

## **ВІДГУК**

**офіційного опонента на дисертаційну роботу Гедзик Назарія Миколайовича «Удосконалення технології підвищення газовилучення з родовищ із низькопроникними теригенними колекторами»,** представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.06 – Розробка нафтових і газових родовищ

### **Актуальність теми дисертації**

Енергетична незалежність України є важливою складовою економічного розвитку країни. А тому забезпечення збільшення видобутку вуглеводневого газу з власних родовищ є серйозною проблемою через виснаженість відомих газових та газоконденсатних родовищ. Освоєння нетрадиційних родовищ природних газів дозволить вирішити вказану проблему. Особливості таких родовищ, такі як наявність низькопористих низькопроникних колекторів, невисокі початкові дебіти газових свердловин, низькі коефіцієнти газовилучення тощо, вимагають наукового вирішення щодо пошуку ефективних технологій їх експлуатації перед початком освоєння таких нетрадиційних родовищ.

Тому актуальною є головна мета роботи - вдосконалення технології підвищення газовилучення з родовищ із низькопроникними теригенними колекторами шляхом підвищення фільтраційних характеристик пластів-колекторів, охоплення пластів дренаванням та інтенсифікацією десорбції природного газу з поверхні порових каналів.

Відповідно до мети дисертаційної роботи сформульована класична послідовність задач, починаючи з розроблення установки для досліджень адсорбційно-десорбційних процесів, здійснення лабораторних досліджень щодо вивчення закономірностей цих процесів в ущільнених пісковиках та інтенсифікації десорбції природного газу з поверхні породи шляхом нагнітання неуглеводневих газоподібних заміщувальних агентів, оптимізацією систем розробки родовищ різнопрофільними свердловинами з

поінтервальними ГРП та завершуючи розробленням методик прогнозування технологічних показників розробки таких нетраційних родовищ газу.

Підтвердженням актуальності виконаної роботи є її взаємозв'язок з науковими програмами МОН України (виконання договору за державним замовленням – Д-7-15-П).

### **Ступінь достовірності та обґрунтування основних наукових висновків та результатів дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Гедзик Н.М. складається зі вступу, п'яти розділів, та висновків. Робота містить 69 рисунків, 13 таблиць, 104 посилань на інформаційні джерела (всього 152 сторінки машинописного тексту).

**У першому розділі** проведений короткий огляд досліджень з інтенсифікації видобування газу з родовищ з низькопористими низькопроникними колекторами. Детально проаналізовано особливості розробки нетрадиційних родовищ природних газів з ущільненими колекторами, методи інтенсифікації роботи горизонтальних свердловин шляхом проведення поінтервальних ГРП на її горизонтальній ділянці та методи інтенсифікації процесу десорбції природного газу з поверхні порових каналів. Проведений аналіз автор використовує для постановки задач досліджень.

*Зауваження до цього розділу наступні:*

*1) доцільним було б виділення огляду по методам інтенсифікації процесу десорбції природного газу в окремий підрозділ, оскільки він є суттєво відмінним від методів ГРП;*

**У другому розділі** наведені експериментальні дослідження адсорбційно-десорбційних процесів у щільних пісковиках та вплив на ці процеси нагнітання неуглеводневих газоподібних заміщувальних агентів. З цією метою автором розроблено лабораторну установку для вивчення адсорбційно-десорбційних процесів та оцінено похибку, що може виникати

при її використанні. В ході експериментальних робіт встановлено залежність питомого об'єму адсорбованого газу від температури та проникності пласта, залежність десорбції вуглеводневого газу з поверхні породи при нагнітанні неуглеводневих газоподібних заміщувальних агентів, таких як азот та вуглекислий газ, при різних умовах розробки покладу. Це дозволило встановити наступні наукові результати: питомий об'єм адсорбованого газу зростає зі збільшенням тиску та зменшується зі збільшенням температури і проникності пласта за інших рівних умов; зі збільшенням проникності зменшується залежність питомого об'єму адсорбованого газу від температури; максимальний приріст коефіцієнту газовилучення досягається при нагнітанні азоту з тиском  $0,8P_{\text{поч}}$  при частковій або повній компенсації відбору; максимальний приріст коефіцієнту газовилучення досягається при нагнітанні діоксиду вуглецю з тиском  $0,8P_{\text{поч}}$  при підвищеній компенсації відбору та з тиском  $0,6P_{\text{поч}}$  при повній компенсації відбору; використання діоксиду вуглецю є більш ефективним з точки зору десорбції вуглеводного газу, ніж азоту; зростання коефіцієнту газовилучення зі збільшенням тиску запомповування діоксиду вуглецю. Отримані результати є новими і найбільш цінними в даній роботі. Проведений комплекс робіт та опрацювання результатів досліджень дозволило автору встановити емпіричну залежність питомого об'єму адсорбованого газу залежно від проникності пласта та термобаричних умов, яка дозволяє оперативно підраховувати об'єм адсорбованого газу в родовищі в діапазоні зміни тиску  $0,1-15$  МПа, температури  $20-60^{\circ}\text{C}$  та проникності колектора  $9,7-93 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

