

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Бурачка Олександра Володимировича на тему **«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.** Зважаючи на стратегічну мету України стати енергонезалежною від імпорту енергоносіїв, особливо нафти і газу, дослідження проблем нарощування власного видобутку вуглеводнів є надзвичайно актуальною. Значна частина газоконденсатних родовищ суттєво виснажена і переходить на завершальну стадію розробки. Внаслідок зниження пластових тисків до 60% цінних рідких вуглеводнів залишається у пласті внаслідок конденсації і не може бути видобута традиційними методами. Вибір та впровадження оптимальних методів вторинного видобутку та підвищення конденсатовилучення, дозволять раціонально розробляти надра та сповільнити природні темпи падіння видобутку.

**Загальна характеристика роботи.** Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку з 265 використаних джерел і додатків. Текст роботи викладено на 247 сторінках машинопису, 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 роботи опубліковано в 31 науковій праці, серед яких 12 статей у фахових наукових виданнях (з них 1 у журналі, що індексується у наукометричній базі даних Scopus) та 16 публікацій матеріалів доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях (з них 6 індексуються в наукометричній базі даних Scopus).

**Вступ** містить загальну характеристика роботи із обґрунтуванням актуальності теми, мету і задачі дослідження, наукову новизну, практичну цінність і особистий вклад автора.

У **першому розділі** наведено результати аналізу публікацій у вітчизняних і зарубіжних виданнях, що присвячені проблемам та технологіям розробки газоконденсатних родовищ, методам підвищення газо- та конденсатовилучення та наведено приклади їх застосування у пілотних і промислових проектах. Сформульовано мету та основні задачі досліджень.

**Другий розділ** присвячено опису та дослідженню чисельних методів для проведення експериментів з фільтрації вуглеводнів. Автором охарактеризовано математичну модель багатофазної тривимірної фільтрації, яку реалізовано в програмі гідродинамічного моделювання, наведено основні кроки побудови геолого-технологічних моделей, та розглянуто методи чисельного розв'язку системи диференціальних рівнянь багатофазної фільтрації. Okремо розглянуто методи пошуку оптимального розв'язку задач підвищення вуглеводневилучення за умови наявності геологічних невизначеностей у розподілі петрофізичних властивостей порід-колекторів.

У **третьому розділі** виконано детальний аналіз основних проблем створення геолого-технологічних моделей родовищ нафти і газу, особливо за умови обмеженості та незадовільної якості вхідних даних. Обґрунтовано перевагу використання багато-варіантного стохастичного моделювання розповсюдження властивостей по об'єму покладу у порівнянні з детерміністичним для якісного врахування невизначеностей у вхідних даних із подальшим вибором репрезентативної реалізації на основі фільтраційних експериментів методом ліній течії. Розроблено новий метод побудови PVT-моделей для газоконденсатних сумішей та запропоновано методіку для швидкої перевірки її якості, що ґрунтується на використанні матеріального балансу в гідродинамічній моделі з однією коміркою. Досліджено можливість використання спрощеного підходу до описання фазових перетворень газоконденсатних систем під час розробки на виснаження шляхом порівняння результатів розрахунків для різного потенційного вмісту конденсату із результатами композиційної моделі.

В **четвертому розділі** наведено комплексні результати розрахунків ефективності різних методів підвищення вуглеводневилучення з газоконденсатних родовищ, які перебувають на різних стадіях виснаження, за умови різної компенсації відборів агентами нагнітання та різного потенційного вмісту конденсату у пластовому газі. Розрахунки виконувалися для нагнітання води, вуглеводневих, неуглеводневих газів та їх комбінацій, хімічних агентів витіснення (ПАР, полімери, луґи та їх поєднання). Визначення рекомендованого методу впливу здійснювалося окремо за технологічною (додатковий видобуток конденсату) та економічною (NPV) ефективністю. Через важливість зменшення викидів парникових газів, виконано розрахунки із використання CO<sub>2</sub> для витіснення випавного конденсату та його одночасного геологічного захоронення. Наведено результати оптимізаційних розрахунків з підбору параметрів нагнітання та концентрацій під час витіснення конденсату хімічними

агентами. Результати проведених досліджень дають змогу швидко підібрати раціональний метод дії на газоконденсатний поклад в залежності від стадії розробки і властивостей пластового флюїду та оцінити можливий додатковий видобуток конденсату.

### **Наукова новизна і практична цінність**

1. Запропоновано новий метод для визначення геологічної реалізації з набору стохастичних моделей з однаковим ймовірностями, що максимально швидко дозволяє відтворити історію розробки в процесі гідродинамічних розрахунків.

2. Створено нову методику для побудови PVT-моделей та опису фазової поведінки газоконденсатних сумішей, у випадку обмеженості або відсутності необхідної вхідної інформації.

3. Вперше виконано порівняльні розрахунки між спрощеним способом задання PVT властивостей газоконденсатних систем та повноцінною композиційною моделлю для флюїдів із різним потенційним вмістом конденсату та доведено можливість використання спрощеного способу для інженерних гідродинамічних розрахунків.

4. Вперше визначено оптимальні та раціональні способи дії на газоконденсатні поклади з метою підвищення конденсатовилучення окремо за технологічною та економічною ефективністю. Розрахунки виконано з використанням моделі неоднорідного покладу для різних агентів нагнітання, для різних початкових ступенів виснаження та компенсації відборів нагнітанням.

5. Виконано розрахунки з ефективності геологічного захоронення діоксиду вуглецю у виснаженому газоконденсатному покладі у поєднанні з підвищенням конденсатовилучення.

6. Визначено рекомендований метод витіснення випавшого у пласті конденсату хімічними агентами за результатами оптимізаційних розрахунків.

Результати дисертаційної роботи повністю відображено у 31 опублікованій науковій праці.

### **Зауваження по роботі.**

1. Доцільно провести практичний аналіз можливостей впровадження того чи іншого методу підвищення вуглеводневилучення з газоконденсатних покладів України.

2. В роботі використовувалися різні підходи до опису фазових перетворень із використанням спрощеної моделі «чорної нафти» та детальної композиційної, доцільно більш детально описати, коли саме необхідно використовувати ту чи іншу модель.

3. Під час економічних розрахунків не враховано технологічні витрати на боротьбу з ускладненнями, які виникатимуть під час використання корозійноактивних агентів витіснення, таких як діоксид вуглецю.

4. Доцільно було б розглянути можливість зменшення обсягу дисертаційної роботи і скорочення графічного матеріалу.

### Висновок

Дисертаційна робота Бурачка Олександра Володимировича на тему «Підвищення ефективності вилучення вуглеводнів на різних стадіях розробки газоконденсатних родовищ», є закінченою науковою працею, характеризується значною науковою новизною і практичною цінністю результатів, опубліковані наукові праці повністю відображають суть роботи, яка відповідає спеціальності 185 – нафтогазова інженерія та технології. Рекомендую дисертаційну роботу до захисту на спеціалізованій Вченій раді.

Майстер з добування нафти,  
газу та газового конденсату  
Пасічнянського ЦВНГК ГПУ  
«Львівгазвидобування»  
АТ «Укргазвидобування»  
к.т.н., доц.



Угриновський А.В.

*Відгук надіслав до спеціалізованої Вченої ради ДФ 20.052.019*

*09.06.21  
Голова спеціалізованої Вченої ради  
ДФ-20.052.019*



*22. Федоренко*