

## ВІДГУК

опонента на дисертацію Бурачка Олександра Володимировича  
**«Підвищення ефективності вилучення вуглеводнів на різних стадіях  
розробки газоконденсатних родовищ»**, подану на здобуття ступеня  
доктора філософії за спеціальністю 185 – Нафтогазова інженерія та  
технології з галузі знань 18 – Виробництво та технології

**Актуальність теми.** За умов неухильного скорочення підготованих традиційних пошукових об'єктів в Україні нарощування ресурсної бази вуглеводневої сировини можливе, насамперед, за рахунок сповільнення природних темпів падіння видобутку вуглеводнів як пріоритетного завдання нафтогазової галузі держави. Більшість газоконденсатних родовищ переходять чи вже перебувають на завершальній стадії розробки. На жаль, розробка родовища на виснаження призводить до швидкого виснаження пластової енергії та істотних втрат цінних рідких вуглеводнів, що, в свою чергу, негативно впливає на кінцеві коефіцієнти газо- і конденсатовилучення. Тому лише впровадження систем підтримання пластового тиску та використання раціональних методів впливу на сконденсовані рідкі вуглеводні може забезпечити не лише тимчасове призупинення, але й в довготривалій перспективі значне збільшення видобутку газу і конденсату та ефективний приріст запасів вуглеводнів як вагомої передумови енергетичної незалежності.

**Загальна характеристика роботи.** Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 265 найменувань і додатків. Текст роботи викладено на 247 сторінках, містить 106 рисунків і 65 таблиць.

В дисертаційній роботі досліджено проблеми та технології підвищення вуглеводневилучення та встановлення оптимальних методів дії на газоконденсатні поклади в залежності від стадії розробки на виснаження.

Результати опубліковано в 31 науковій праці, серед яких 15 статей, зокрема 12 – у наукових фахових виданнях (з них 1 – у журналі, що індексується у наукометричній базі даних Scopus), і 16 друкованих матеріалів

доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях (з них 6 – індексуються в наукометричній базі даних Scopus).

У **вступі** наведено загальну характеристика роботи, обґрунтовано актуальність теми, її зв'язок із загальнодержавними планами, зазначено мету і завдання, наукову новизну, практичну цінність та особистий вклад автора.

В **першому розділі** оглянуто сучасний стан досліджень з підвищення вуглеводневилучення з газоконденсатних родовищ, зокрема детально проаналізовано вітчизняні і зарубіжні публікації, присвячені проблемам та технологіям розробки газоконденсатних родовищ, методам підвищення газо- і конденсатовилучення, наведено приклади їхнього дослідного та промислового застосування.

У **другому розділі** обґрунтовано сучасний підхід до вирішення проблеми, що ґрунтується на використанні геолого-технологічних моделей і проведенні чисельних експериментів, а саме: математичну модель багатофазної фільтрації, яка використана у програмі для гідродинамічних розрахунків, наведено основні кроки побудови геолого-технологічних моделей та методів чисельного розв'язку систем диференціальних рівнянь задачі фільтрації. Описано принцип розв'язку оптимізаційної задачі і пошуку оптимального значення функції за наявності геологічних невизначеностей.

У **третьому розділі** детально розглянуто основні проблеми створення якісних геолого-технологічних моделей родовищ нафти і газу. Значну увагу присвячено аналізу обмеженості та якості необхідної вхідної інформації. Обґрунтовано перевагу багатоваріантного рівноймовірнісного моделювання над одноваріантним детерміністичним. Вжито новий метод для вибору репрезентативної геологічної реалізації з використанням фільтраційних експериментів для різних граничних умов. Методику апробовано і впроваджено на одному з родовищ ДДЗ. Обговорено проблеми побудови PVT-моделей пластових флюїдів для газоконденсатних сумішей. Розроблено нову методику побудови PVT-моделей та метод швидкої перевірки якості відтворення рівняння стану, що ґрунтується на використанні однокоміркової

гідродинамічної моделі. Наведено результати дослідження з використання спрощеного підходу до опису фазової поведінки газоконденсатних систем на основі моделі «чорної нафти» із доведенням її ефективності при моделюванні розробки газоконденсатних покладів на виснаження.

В четвертому розділі обговорено матеріали комплексних досліджень проблем підвищення ефективності вуглеводневилучення з газоконденсатних родовищ на різних стадіях розробки. Наведено результати та виконано їхній детальний аналіз з проблем використання різних методів підвищення вуглеводневилучення з газоконденсатних покладів за різного початкового ступеня виснаження та різного початкового вмісту конденсату в пластовому газі. Серед методів розглянуто заводнення, використання вуглеводневих і не вуглеводневих газів та їхнє поєднання, нагнітання хімічних витіснювальних агентів. Порівняння ефективності здійснено за технологічною (додатковим видобутком конденсату) і економічною (чистою теперішньою вартістю) ефективністю. За результатами досліджень рекомендовано використання діоксиду вуглецю та вуглеводневих розчинників. Додатково досліджено синергетичний ефект від нагнітання  $\text{CO}_2$  у виснажений газоконденсатний поклад та його геологічного захоронення, та виконано оптимізаційні розрахунки з використання ПАР, полімерів та лугів для витіснення сконденсованих вуглеводнів. Отримані результати дозволяють приймати практичні рішення з вибору оптимальної технології підвищення вуглеводневилучення та швидко оцінити потенційний додатковий видобуток.

