

Рецензія

рецензента к.т.н., доцента Сінкевич Ірини Валеріївни
на дисертаційну роботу Набіль Абдель Сатера «Удосконалення технології
переробки нафти з урахуванням її електрофізичних властивостей»
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 161-Хімічні технології та інженерія

1. Актуальність теми

Однією з цілей Енергетичної стратегії України на період до 2035 року є досягнення енергонезалежності країни, в тому числі за рахунок забезпечення її внутрішніх потреб нафтопродуктами вітчизняного виробництва, рівень якості яких буде відповідати сучасним вимогам стандартів, прийнятих в Україні та країнах Європейського Союзу.

Одним з шляхів реалізації зазначеної вище стратегії на практиці, який не потребує значних капітальних вкладень та суттєвого переоснащення існуючого виробництва є впровадження на підприємствах нафтопереробної галузі України, автоматичних систем контролю якості нафти та продуктів, одержуваних на різних стадіях технологічних процесів її переробки.

Основним процесом переробки нафти, спрямованим на отримання широкого спектру паливно-мастильних матеріалів, на сьогоднішній день є первинна переробка, яка дозволяє отримувати дистильатні та залишкові фракції, що є базою для виробництва товарних паливно-мастильних матеріалів.

Значно підвищити ефективність експлуатації установок первинної переробки нафти, з метою отримання палива високої якості, дозволить система глобального моніторингу та корекції (СГМК) технологічного процесу. Така система повинна охоплювати всі технологічні ділянки установок первинної переробки нафти (підготовку нафти, поділ на фракції та компаундування отриманих продуктів) та базуватися на врахуванні електрофізичних властивостей нафти та продуктів її переробки, виражених показником відносної діелектричної проникності ϵ .

Показник ϵ володіє рядом позитивних моментів до яких відносяться: зручність у використанні, придатність до визначення якості нафти і продуктів її переробки в потоці та чутливість до групового хімічного та фракційного складу і різних видів забруднюючих домішок, що зустрічаються в нафті.

Промислове впровадження на установках первинної переробки нафти СГМК, що базується на вимірюванні відносної діелектричної проникності (ϵ) дозволяє підвищити гнучкість та оперативність технологічного процесу виробництва нафтопродуктів, які за рівнем якості відповідають сучасним вимогам діючих стандартів.

Таким чином, і теоретичні, і експериментальні дослідження, спрямовані на підвищення ефективності експлуатації установок первинної переробки нафти, у тому числі, за рахунок впровадження системи оперативного контролю технологічного процесу, відносяться до числа актуальних завдань сьогодення та визначили напрямок подальшого дисертаційного дослідження.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами та темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі «Технології переробки нафти, газу та твердого палива» Національного технічного університету «ХПІ», відповідно до завдань ініціативного договору «Інтенсифікація масообмінних процесів переробки нафти і отримання очищених нафтових дистилатів» (№ ДР 0118U003968, замовник МОН України) у якому здобувач був виконавцем окремих етапів роботи.

3. Аналіз змісту дисертації. Ступень обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить анотацію, зміст, перелік позначень та символів, перелік скорочень, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки.

Дисертаційна робота спрямована на розробку системи оперативного контролю роботи установок первинної переробки нафти.

Об'єкт дослідження – вдосконалення процесу первинної переробки нафти.

Предмет дослідження – вплив хімічного та фракційного складу нафти та отриманих з неї продуктів на їх електрофізичні властивості.

В дисертаційній роботі вирішена науково-практична задача, яка пов'язана з удосконаленням процесу первинної переробки нафти за рахунок впровадження системи глобального моніторингу і корекції технологічного процесу за показником відносної діелектричної проникності сировини і отриманих з неї продуктів.

Під час визначення стану питання щодо напрямків удосконалення роботи установок первинної переробки нафтової сировини застосовувався аналітичний підхід. Теоретичні дослідження базувалися на фундаментальних законах фізики, органічної хімії та математики. Експериментальні дослідження проводились в лабораторних умовах з використанням приладів кафедри технології переробки нафти, газу та твердого палива Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту» за стандартними (ДСТУ, ASTM та ISO) та авторськими методиками визначення показників якості сировини та отриманих з неї продуктів. Визначення групового хімічного складу нафти та продуктів її переробки, здійснювалося методом газової хроматографії мас-спектроскопії (ГХ/МС), а вимірювання відносної діелектричної проникності – резонансним методом. Обробку

результатів, отриманих при проведенні експериментальних досліджень здійснювали методами математичної статистики, реалізованими в програмному пакеті STATISTICA 10.