*Зауваження до цього розділу наступні:*

- 1. На принциповій схемі установки (стор. 40) та описі її роботи (стор. 41) використовуються різні терміни (вентиль та кран, газовий лічильник та рідинний витратомір);*
- 2. На стор.41 практичний опис проведення експерименту не відповідає принциповій схемі рисунку 2.1.*
- 3. Не приведено порівняння отриманих результатів лабораторних*

досліджень адсорбційно-десорбційних процесів в щільних низькопористих низькопроникних породах з аналогічними дослідженнями, проведених для родовищ сланцевого газу та вугільного метану (про що заявлено автором у висновках до першого розділу на стор. 37).

**Третій розділ** присвячено теоретичним дослідженням з використанням 3D комп'ютерного гідродинамічного моделювання щодо оцінки оптимальних параметрів свердловин та тріщин ГРП у низькопроникних колекторах, виходячи з їх технологічної та економічної ефективності. За результатами теоретичних досліджень зроблені наступні висновки: для колекторів з проникністю більше  $1 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> оптимальна довжина горизонтального стовбура становить біля 1000 м; для колекторів з меншою проникністю залежність коефіцієнта газовилучення та чистого дисконтованого доходу від довжини горизонтального стовбура мають прямолінійний характер, що в реальних умовах визначає довжину горизонтального стовбура, виходячи з фінансових можливостей компанії та взаємного просторового розташування свердловин і меж самого родовища; оптимальна довжина поперечної тріщини ГРП практично не залежить від проникності пласта і становить 100-200 м; оптимальна відстань між тріщинами ГРП становить 25 м.

*Зауваження до цього розділу наступні:*

1. Відомості про генетичні алгоритми наведені в підрозділі 3.2 є зайвими, оскільки не несуть інформативного значення в контексті викладеної автором у третьому розділі роботи;

2. З підрозділу 3.2.2 не зрозуміло для якого за проникністю колектору визначена оптимальна відстань між тріщинами ГРП – 25 м.

У четвертому розділі наведено результати досліджень щодо оцінки впливу адсорбційно-десорбційних процесів на динаміку кривої зведеного пластового тиску від накопиченого видобутку газу. Експериментальним

шляхом встановлено, що залежність зведеного пластового тиску від накопиченого видобутку газу відхиляється від прямолінійної для умов родовищ із низькопроникними колекторами, при цьому відхилення починає проявлятися при зниженні тиску до 0,2 від початкового. Це дозволило уточнити рівняння матеріального балансу з врахуванням адсорбційно-десорбційних процесів в умовах розробки родовищ природних газів з низькопроникними колекторами на виснаження та при використанні неуглеводневих заміщувальних агентів та уточнити відповідні методики для прогнозування показників розробки.

*До недоліків цього розділу необхідно віднести:*

1. На стор. 119 не зовсім чітко обґрунтовано площу поширення заміщувального агенту при використанні горизонтальних нагнітальних свердловин.

У п'ятому розділі наведено рекомендації щодо практичного використання розроблених методів та технологій інтенсифікації десорбції вуглеводневих газів шляхом нагнітання неуглеводневих заміщувальних агентів. Враховуючи шляхи отримання азоту та діоксиду вуглецю більш практичним для використання на родовищах природних газів є методи з використанням азоту, хоча за технологічною ефективністю більш ефективним є діоксид вуглецю.

*До недоліків цього розділу необхідно віднести:*

- 1) відсутність патентів України на розроблені технології, методики та лабораторне устаткування.

### **Найбільш вагомні наукові результати**

До найбільш вагомних наукових положень отриманих автором дисертації слід віднести:

1) Вивчення адсорбційно-десорбційних процесів вуглеводневого газу та залежності цих процесів від таких чинників, як тиск, температура, проникність пласта. За результатами досліджень отримана емпірична залежність взаємозв'язку цих параметрів.

2) Експериментально обґрунтовано оптимальні значення тиску початку запомповування неуглеводневих заміщувальних агентів в ущільнені пісковики з метою інтенсифікації десорбції природного газу.

