

## ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., професора Целіщева Олексія Борисовича  
на дисертаційну роботу **НАБІЛЬ АБДЕЛЬ САТЕР**  
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ НАФТИ З**  
**УРАХУВАННЯМ ЇЇ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ»**,  
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

### **Актуальність теми.**

Переробка нафти відноситься до основних виробництв сучасної індустрії. Обсяги споживання нафти сучасними економіками світу вже перевищив 100 млн. барелів/доба та продовжує зростати. Не зважаючи на перманентні коливання ціни на нафту в короткострокові періоди, в цілому спостерігається постійне зростання її вартості в довгострокових періодах. Основні задачі, які стоять перед науковцями, інженерами-проектувальниками та науковцями, це збільшення глибини переробки сирової нафти в товарні продукти, зменшення споживання енергії на виробництво, дотримання сучасних екологічних стандартів.

Вартість будівництва сучасного потужного нафтопереробного заводу складає мільярди доларів. В умовах, в яких сьогодні знаходиться Україна, будівництво сучасного потужного НПЗ майже нездійснена задача. Проте, в країні є шість потужних НПЗ та достатньо велика кількість міні- НПЗ. Вітчизняні виробництва мають застаріле обладнання та недосконалі системи управління виробництвом. Все це призводить до суттєвого збільшення собівартості переробки сирової нафти в Україні. Це, в свою чергу, що не дозволяє повноцінно конкурувати з закордонними постачальниками палива (Литва, Румунія тощо).

Нафтопереробні підприємства являють собою складний комплекс технологічного обладнання, який характеризується великою кількістю складних взаємних зв'язків. Керувати такими підприємствами в ручну, використовуючи при цьому лише експертний досвід технологічного персоналу, забезпечивши при цьому необхідну якість продукції, її мінімальну собівартість та максимальний обсяг випуску виробництва, майже неможливо. Отже на перший план виходять роботи

щодо вдосконалення вже існуючого обладнання, наприклад, шляхом створення сучасних систем управління технологічними процесами на базі керуючих обчислювальних комплексів. Це дозволяє використовувати математичні моделі технологічних об'єктів та процесів, запропонувати критерії оптимальності.

Отже робота Набіль А.С.«Удосконалення технології переробки нафти з урахуванням її електрофізичних властивостей» є актуальною.

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.

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.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі «Технології переробки нафти, газу та твердого палива» Національного технічного університету «ХП», 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.

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

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Набіль А.С. в достатній мірі обґрунтовані як з наукового та і з технічного погляду. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на методах критичного та системного аналізу, обробка експериментальних даних проводилася з використанням STATISTICA 10 відStatSoft. Проведення експериментальних досліджень для визначення фізико-хімічних та електричних показників палива проходило згідно з ASTM, ISO, ДСТУ.

**Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність отриманих теоретичних результатів підтверджується результатами проведених експериментальних досліджень. Нові наукові результати

застосовані при розробки рекомендацій щодо виробництва моторних палив на українських нафтопереробних підприємствах.

**До основних наукових результатів дисертації слід віднести:**

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість застосування вторинної полімерної сировини, зокрема поліетилену високої густини (HDPE) та поліпропілену (PP) в технології виробництва моторних палив, з високим рівнем фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей.

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  $\epsilon$  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  $\epsilon = 2,28$ ; 10

- 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  $\epsilon$ , густини ( $\rho$  20, кг/м<sup>3</sup> ) і кінематичної в'язкості ( $\nu$  20 , мм<sup>2</sup> /с) для здійснення оперативного контролю глибини вилучення (X, %) дистильтних 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  $\epsilon$ .

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання**

для технології палива полягає в наступному:

- запропоновано конструкцію двосекційного датчику для вимірювання величини  $\epsilon$ , 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  $\epsilon$  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, її корекції та дозволяє здійснювати оперативний контроль технологічного процесу на всіх ділянках установки первинної переробки нафти;

- результати, отримані при виконанні дисертаційної роботи впроваджені в виробничій процес на нафтопереробних підприємствах ТОВ «ХімконсалтингТрейд» (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».

