

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, професора
кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету
нафти і газу

Мандрика Олега Миколайовича,

на дисертаційну роботу **Сейфа Хуссейна**

**«МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СЕПАРАЦІЇ У
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОДУЛЬНИХ ТРИФАЗНИХ
НАФТОГАЗО-ВОДОРОЗДІЛЮВАЧАХ»**

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

Актуальність теми.

В дисертаційній роботі вирішена науково-практична задача підвищення ефективності технології підготовки нафти з отриманням легких вуглеводнів у вигляді супутнього газу, його підготовка до транспорту шляхом застосування ефективних пристроїв для проведення процесів сепарації багатofазних систем та створення загальних методів розрахунку сепараційних апаратів на основі структурного аналізу гідродинаміки закручених потоків, систематизація та теоретичне обґрунтування рекомендацій щодо їх конструювання, розробка на їх основі ефективних та технологічних апаратів та їх впровадження в промислових установках розділення неоднорідних систем.

У процесі видобутку та підготовки нафти та газу забруднюються як повітряний, так і водний світовий басейн. У зв'язку з цим зростають нормативні вимоги як до якості підготовки цільової продукції (нафти та газу), так і вимоги до повноти використання і чистоти компонентів, що добуваються супутно (супутнього газу, води). Обмежується вміст у продуктах шкідливих компонентів, таких як сірководень, меркаптани. Порушується питання про повну утилізацію супутнього газу. Для задоволення вимог охорони навколишнього середовища необхідне повне очищення від сірководню та меркаптанів супутнього нафтового газу та глибша стабілізація нафти.

В даний час скорочення втрат рідкої фази вирішується шляхом

застосування багатоступінчастих методів дегазації із плавною зміною тиску в широкому діапазоні. Використання об'ємних гравітаційних сепараторів дозволяє частково вирішувати ці завдання. Однак, низька швидкість руху газу в поєднанні з високою металоємністю і, головне, з невисоким ступенем дегазації роблять ці методи малоефективними. Тому розробка нових конструкцій сепараторів та теоретичне вивчення процесів сепарації з метою підвищення їх ефективності є актуальним завданням представляє науковий інтерес та спрямоване на вирішення важливої практичної проблеми.

Для вирішення поставлених у дисертаційному дослідженні завдань перспективними є апарати для підготовки нафти із застосуванням відцентрових сил. Такий технологічний прийом як гідроциклонування нафти дозволяє вирішити такі завдання як отримання товарної нафти високої якості та виділення і використання легких вуглеводнів та їх композицій, а також ефективну очистку промислових стічних вод.

Дисертація доктора філософії підготовлена на кафедрі хімічної технології та промислової екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Окремі результати досліджень, проведених здобувачем, були використані під час виконання науково-дослідної роботи за темою ДР №0120U102036 «Створення нових гранульованих матеріалів для ядерного палива та каталізаторів в активному гідродинамічному середовищі».

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

Наукові положення, висновки, наведені у дисертаційній роботі Сейфа Хуссейна достатньо обґрунтовані та не суперечать теоретичним засадам хімічної технології.

Для вирішення поставленого науково-практичного завдання автором використано сучасні методи досліджень у хімічній інженерії: аналіз та узагальнення даних наукових публікацій, досвіду підготовки нафти та газу у нафтовій та газовій промисловості, теоретичних досліджень, лабораторні експерименти та випробування на дослідній установці. В роботі використані методи системного аналізу щодо складних технологічних процесів, аналітичне моделювання, методи, засновані на класичній теорії турбулентної міграції та

математичному моделюванні процесів інерційного розділення сумішей, фізичні випробування шляхом практичної перевірки гідродинамічних параметрів на лабораторному устаткуванні.

Результати роботи пройшли виробничу перевірку та апробацію на всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність наукових положень, результатів та висновків, викладених у дисертації підтверджено експериментальною перевіркою та визначається використанням фізичних методик аналізу, практичної перевірки гідродинамічних та сепараційних параметрів установки підчас лабораторних досліджень, а також несуперечливістю отриманих результатів відомим літературним даним і теоретичним основам хімічної технології.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести:

- виявлені взаємозв'язки між геометричними пропорціями апарату та критеріями гідродинамічної подібності та енергоємністю розділення;
- отримана гідродинамічна модель гідроциклонного сепаратора, що відображає істотні особливості закрученого руху несучого середовища в характерних гідродинамічних зонах апарату;
- отримали подальшого розвитку узагальнені залежності для розрахунку гідродинамічних параметрів обладнання (розмірів циркуляційних зон, коефіцієнтів гідравлічного опору, розподілу вихідних потоків, ежекційних характеристик осьової зони);
- розширені уявлення про механізм динаміки та сепарації частинок довільної форми у гідроциклонах;
- отримали подальшого розвитку обґрунтування рекомендацій щодо раціонального вибору пропорцій і розмірів проточної частини гідроциклонних сепараційних апаратів;
- рекомендовані конструктивні параметри для промислового гідроциклонного сепаратора.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Результати, наведені у дисертаційному дослідженні, створюють вагомий

внесок у розвиток наукових основ хімічної технології у частині визначення конструктивних та гідродинамічних характеристик гідроциклонного обладнання зі зменшеними енергетичними витратами.

Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає в тому, що розроблені рекомендації щодо раціонального конструювання гідроциклонних апаратів. З використанням сформульованих рекомендацій розроблені ефективні та технологічні гідроциклони різної продуктивності по рідині, що розділяється.

Результати експериментальних досліджень представлені у вигляді графічних і математичних залежностей та алгоритму розрахунку гідроциклонних апаратів для нафтогазосепарації впроваджені у промислову практику і використовуються на підприємстві «Alkhorayef company for sale, Maintenance@Repair of oil production equipment LLC».

Результати експериментальних досліджень використовуються на кафедрі хімічної техніки та промислової екології НТУ «ХП» при викладанні спеціальних дисциплін таких як «Машини та апарати хімічних виробництв» та «Спеціальне обладнання процесів органічної хімії». Також окремі результати науково-дослідної роботи за темою ДР №0120U102036 «Створення нових гранульованих матеріалів для ядерного палива та каталізаторів в активному гідродинамічному середовищі» впроваджені в учбовий процес у СумДУ.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основний зміст дисертації відображено у 16 наукових публікаціях, з них: 5 статтях у наукових фахових виданнях, з яких 3 статті у закордонних періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus та Web of Science, 9 публікацій у матеріалах конференцій.

У дисертації вказано особистий внесок здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві.

Публікації здобувача Сейфа Хуссейна 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 складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Дисертаційна робота складається із вступу, шести розділів, загальних висновків, додатків, списку використаних джерел на 19 сторінках. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 199 сторінок; з них 59 ілюстрацій; 13 таблиць, додатки на 10 сторінках.

У вступі охарактеризовано актуальність теми дисертації доктора філософії, мету, завдання, зв'язок роботи з науковими темами, об'єкт, предмет дослідження, методи та методики аналізу, наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації та публікації.

У першому розділі проведено аналіз результатів попередніх досліджень за темою дисертаційної роботи. На підставі аналізу літературних джерел, було встановлено, що в даний час існуючі способи дегазації та зневоднення нафти передбачають використання металомістких, громіздких споруд, які потребують значних матеріальних і енергетичних витрат. Спосіб гідроциклонування нафти при великих швидкостях з одночасним зниженням тиску в центрі закрутки потоку дозволяє передати цю енергію молекулам газу, розчиненим у нафті, легким вуглеводням і знизити її в'язкість.

У розділі поставлені завдання дослідження, якими є вивчення процесів гідроциклонування і подальша розробка ефективних технологічних прийомів і технічних засобів для проведення процесів стабілізації нафти, а саме виділення легких вуглеводів і пластових вод під дією відцентрових сил із використанням гідроциклонних систем.

У другому розділі дисертаційної роботи виконано структурний аналіз гідродинаміки несучого середовища у циліндроконічному гідроциклоні. Запропоновано декомпозиційний підхід до розрахунку структури потоків у гідроциклонному апараті та представлено універсальну гідродинамічну модель, розроблену на основі зазначеного підходу. Наведено приклад

розрахунку параметрів гідродинаміки гідроциклону та наведено порівняння із експериментальними даними.

У третьому розділі проаналізовано закономірності процесів сепарації, що здійснюються у циліндроконічних гідроциклонах. Викладено математичну модель відцентрової сепарації полідисперсних середовищ. Представлені результати теоретичного та експериментального дослідження динаміки руху частинок у турбулентному закрученому потоці. Викладена узагальнена модель процесу розділення, яка враховує вплив руху та форми частинок на ефективність процесу сепарації.

Для дослідження гідродинамічних та режимних закономірностей нових конструкцій наведена установка для експериментального визначення параметрів досліджуваних гідроциклонів. В процесі експериментальних досліджень використовувалися візуальні методи спостереження за поведінкою системи в гідроциклоні, визначалися гідродинамічні параметри методами інструментального вимірювання. В роботі використані методи системного аналізу щодо складних технологічних процесів, аналітичне моделювання, методи, засновані на класичній теорії турбулентної міграції та математичному моделюванні процесів інерційного розділення сумішей.

У четвертому розділі в процесі аналізу виявлених закономірностей теоретично обґрунтовані та сформульовані рекомендації щодо конструювання циліндроконічних гідроциклонів. Ці рекомендації дозволяють обрати пропорції та розміри проточної частини гідроциклону, врахувати та використати важливі гідродинамічні ефекти, характерні для даного типу обладнання.

