

## ВІДГУК

*офіційного опонента на дисертаційну роботу*

*Сінчук Алесі Михайлівни*

**“Моделювання фільтраційних процесів з урахуванням впливу тріщин гідророзриву чисельними методами квазіконформних відображень”**,  
*представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 - математичне моделювання та обчислювальні методи*

Потреба в інтенсифікації нафтовидобутку у структурно-неоднорідних, енергетично-виснажених, та високо-заводнених покладах зумовлює розвиток нових методів підвищення фільтраційно-ємнісних характеристик привибувальної зони свердловин, одним з яких є гідравлічні розриви пласта (ГРП). Питання ефективності впливу тріщин, утворених внаслідок ГРП, на фільтраційний потік, зокрема, швидкість видобутку нафти з пласта та її об'єм до моменту повного заводнення свердловин, повинно оцінюватись з урахуванням фільтраційних властивостей пласта, взаємного впливу їх кількості й розміщення. Тому **актуальність теми дисертації**, спрямованої на розвиток методів математичного моделювання гідродинамічних процесів розробки родовищ із застосуванням процедури ГРП, не викликає сумніву, оскільки це дозволить проводити аналіз та прогнозування вибору оптимального розміщення та розмірів тріщин на експлуатаційних свердловинах.

Підтвердженням актуальності теми дисертаційної роботи є і той факт, що вона виконана у відповідності з планами держбюджетних науково-дослідних робіт кафедри інформатики та прикладної математики Рівненського державного гуманітарного університету.

З аналізу змісту дисертації можна зробити висновок, що сформульовані автором на основі проведених розробок наукові положення достатньо обґрунтовані, оскільки базуються на фундаментальних співвідношеннях математичного моделювання, коректному використанні аналітичних та числових методів розв'язання задач. Зупинимось на основних результатах,

отриманих в дисертації, які визначають її **наукову новизну** та значимість.

А. М. Сінчук розробила нову методологію моделювання одно- та двофазної фільтрації у пористих нафтових пластах з урахуванням впливу тріщин гідророзриву та суміжних деформаційних процесів у присвердловинній зоні пласта. На базі запропонованих числових алгоритмів розв'язання сформульованих крайових задач створено програмні засоби комп'ютерної реалізації для розрахунку гідродинамічних та геометричних параметрів і характеристик досліджуваного процесу: гідродинамічних сіток, загальної фільтраційної витрати експлуатаційної свердловини, частки в ній витісненого флюїду, моментів часу прориву рідини, що витісняє нафту, до експлуатаційної свердловини та повного її заводнення, об'єму добутої на протязі визначеного часу нафти та об'єму, що залишається у пласті в довільний момент часу (зокрема, після припинення процесу витіснення), координат ділянки пласта, де залишається флюїд, критичних точок типу «призупинки» та значень квазі-потенціалу у них. Проведені обчислювальні експерименти дозволяють передбачити характеристики пластової систем за різних умов розміщення тріщин гідророзриву на експлуатаційних свердловинах.

Вперше розроблено та апробовано підхід до моделювання неізотермічного процесу витіснення в елементах площового заводнення шляхом збурення фільтраційної течії тріщинами ГРП. На основі методів квазіконформних відображень удосконалено метод прогнозування розміру вирв, утворених шляхом вибуху, що є підґрунтям можливого утворення тріщин розриву.

Узагальнено методологію розв'язання двовимірних крайових задач однофазної фільтрації у важкопроникних родовищах на випадок просторово-викривлених пластів із врахуванням тріщин гідророзриву та суміжних деформаційних процесів у присвердловинній зоні пласта, коли за умов квазістаціонарності фільтраційної течії досліджуваний процес описується модифікованим законом Дарсі.

**Достовірність** отриманих в дисертації результатів забезпечується строгою математичною постановкою розглянутих у роботі крайових задач та теоретично

обґрунтованими чисельними методами, застосованими для одержання їх розв'язків. Достовірність розроблених алгоритмів підтверджується для часткових випадків збігом розв'язків тестових задач з одержаними іншими дослідниками, а також узгодженістю з відомими даними фізичних експериментів та натурних спостережень. Робота апробована на низці наукових конференцій.

**Практична цінність.** Проведені у роботі дослідження дають можливість аналізувати нелінійні процеси витіснення в нафтових пластах з урахуванням місцеположення й кількості експлуатаційних та нагнітальних свердловин, розмірів та розміщення на них тріщин гідророзриву з метою формулювання пропозицій стосовно подальшої розробки родовищ, зокрема, уникнення формування так званих застійних зон та збільшення відбору нафти з урахуванням її залишку у пласті. Створений програмний комплекс реалізує розроблені в роботі алгоритми розрахунку впливу ГРП на фільтраційні характеристики процесу витіснення, що підтверджено актами впровадження..