#### **Наукові новації і практична цінність.**

1. Запропоновано новий спосіб вибору репрезентативної реалізації із набору рівноймовірнісних геологічних моделей, що сприяє істотному зменшенню часу на відтворення розробки під час гідродинамічних розрахунків.

2. Розроблено нову методику побудови PVT-моделей газоконденсатних пластових систем за умови наявної обмеженої вхідної інформації та спосіб швидкої перевірки її якості.



3. Досліджено та підтверджено доцільність використання спрощеної PVT-моделі (чорної нафти») для моделювання газоконденсатних покладів при розробці на виснаження.

4. Встановлено рекомендовані методи підвищення вуглеводневилучення залежно від стадії розробки і початкового потенційного вмісту конденсату в пластовому газі на основі комплексного порівняння різних методів окремо за технологічною та економічною ефективністю.

5. Вперше виконано оптимізацію витіснення сконденсованих вуглеводнів хімічними агентами, що підтвердило ефективність використання полімерів.

**Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій** дисертації забезпечується значними обсягами первинної геологічної, гідродинамічної та промислової інформації, опрацьованої методами математичної статистики, чисельних методів «навчання» та оптимізації в рамках найсучасніших програмних продуктів. Апробація результатів на міжнародних наукових конференціях і опублікування 31 наукової праці, зокрема й у міжнародних наукометричних базах, підтверджує наукову новизну і належну обґрунтованість отриманих даних, а також повне ознайомлення наукової спільноти з основними положеннями дисертації. Всі отримані автором наукові результати достатньо обґрунтовані та підтверджуються теоретичними та аналітичними дослідженнями.

#### **Зауваження.**

1. Рекомендовано більш детально описати практичне застосування тої чи іншої рекомендованої технології.

2. З роботи не зовсім зрозуміло, які саме типи хімічних агентів використовувалися для розрахунків з витіснення конденсату та не наведено їхні фізичні властивості.

3. Доцільно провести статистичне опрацювання експериментів, наприклад, на графіках із додатковим видобутком конденсату вартувало б відобразити лінію тренду та вивести коефіцієнт кореляції.

4. Доцільно навести приклади родовищ для першочергового впровадження рекомендованих технологій підвищення конденсатовилучення.

5. Не зрозуміло, про яку PVT інформацію ведеться мова, коли автор на стор. 70 вказує, що «Більшість покладів відкрито між 1970 та 1980 роками, а тому мають значні обмеження в якості і кількості PVT інформації». Це пластовий тиск і температура? Який об'єм мається на увазі?

6. Автором запропоновано використання методики для конкретного родовища з невизначеностями у складі. Проте, найкращим підтвердженням її ефективності було б порівняння з поведінкою модельної суміші, складеної з наперед відомої кількості чистих компонентів.

7. Сприйняття дисертації дещо ускладнюється поданням частини таблиць і рисунків у додатках після тексту дисертації, тим паче, що на обсяг праці це не впливає.

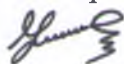
#### **Висновок.**

Висловлені зауваження не впливають на загальну високу оцінку наукових новацій і не піддають сумніву основні наукові висновки дисертації О. В. Бурачка. Робота ґрунтується на особисто отриманих оригінальних теоретичних і експериментальних даних, належно проілюстрованих і проінтерпретованих Її основні наукові результати, положення і висновки повністю висвітлено у наукових фахових виданнях, зокрема тих, які включено до міжнародних наукометричних баз. Результати апробовано на міжнародних наукових конференціях.

У підсумку вважаю, що дисертаційна робота О. В. Бурачка є самостійною завершеною науковою працею, в якій вирішене конкретне наукове завдання з вдосконалення технологій розробки та підвищення ефективності вуглеводневилучення з газоконденсатних родовищ на різних стадіях розробки, характеризується науковою новизною і практичною цінністю, опубліковані наукові праці повністю відображають суть роботи, яка вписується у рамки спеціальності 185 – нафтогазова інженерія та технології.

Отже, дисертація О. В. Бурачка на тему «Підвищення ефективності вилучення вуглеводнів на різних стадіях розробки газоконденсатних родовищ» відповідає вимогам Міністерства науки і освіти України до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор – Олександр Володимирович Бурачок – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 185 – Нафтогазова інженерія та технології з галузі знань 18 – Виробництво та технології.

Доктор геологічних наук, професор,  
завідувач відділу геохімії глибинних флюїдів  
Інституту геології і геохімії горючих копалин  
НАН України



I. М. Наумко

Власноручність підпису І. М. Наумка засвідчую:  
Вчений секретар ІГГК НАН України,  
кандидат геологічних наук



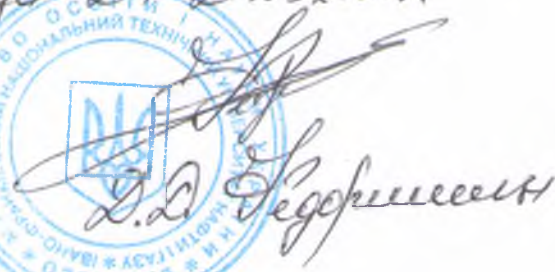
М. Б. Яковенко



Відгук надійшов до спеціалізованої Вченої  
ради ДФ 20.052.019

18.06.21

Голова спеціалізованої Вченої  
ради ДФ 20.052.019.



G. D. Федорущенко