічні параметри процесу сульфатування.

У п'ятому розділі наведено дані з практичного використання результатів досліджень. Проведено розрахунок трубчастого плівкового реактора продуктивністю 5 тис. т/рік. Його основні характеристики: поверхня теплообміну верхньої секції – 8,05 м<sup>2</sup>, нижньої секції – 16,11 м<sup>2</sup>, кількість труб – 37 шт. з внутрішнім діаметром 0,037 м, довжина труб – 5,5 м, загальний діаметр реактора 0,65 м, загальна довжина – 7,2 м. Така конструкція реактора володіє стійкістю та параметричною чутливістю.

На основі розрахованого реактора сульфатування розроблена апаратурно-технологічна схема процесу сульфатування трьохкомпонентних сумішей органічних речовин. Розроблена сучасна система управління даною схемою. Наведені дані техніко-економічного обґрунтування прийнятих технічних рішень.

**Висновки** викладені достатньо повно і містять основні результати досліджень. Список використаних літературних джерел зі 158 найменувань відображає найбільш значущі наукові праці.

#### **Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації та автореферату.**

Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладання відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України. Ступінь узагальнень, систематизації та формалізації відповідає рівню вимог до кандидатських дисертацій. Забезпечено взаємозв'язок проведених досліджень та отриманих результатів, викладання наукових положень, результатів та висновків здійснено аргументовано. Стиль викладу матеріалу досліджень, наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечує легкість і доступність їх сприйняття.

**Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації.**

Зміст автореферату повністю відповідає розділам дисертації та її основним положенням. Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати.

Дисертація є одноособово створеною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих здобувачем для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок здобувача в науку.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології, зокрема, наступним напрямкам досліджень:

- теплообміну при високих швидкостях, за наявності внутрішніх джерел теплоти;
- масообміну в газових і рідких системах;
- загальні основи розрахунку тепло- й масообмінного обладнання;
- встановлення основних параметрів, необхідних для створення нового обладнання.

#### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи та автореферату.**

1. На стор. 6 автореферату і на стор. 49 дисертації наведено рівняння залежності густини реакційної маси від якісних показників отриманих продуктів. Але не сказано, яким чином були оброблені експериментальні результати при отриманні цього рівняння.

2. Здобувачем не завжди виконується вимога розташування рисунків (рисунок повинен розташовуватись після першого на нього посилання). Наприклад на стор. 10-12 автореферату, на стор. 91, 93 дисертації.

3. Не зрозуміло, чому обрано діаметр реакційної труби 0,037 м?

4. Рис. 4.1 не є загальним для усіх подальших рисунків 4.2 – 4.6, а лише для рис. 4.2.

5. На рис. 4-7 – 4.11 дисертації наведено дані по зміні  $V_z$ ,  $\delta$ ,  $Re_{пл.}$ ,  $K_{тх}$ ,  $\mu_p$  по довжині реактора. На мій погляд ці залежності проаналізовані недостатньо.

6. Розроблена конструкція трубчастого плівкового реактора (стор. 91-94 дисертації) представляє значний інтерес, але не захищена патентом на винахід, або на корисну модель, чому?

7. На сторінках дисертації є неточності та помилки, на що указано здобувачу.

Вказані недоліки, зауваження і рекомендації у більшості є предметом дискусії і, в цілому, не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

## ВИСНОВОК

Вважаю, що дисертаційна робота Дзевочко А.І., є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, що полягає в підвищенні ефективності процесу сульфатування в трубчастому плівковому реакторі у виробництві поверхнево-активних речовин.

За актуальністю, ступенем обґрунтованості і достовірності, значенням для науки і практики можливо зробити висновок, що дисертаційна робота Дзевочко А.І. відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, щодо кандидатських дисертацій, а її автор Дзевочко Альона Ігорівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент:

докторант кафедри хімічної інженерії  
Сумського державного університету,  
кандидат технічних наук



Максим СКИДАНЕНКО