**Основні результати дисертації** достатньо повно відображені в 13 статтях, з яких 9 у фахових наукових виданнях з технічних наук (зокрема, 1 опублікована без співавторів), 10 публікацій у матеріалах міжнародних та Всеукраїнських конференцій. Особистий внесок здобувача у спільних публікаціях відображено в дисертації і авторефераті. Основні наукові результати, що викладені в спільних публікаціях, отримані дисертантом самостійно.

Матеріали дисертації пройшли достатню апробацію, вони доповідались автором на наукових конференціях та семінарах. Автореферат правильно і з достатньою повнотою відображає основний зміст дисертації. Дисертаційна робота та автореферат написані державною мовою, оформлені у відповідності до вимог МОН України. Виклад матеріалу дисертації супроводжується всіма необхідними посиланнями в тексті роботи на першоджерела та запозичення з праць інших дослідників. Дисертація та автореферат викладені українською мовою, грамотно, чітко, послідовно, на високому професійному рівні. Основні наукові, практичні положення і результати коректно та логічно сформульовано і представлено у зрозумілій формі.

По дисертаційній роботі слід відзначити такі *зауваження*:

1. При математичному моделюванні однофазної фільтрації (другий розділ) не цілком зрозуміло припущення, чому нафта і вода можуть вважатись різнокольоровими рідинами.
2. Оскільки в роботі при побудові різницевої схеми гідродинамічної сітки з метою дослідження еволюції межі поділу рідин при однофазній фільтрації в горизонтальному пласті використано ітераційні алгоритми, які потребують вибору початкового наближення розміщення її вузлів, доцільно було б результати чисельних розрахунків підтвердити оцінкою збіжності та стійкості цих алгоритмів, а також окреслити межі їх застосовності.
3. Хоч в дисертаційній роботі здійснено апробацію майже всіх розроблених алгоритмів, на жаль, в авторефераті ці результати подані в описовій, а не графічній формі. Окрім цього, враховуючи актуальність теми дисертації, доцільно було б продемонструвати використання розроблених методів не тільки на тестових прикладах, але й при проектуванні хоча б окремих етапів роботи реальних родовищ.
4. В останньому розділі показано шляхи поширення розробленої методики на умови збурення присвердловинної зони пласта шляхом дії вибуху, урахування суміжних деформаційних дефектів, просторово викривлених пластів, в той же час не цілком ясно, чи попередні та перераховані в ньому задачі розглядають взаємозв'язано, чи окремо.
5. Виклад матеріалу дисертації проведено за принципом «від простішого до складнішого», що дозволяє краще зрозуміти основні ідеї запропонованого підходу та його реалізацію, однак здобувач не уникала при цьому повторів деякого матеріалу, зокрема, на с. 72 варто було послатись на аналогічний текст другого розділу, на с. 66 та с. 77 продубльовано рівняння і формули, на с. 90 знову описано введення безрозмірних змінних. Окрім цього, робота має деякі стилістичні та орфографічні огріхи, зокрема, на с. 40 неякісний графік, не описано деякі використані змінні (с.

30, 37-39), на с. 88 комп'ютерне моделювання названо експериментальним дослідженням (останнє поняття переважно відносять до натурних експериментів, які в роботі не виконувались).

Вищенаведені зауваження не ставлять під сумнів значимість головних положень роботи і не знижують загальної позитивної оцінки дисертації.

**Висновок.** Дисертація Сінчук А.М. “Моделювання фільтраційних процесів з урахуванням впливу тріщин гідророзриву чисельними методами квазіконформних відображень” є оригінальною і завершеною науково-дослідною роботою, в якій розв'язано важливе науково-технічне завдання математичного моделювання процесів витіснення в нафтогазових пластах за умов збурення фільтраційної течії тріщинами гідравлічного розриву.

За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, теоретичною і практичною цінністю отриманих результатів дана дисертаційна робота повністю відповідає вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, а її автор Сінчук Алеся Михайлівна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за цією спеціальністю.

Доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник  
Карпатського відділення Інституту геофізики  
ім. С.І. Субботіна НАН України  
“16”\_червня\_2015 р.

Л.М. Журавчак

Підпис Л.М. Журавчак засвідчую  
Вчений секретар Карпатського відділення  
Інституту геофізики ім. С.І. Суботіна НАН України  
к. ф.-м. н.

О.Я. Сапужак