В вступі представлено обґрунтування актуальності обраної теми дисертаційної роботи; наведено зв'язок роботи з існуючими науковими програмами та темами; сформульована мета та відповідні до неї завдання дослідження; представлено характеристику методів дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів; визначено особистий внесок здобувача; представлена апробація результатів дисертаційної роботи; характеристика публікацій за темою дисертаційної роботи; структура і обсяг дисертаційної роботи.

В першому розділі дисертаційної роботи здійснено критичний аналіз існуючої в світовій технічній літературі інформації щодо сировини, режимів та продуктів, які утворюються під час первинної переробки нафтової сировини. Визначено напрямки вдосконалення роботи цих установок та методи визначення якості нафтової сировини та продуктів її переробки. Обґрунтовано перспективність розробки та впровадження систем оперативного контролю технологічного процесу первинної переробки нафтової сировини, за її якістю та якістю продуктів її переробки, що визначається за допомогою показника відносної діелектричної проникності ε . Проведений критичний аналіз дозволив визначити та обґрунтувати актуальність, сформулювати мету та відповідно до цієї мети основні завдання дисертаційного дослідження.

В другому розділі наведено характеристика обраної для дослідження нафтової сировини (нафтової та газоконденсатної); фракцій, отриманих з цієї сировини; створених на їх базі модельних середовищ; хімічні реагенти та матеріали. Представлено програму наукових досліджень, характеристику лабораторного обладнання та методів, які використовувались під час проведення цих досліджень та обробки отриманих експериментальних даних.

У третьому розділі обґрунтовано вплив на величину параметру ε нафти, газового конденсату та продуктів їх переробки – дистильованих і залишкових фракцій (мазуту), групового хімічного складу. Запропоновано оцінювати ступінь підготовленості нафти/газового конденсату за показником підготовленості нафти (ППН), який визначається як $ППН = f(\varepsilon)$. На базі проведених теоретичних досліджень розроблено алгоритми, що дозволяють вдосконалити процес первинної переробки нафтової сировини через впровадження системи оперативного контролю технологічного процесу за значенням відносної діелектричної проникності сировини та продуктів її переробки. Запропоновано використовувати середнє значення показника відносної діелектричної проникності ε нафтової сировини для створення її нової альтернативної до існуючих, класифікації. Висунуто гіпотезу про використання в якості класифікаційного признаку типу нафтової сировини та напрямку її технологічної переробки, використовувати критерій

прогнозування ($KП$), який включає в себе визначення параметру ε та додатково кінематичної в'язкості і коксівності за Конрадсоном.

В четвертому розділі було встановлено, що показник ε суттєво залежить від групового хімічного складу (типу) нафтової сировини та змінюється в діапазоні значень від 2,05 до 2,94. При цьому, для сировини ароматичного типу (А) її середнє значення дорівнює 2,90; для сировини нафтового (N) – 2,62; для сировини парафінового (Р) типу – 2,28. Встановлено, що зі збільшенням вмісту води з розчиненими в ній хлористими солями, відбувається збільшення (так, для нафти, при вмісті 1% води з 100 мг/дм³ NaCl – це збільшення складає 0,2; при вмісті 1% води з 300 мг/дм³ NaCl – це збільшення складає 0,3; при вмісті 1% води з 900 мг/дм³ NaCl – це збільшення складає 0,43) величини показника ε нафтової сировини. Експериментально підтверджено, що в залежності від значень $KП$ нафту можна класифікувати наступним чином: при $KП < 1,50$, сировина відноситься до 0 типу; при $1,50 \leq KП < 5,50$, сировина відноситься до 1, 2 типу; при $1,50 \leq KП < 11,00$, сировина відноситься до 3 типу; при $KП > 11,00$, сировина відноситься до 4 типу. Експериментально доведено, що оперативний контроль глибини вилучення (X , %) дистильованих фракцій при ректифікації нафтової сировини можливо здійснювати за значенням показника ε та таких фізико-хімічних показників якості як ρ^{20} і ν^{20} . Для цього, було отримано моделі, адекватність яких підтверджують досить високі значення (0,9847-0,9969) коефіцієнту достовірності апроксимації R^2 . Похибка оцінювання величини (X , %) в суміжних фракціях знаходиться на рівні 0,5959-1,3292 %. Оцінено вплив наявності в прямогонній бензиновій фракції таких високооктанових компонентів як бензин каталітичного крекінгу і риформінгу та присадок (спиртів та ефірів), на збільшення величини показника ε_X отриманої суміші.