### **Повнота викладення результатів в опублікованих працях.**

Основні матеріали дисертаційної роботи представлені у 16 друкованих працях, у тому числі 6 статтях у фахових наукових журналах, 3 з яких у виданнях, що входять до міжнародної науково-метричної бази SCOPUS та у 10 матеріалах конференцій. Усі публікації містять результати роботи автора на окремих етапах виконання дисертаційної роботи та відображають основні її положення і висновки.

Участь здобувача у роботах, що опубліковано у співавторстві, зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії.

### **Оцінка вмісту дисертаційної роботи.**

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації складає 173 сторінки, з них: 44 рисунок по тексту; 7 рисунків на 3 окремих сторінках; 13 таблиць по тексту; список використаних джерел зі 170 найменувань на 20 сторінках; 6 додатків на 15 сторінках.

У 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  $\epsilon$ . 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 4 лабораторного обладнання та методів, які використовувались під час проведення цих досліджень та обробки отриманих експериментальних даних.

У третьому розділі обґрунтовано вплив на величину параметру  $\epsilon$  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  $\varepsilon$  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 (КП), який включає в себе визначення параметру  $\varepsilon$  та додатково кінематичної в'язкості і коксівності за Конрадсоном.

В четвертому розділі було встановлено, що показник  $\varepsilon$  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/дм<sup>3</sup> NaCl – це збільшення складає 0,2; при вмісті 1 % води з 300 мг/дм<sup>3</sup> NaCl – це збільшення складає 0,3; при вмісті 1% води з 900 мг/дм<sup>3</sup> NaCl – це збільшення складає 0,43) величини показника  $\varepsilon$  нафтової сировини. Експериментально підтверджено, що в залежності від значень КП нафту можна класифікувати наступним чином: при  $КП < 1,50$ , сировина відноситься до 0 типу; при  $1,50 \leq КП < 5,50$ , сировина відноситься до 1, 2 типу; при  $1,50 \leq КП < 11,00$ , сировина відноситься до 3 типу; при  $КП > 11,00$ , сировина відноситься до 4 типу. Експериментально доведено, що оперативний контроль глибини вилучення (X, %) дистильованих фракцій при ректифікації нафтової сировини можливо здійснювати за значенням показника  $\varepsilon$  та таких фізико-хімічних показників як  $\rho_{20}$  і  $\nu_{20}$ . 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  $\varepsilon_{\Sigma}$  отриманої суміші.

В п'ятому розділі, в залежності від значень КП, 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 (хд., кг/кг), тривалістю процесу підготовки ( $\tau$ , год); температурою в колоні ( $t$ , °C), тиском в колоні ( $P$ , МПа), кількістю флегми ( $W_{фл.}$ , кг/кг), швидкістю парів ( $u$ , м/с); кількістю компонентів ( $X_{к.}$ , %) і присадок ( $X_{п.}$ , %) в суміші) товарного палива та показником  $\varepsilon$ , 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  $\varepsilon$  нафтової сировини в потоці досягається схемою 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. 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 до розділів та до роботи сформульовано чітко та відповідають поставленим меті та задачам, а також змісту розділів та дисертації.

Список використаних джерел, якій складається з 170 найменувань, є достатньо повним та включає в себе вітчизняні та закордонні видання.

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 висвітлено основні наукові результати роботи, не виявлено.

Усі результати, що виносяться автором на захист, отримано самостійно та відображено в опублікованих роботах. У роботах, що опубліковано у співавторстві, Набіль А.С. належать тільки ті ідеї, положення та розрахунки, що отримано їм самостійно.

### **Зауваження до роботи.**

1. Мету роботи сформульовано незрозуміло. На мій погляд, не може бути метою технічної роботи «...вирішення важливої науково-практичної задачі, яка пов'язана з удосконаленням процесу первинної переробки нафти...». Має бути, наприклад, «... підвищити ступінь первинної очистки нафти за рахунок корекції технологічного процесу за показником відносної діелектричної проникності сировини ...»