3) Встановлені фізичні закономірності перебігу адсорбційно-десорбційних процесів в ущільнених пісковиках при нагнітанні азоту та діоксиду вуглецю.

4) Встановлено вплив перебігу адсорбційно-десорбційних процесів на характер залежності зведеного середнього пластового тиску від накопиченого видобутку газу в умовах родовищ з ущільненими пісковиками, що вимагає їх врахування у рівнянні матеріального балансу для газового родовища з ущільненими пісковиками для умов газового режиму розробки.

Всі заявлені, в тому числі і автором роботи наукові результати в достатній ступені обґрунтовані і підтверджені лабораторними дослідженнями, і безумовно будуть корисні для дослідників в області видобування газу та газового конденсату.

### **Практичне значення дисертаційної роботи**

Практичне значення роботи полягає у розробленні:

1) технології інтенсифікації десорбції природного газу шляхом запомповування азоту через нагнітальні свердловини після зниження пластового тиску до 0,8 від початкового пластового тиску, при повній компенсації відбору закачкою з підтриманням постійного пластового тиску;

2) технології інтенсифікації десорбції природного газу шляхом запомповування діоксиду вуглецю через нагнітальні свердловини після зниження пластового тиску до 0,6 від початкового пластового тиску, при

повній компенсації відбору закачкою з підтриманням постійного пластового тиску;

3) методики вибору параметрів стовбура свердловини та тріщин ГРП залежно від проникності колектора виходячи з умов техніко-технологічної та економічної оптимізації з використанням методу генетичних алгоритмів;

4) методики розрахунку технологічних показників розробки нетрадиційних родовищ природних газів з низькопористими низькопроникними теригенними колекторами вертикальними та горизонтальними свердловинами;

5) результати проведених досліджень опубліковані в 13 наукових роботах, з яких чотири виконано самостійно.

Було б добре, щоби практична цінність отриманих результатів була підтверджена промисловими випробуваннями розроблених технологій. Однак, економічна ситуація в Україні та у світі в цілому, свідчить про те, що практична реалізація розроблених технологій реально відбудеться в недалекому майбутньому при її покращенні.

### **Зауваження до дисертації.**

Зауваження до дисертації наведені по тексту відгуку.

### **Загальний висновок**

В цілому дисертаційна робота Гедзика Назарія Миколайовича є закінченою науково-дослідною роботою, яка направлена на вирішення актуальної проблеми інтенсифікації десорбції вуглеводневого газу з поверхні породи як для умов відомих газових родовищ України, так і для нетрадиційних родовищ природних газів.

Дисертація має важливе наукове значення, що полягає в отриманні і систематизації ряду закономірностей вперше. Розроблені і удосконалені

автором технології інтенсифікації десорбції вуглеводневого газу шляхом запомповування неуглеводневих заміщувальних агентів можуть бути апробовані в майбутньому при покращенні економічної ситуації в світі.

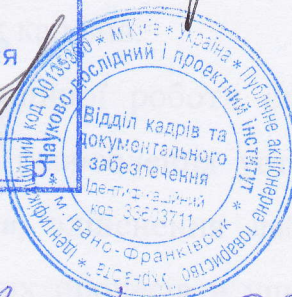
Опубліковані автором наукові праці повністю висвітлюють зміст основних положень дисертації. Зміст автореферату дисертації відповідає викладеному в ній матеріалу і висновкам.

Недоліки, вказані по тексту відгуку, не применшують позитивні якості дисертаційної роботи. Актуальність і новизна основних результатів, їх наукова і практична цінність дозволяє визначити подану до захисту роботу Гедзика Назарія Миколайовича такою, що повністю відповідає вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертацій. Її автор заслуговує присудження йому ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.06 – розробка нафтових і газових родовищ.

Офіційний опонент,  
начальник відділу нафтовіддачі та  
інтенсифікації видобутку нафти  
Науково-дослідного і проектного  
інституту ПАТ «Укрнафта»,  
кандидат технічних наук

Рудий С.М.

Підпис <u>Рудий С.М.</u>
<b>ЗАСВІДЧУЮ</b>
Начальник відділу кадрів та документального забезпечення НДПІ ПАТ "Укрнафта"
<u>Сидименко В.К.</u>
« 05 » 10 2016



Відгук надійшов в слес. Внесу рази 20.05.2016 06.10.2016р

Вчений секретар слес. Внесу рази /Ковбасова І.М./

Підпис(и) <u>Ковбасова І.М.</u>
посвідчую
Вчений секретар ІОНТУП
<u>С.В. Прохор</u>
06.10.2016 р.