В п'ятому розділі, в залежності від значень $KП$, розроблено раціональні схеми технологічної переробки нафтової сировини, які відносяться до паливного, оливного або комбінованого напрямку (варіанту) переробки нафтової сировини. Запропоновано схему взаємозв'язку між технологічними параметрами виробництва (температурою сировини (t , °C), кількістю промивної води ($W_{п.в.}$, кг/кг), кількістю деемульгатора (x_d , кг/кг), тривалістю процесу підготовки (τ , год); температурою в колоні (t , °C), тиском в колоні (P , МПа), кількістю флегми ($W_{фл.}$, кг/кг), швидкістю парів (u , м/с); кількістю компонентів (X_k , %) і присадок (X_n , %) в суміші) товарного палива та показником ε , що охоплює всі основні ділянки (підготовки сировини, переробки сировини та компаундування) установки первинної переробки нафтової сировини. Розроблено конструкцію двохсекційного датчику при застосуванні якого, стабільний результат вимірювання показника ε нафтової сировини в потоці досягається схемою монтування датчику (на відповідному патрубку з запірною арматурою та муфтовими з'єднаннями), яка здатна запобігати утворенню турбулентного ($Re > 2300$) режиму руху нафтової

сировини крізь датчик. На підставі проведених досліджень, задля здійснення оперативного контролю технологічного процесу на всіх ділянках установки первинної переробки нафти, здобувачем запропоновано використання системи глобального моніторингу та корекції (СГМК).

Висновки сформульовано чітко, вони повністю висвітлюють отримані результати та відповідають поставленим завданням дослідження. За своїм рівнем висновки повністю відповідають вимогам, які висувуються до результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список використаних джерел достатньо повно охоплює предметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості сучасних вітчизняних та закордонних джерел.

Додатки до роботи містять матеріали досліджень, що не увійшли в основну частину.

4. Наукова новизна отриманих результатів.

В дисертаційній роботі вперше:

- представлено технологію удосконалення первинної переробки нафти завдяки впровадженню системи глобального моніторингу і корекції технологічного процесу за значенням відносної діелектричної проникності сировини та продуктів її переробки;

- запропоновано використовувати середнє значення показника відносної діелектричної проникності ϵ нафти для створення її нової альтернативної до існуючих, класифікації в якій для сировини ароматичного (А) типу $\epsilon=2,90$; для сировини нафтового (N) типу $\epsilon = 2,62$; для сировини парафінового (Р) типу $\epsilon = 2,28$;

- експериментально підтверджено висунуту здобувачем гіпотезу про можливість використання в якості основного класифікаційного признака для точної оцінки типу нафти та прогнозування напрямку її переробки, критерію прогнозування (КП), який для сировини типу 0 знаходиться в межах – $КП \leq 1,50$; для сировини 1, 2 типу – $1,50 \leq КП \leq 5,50$; для сировини 3 типу – $5,50 \leq КП \leq 11,00$; для сировини 4 типу – $КП > 11,00$.

Набуло подальшого розвитку:

- використання показника відносної діелектричної проникності ϵ , густини (ρ^{20} , кг/м³) і кінематичної в'язкості (ν^{20} , мм²/с) для здійснення оперативного контролю глибини вилучення (X , %) дистильованих фракцій при ректифікації нафти;

- визначення вмісту в бензиновій фракції (п.к. – 180 °С) високооктанових компонентів (бензинів каталітичного крекінгу і риформінгу, спиртів, ефірів та товарних присадок) за значенням показника відносної діелектричної проникності ϵ .

5. Достовірність отриманих результатів та висновків.