П'ятий розділ присвячено розробленню конструкції типових циліндроконічних циклонів з металу та пластику для застосування у нафтогазовій промисловості та для очищення стічних вод. Обґрунтовані типорозміри та конструкційні матеріали, наведені конструктивні параметри гідроциклонного обладнання та зазначена необхідність використання батарейних компоновок підключення гідроциклонів.

У шостому розділі надані рекомендації щодо впровадження дослідженої конструкції у промислові технологічні схеми. При узагальненні теоретичних та

експериментальних досліджень запропоноване технологічне обладнання для захисту навіколишнього середовища від забруднення пластовими водами, яке забезпечує глибоке очищення промислових стічних вод до норм що, перевищують вимоги ГДК. Отримані промислові води можна повно використовувати на промислах у системах підтримки пластового тиску. Розроблена технологічна установки для вилучення з нафти розчинених газів термохімічним методом.

Висновки дисертації досить обґрунтовані, логічно та послідовно викладені та відповідають змісту дисертації.

Список використаних джерел включає як українські так і сучасні закордонні публікації.

У анотації дано характеристику структурі дисертації, основному її змісту, науковим результатам, що відображають суть роботи.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в тексті роботи та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати, під час аналізу дисертації, не виявлено. Наукові положення, що винесено здобувачем на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У працях, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті положення, які є результатом власних наукових пошуків Сейфа Хуссейна.

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. У тексті дисертаційної роботи згадується, що нафта і вода взаємно нерозчинні і утворюють дві фази рідкої продукції свердловин. Однак, не пояснюється чому саме. Було б корисно додати інформацію про відмінності в хімічній природі та полярності води та нафти, що призводить до їх нерозчинності.

2. У роботі не наводиться чіткого визначення поняття "проміжного" шару емульсії. Було б доцільно дати більш докладне пояснення цього поняття та вказати його зв'язок із поділом рідких суспензій методом інерційної сепарації.

3. Необхідно чіткіше визначити деякі терміни та поняття, такі як "осьова циркуляційна зона", "вхідна зона", "сепараційна зона".

4. Доцільно пояснити, які саме параметри та фактори впливають на

формування та зміну структури течії в циліндроконічному гідроциклоні, а також як вони впливають на ефективність сепарації та поділу фаз.

5. При описі явищ та формулюванні положень не завжди витримується науковий стиль тексту. Рекомендується більш точний опис без використання слів "загальна характеристика" та "особливості".

6. При описі моделювання динаміки руху дисперсної фази необхідно було детальніше описати застосовувані підходи та методи, а також навести більше посилань на конкретні приклади досліджень, де ці підходи також були використані.

7. З тексту дисертаційної роботи не зрозуміло, яким чином торцевий ефект впливає на сепараційну здатність гідроциклонів у підкришковому та нижньому торцевих шарах. Було б корисно дати докладніше пояснення цих ефектів та його впливу на процес поділу трифазних сумішей.

8. Необхідно було більш докладно та наочно описати результати розрахункових картин течії в кожній зоні та надати їх фізичну інтерпретацію. Це дозволить краще зрозуміти, які особливості перебігу течій спостерігаються у кожній зоні та як вони пов'язані з параметрами циклону.

9. Потрібно було детальніше пояснити причини наявності ежекційного ефекту в осьовій циркуляційній зоні та визначити його вплив на процес поділу.

10. У тексті дисертації зустрічаються стилістичні помилки.

Зауваження не мають принципового характеру і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та не зменшують її наукової і практичної цінності.

ВИСНОВОК

Вважаю, що дисертаційна робота Сейфа Хуссейна «Моделювання процесів сепарації у багатofункціональних модульних трифазних нафтогазоводорозділювачах» за своїм змістом відповідає спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. Результати, які одержані в даній дисертації мають наукову, практичну і екологічну значущість. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливе науково-технічне завдання хімічної

інженерії, що полягає у встановленні конструктивних характеристик енергоефективного гідроциклонного обладнання зі зниженими енергетичними витратами та теоретичному описі процесів сепарації з метою підвищення їх ефективності.

Подана дисертаційна робота Сейфа Хуссейна «Моделювання процесів сепарації у багатофункціональних модульних трифазних нафтогазоводорозділювачах» задовольняє вимогам до дисертацій на здобуття наукового 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 Сейф Хуссейн заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

26.04.2024р.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри екології ІФНТУНГ

 Олег МАНДРИК

Особистий підпис професора Олега Мандрика засвідчую

Вчений секретар ІФНТУНГ

к.т.н., доцент



Василь ПРОЦЮК