2. Що таке метод критичного аналізу? Як Ви його використали?

3. Відсутні патенти на корисну модель або патенти на запропонований в роботі прилад. Це ставить під сумнів новизну конструкції приладу.

4. В розділі 1 розглянуто методи попередньої обробки нафти, види хімічних реагентів, що використовуються в процесах первинної переробки нафти, проаналізовано показники якості нафти. Але зі сказаного не випливає, що врахування саме діелькометричної проникності сировини дозволить покращити якість підготовки сировини.

5. В роботі проаналізовано вплив зміни складових нафти на значення показника діелектричної проникності сировини. Але при дослідженні впливу глибини вилучення дистиляційних фракцій нафти на діелектричну проникність (рис. 4.12) зміна параметра є настільки незначною, що вона співставна із заявленою похибкою запропонованого приладу в 3%.

6. Як було визначено похибку вимірювання запропонованого приладу?

7. Запропонований прилад не є селективним. Тому вважаю, що результат вимірювання діелькометричної проникності слід було б використовувати разом із іншими залежностями, наприклад, в'язкості від вмісту складових фракції тощо. Це

дозволили б створити систему рівнянь, яку можна було б використати для визначення концентрацій складових нафти.

8. Назву Розділу 5 краще було б сформулювати, наприклад, як «Розробка системи контролю якості сировини на основі приладів вимірювання діелькометричної проникності нафти».

9. Рис. 5.7., 5.9., 5.10 фактично є спробою показати функціональні схеми автоматизації блоку підготовки нафти. Проте виконана вона не у відповідності до стандарту ДСТ 21.404-85.

10. В роботі фактично запропоновано для керування технологічним процесом підготовки нафти використати систему керування з моделлю. Але фактично, ця модель в роботі так і не наведена. Треба було б навести систему рівнянь, одним з яких є математична модель діелькометричного вимірювального перетворювача. Розв'язок цієї системи і був би моделлю, за якою відбувається керування процесом. Сподіваюсь, що у подальших дослідженнях здобувач піде саме цим шляхом.

11. Яким чином вимірювалося октанове число? Яка похибка вимірювання?

12. Висновки п.3. Стверджується на за показами діелькометричної проникності нафти можна запропонувати, альтернативну до хімічної, класифікацію нафти. Проте метод не є селективним. Не можливо сказати за рахунок чого збільшується показник діелектричної проникності нафти (за рахунок збільшення вмісту нафти, солі, спирту тощо).

13. В розділі 4 при аналізі експериментальних даних незрозуміло яким був об'єм виборки. Чи є вона репрезентативною? Як побудовано залежності, що наведено на в Розділі 4? Де експериментальні точки?

#### **Загальні зауваження.**

Робота має бути написана від першої особи однини. В роботі багато разів зустрічається вислови «ми зробили...», «... здобувач запропонував ...» тощо.

На рисунках до Розділу 4 та 5 що відображають різноманітні залежності, не вказано напрям вісей, розмірності величин вказані не за стандартом.

Мають місце граматичні помилки, «русізми» та неточності.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота НАБІЛЬ Абдель Сатер «Удосконалення технології переробки нафти з урахуванням її електрофізичних властивостей» за своїм змістом відповідає спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв’язує важливу науково-практичну задачу – удосконалення 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..

Подана дисертаційна робота «Удосконалення технології переробки нафти з урахуванням її електрофізичних властивостей» Набіль А.С. відповідає спеціальності 161 – хімічні технології та інженерія, відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6 – 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 НАБІЛЬ Абдель Сатер заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент

Проректор з наукової роботи

Східноукраїнського національного

Університету імені Володимира Даля

доктор техн. наук, професор



Олексій ЦЕЛІЩЕВ

28.12.2023 р.