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректною постановкою задачі, мети та завдань дисертаційного дослідження, які розв'язуються послідовно та аргументовано. Під час визначення стану питання щодо напрямків удосконалення роботи установок первинної переробки нафтової сировини застосовувався аналітичний підхід. Теоретичні дослідження базувалися на фундаментальних законах фізики, органічної хімії та математики. Експериментальні дослідження проводились в лабораторних умовах з використанням приладів кафедри технології переробки нафти, газу та твердого палива Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту» за стандартними (ДСТУ, ASTM та ISO) та авторськими методиками визначення показників якості сировини та отриманих з неї продуктів. Визначення групового хімічного складу нафти та продуктів її переробки, здійснювалося методом газової хроматографії мас-спектроскопії (ГХ/МС), а вимірювання відносної діелектричної проникності – резонансним методом. Обробку результатів, отриманих при проведенні експериментальних досліджень здійснювали методами математичної статистики, реалізованими в програмному пакеті STATISTICA 10.

6. Практична цінність отриманих результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання.

- запропоновано конструкцію двосекційного датчику для вимірювання величини ε , який для зручності використання та проведення профілактичного обслуговування і ремонтів має розбірну конструкцію, а його корпус, з метою запобігання корозії, виконано з нержавіючої сталі марки AISI 309. Дана конструкція датчику дозволяє отримати стабільний результат вимірювання показника ε нафтової сировини в потоці, завдяки схемі монтування датчику (на відвідному патрубку з запірною арматурою та муфтовими з'єднаннями), яка здатна запобігати утворенню турбулентного ($Re > 2300$) режиму руху нафтової сировини крізь датчик;

- запропоновано систему глобального моніторингу та корекції (СГМК), яка складається з блоків збору первинної інформації, що базується на ємнісних датчиках і рівнемірах, перетворення інформації, порівняння даних, корекції та дозволяє здійснювати оперативний контроль технологічного процесу на всіх ділянках установки первинної переробки нафти;

- результати, отримані при виконанні дисертаційної роботи впроваджені в виробничий процес на нафтопереробних підприємствах ТОВ «Хімконсалтинг Трейд» (м. Люботин, Харківська область), ТОВ «Гамма Хімпром» (м. Люботин, Харківська область) та використовуються в навчальному процесі на кафедрі технології переробки нафти, газу і твердого палива Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту».

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень і результатів в опублікованих працях.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки повністю відповідають поставленим завданням дослідження та логічно витікають з отриманих результатів дослідження.

Проведено перевірку дисертації на наявність академічного плагіату, отримані результати свідчать про високу індивідуальність дисертаційної роботи. Використання результатів, отриманих іншими науковцями супроводжується відповідними посиланнями на відповідні джерела.

Всі основні положення та найбільш важливі наукові результати дисертації, опубліковані в необхідному обсязі у фахових наукових виданнях України та закордонних періодичних виданнях, пройшли відповідну апробацію на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Основні матеріали дисертаційної роботи представлені у 16 друкованих працях, в тому числі: 3 статті у наукових фахових видань України, 3 статті опубліковано в журналах, що включені до наукометричної бази SCOPUS (у періодичних наукових закордонних виданнях) та у 10 матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Усі публікації містять результати роботи автора на окремих етапах виконання дисертаційної роботи та відображають основні її положення і висновки.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1) Які шляхи вдосконалення роботи установок первинної переробки нафти?

2) Як підбиралася вихідна сировина для дослідження ?

3) Який зв'язок існує між розрахованим характеристичним фактором (CF) нафти та її діелектричною проникністю?

4) Що зумовлює величину діелектричної проникності не підготовленої (вихідної) нафти?

5) В тексті дисертації присутні граматичні помилки та стилістичні недосконалості.

Слід відмітити, що зазначені вище недоліки та зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової і практичної цінності.

9. Висновки.

Представлена дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково-обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка має важливе значення для галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія». Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

З огляду на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх новизну та практичну цінність, повноту викладення матеріалу в наукових публікаціях, відсутністю порушення академічної доброчесності, вважаю, що дисертація здобувача Абдель Сатер Набіля «Удосконалення технології переробки нафти з урахуванням її електрофізичних властивостей» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія», повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Абдель Сатер Набіль, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

Рецензент – професор кафедри технологій
переробки нафти, газу та твердого палива
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
к.т.н., доцент

Ірина СІНКЕВИЧ

Підпис Ірина Сінкевич
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
"08" 01 2024 р.



ЗАЙЦЕВ Ю.І.