

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Гладкої Олени Миколаївни** „**Моделювання нелінійних фільтраційних процесів у техногенно-деформованих пластах методами комплексного аналізу та сумарних зображень**”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертаційної роботи

Тема дисертаційної роботи Гладкої О.М. присвячена побудові нових математично-комп'ютерних моделей та відповідно нових обчислювальних технологій для дослідження квазіідеальних фільтраційних процесів у пористих LEF-пластах і розв'язання важливих крайових задач за допомогою чисельних експериментів, включаючи розв'язання задач на побудову динамічних сіток, обчислення поля швидкостей та розподілів тиску в пластах, обчислення фільтраційних витрат, перетоків між свердловинами, точок призупинки потоку та інших задач, пов'язаних зокрема із проектуванням та розробкою нафтогазових (сланцевих) родовищ за геологічно складних умов та малопроникних пластів з тріщинами гідророзриву.

Ефективність побудованих у даному дисертаційному дослідженні чисельних алгоритми основана на використанні ідеї синтезу числових методів квазіконформних відображень та методів сумарних зображень для моделювання квазіідеальних фільтраційних процесів у пористих LEF-пластах, де методи сумарних зображень використовуються як компоненти розробленої А.Я. Бомбою і його учнями методики моделювання фільтраційних процесів у криволінійних обмежених лініями течії і еквіпотенціальними лініями областей.

Розроблений підхід на основі синтезу числових методів комплексного аналізу та сумарних зображень з декомпозицією задачі по прошарках сталості коефіцієнта провідності для криволінійних складної конфігурації нелінійно-шаруватих і нелінійно двояко-шаруватих LEF-областей застосовано до моделювання процесів витіснення вуглеводнів (одно- та двофазної фільтрації) у техногенно-деформованих нафтових пластах.

Створення в даній дисертаційній роботі цілісної методики для дослідження LEF-пластів, яка дозволяє виконувати комп'ютерне моделювання і числове розв'язання задач на побудову динамічних сіток, знаходження величини поля швидкості, розподілу тиску в пласті, значень фільтраційних витрат і перетоків між свердловинами, точок призупинки потоку, інших характерних параметрів фільтраційних процесів, вважаю важливим і актуальним науковим завданням, що підтверджує актуальність теми дисертації.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, підтверджується їх відповідністю сучасним науковим досягненням у дослідженні нелінійних процесів витіснення у нафтогазових пластах, практичним використанням сучасних обчислювальних методів, зокрема, методів сумарних зображень і методів декомпозиції, та відповідністю основним положенням теорії конформних та квазіконформних відображень.

Для побудови адекватних математичних моделей нелінійних фільтраційних процесів у зонально-неоднорідних пористих нафтогазових, водоносних, малопроникних (сланцевих) LEF-пластах, геометрія зон яких визначається з урахуванням зворотнього впливу характеристик процесу на провідність середовища, а також для побудови методів розв'язання відповідних крайових задач, автор використовує відомі методики та обчислювальні процедури теоретично обґрунтованої збіжності і стійкості.

Наукова новизна і достовірність отриманих результатів

У роботі отримано низку нових результатів. Побудовано математичні моделі нелінійних фільтраційних процесів у LEF-пластах, геометрія зон неоднорідності яких наперед невідома і визначається з урахуванням зворотнього впливу потенціалу поля швидкості та функції течії на провідність середовища. Вперше розроблено методику розв'язання крайових задач на основі синтезу числових методів квазіконформних відображень, сумарних зображень та декомпозиції області за альтернуючим методом Шварца. Узагальнено методи сумарних зображень на випадки спеціального класу нелінійних крайових задач для рівнянь із змінними коефіцієнтами, що описують фільтраційні процеси у неоднорідних пластах. Отримано розв'язки задач на числове визначення значень коефіцієнта провідності, критичних значень потенціалу і значень локальних фільтраційних витрат у нелінійно-шаруватих LEF-пластах.

Достовірність отриманих результатів забезпечується строгим використанням як компонентів розробленої методики відомих методів (повністю теоретично обґрунтованих методів сумарних зображень, альтернуючого методу Шварца декомпозиції області і числових методів квазіконформних відображень) та задовільним узгодженням результатів числових розрахунків з результатами, що отримані за іншими алгоритмами, їх фізичною несуперечністю з відомими експериментальними даними.

Повнота викладу в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи викладено у 42-ох наукових працях, серед яких: 20 статей, із них – 11 у фахових наукових виданнях України (8 – у фахових виданнях з технічних наук і 3 – у фахових виданнях з фізико-математичних наук), 2 статті – в іноземних фахових наукових періодичних виданнях; 22 публікації у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій, 5 праць опубліковані без співавторів. Є статті у виданнях, що індексуються у міжнародних наукометричних базах Scopus, РИНЦ (eLibrary.ru), Math. Reviews, EBSCO та ін. Аналіз праць показує, що основні результати, які складають зміст дисертаційної роботи, отримані автором самостійно і повністю опубліковані в статтях у фахових виданнях України. Усі публікації містять результати досліджень та відображають висновки і положення дисертаційної роботи.

Матеріали дисертації пройшли достатню апробацію, доповідались автором на 22-ох наукових всеукраїнських та міжнародних конференціях; основні положення дисертації обговорювалися і отримали схвальну оцінку на розширеному науковому семінарі Центру математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України (м. Львів); науковому семінарі кафедри обчислювальної математики факультету кібернетики Київського національного університету ім. Т.Шевченка (м. Київ); розширеному науковому семінарі кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне); розширеному науковому семінарі кафедри програмної інженерії Тернопільського національного технічного університету ім. І.Пулюя (м. Тернопіль); засіданні секції розробки родовищ нафти та газу і буріння свердловин Вченої ради ДП «Науканафтогаз».

Автореферат правильно і з достатньою повнотою відображає основний зміст дисертації.

Практична цінність роботи

Проведені дослідження дають можливість аналізувати процеси, що відбуваються під час витіснення з пласта вуглеводнів, за умов зворотнього впливу характеристик процесу на властивості середовища. Створена обчислювальна технологія містить комплекс комп'ютерних програм, що реалізують розроблені у роботі алгоритми, які є універсальними і придатними для вирішення також і інших, не описаних тут задач, зокрема, екологічних та природоохоронних.

Побудовані у роботі моделі дають можливість замінити дороговартісні фізичні експерименти для розв'язання широкого класу задач, пов'язаних із дослідженням складних нелінійних процесів у навколосвердловинних зонах нафтогазових пластів. Розроблені математичні моделі і методи їх розв'язання можуть бути використані для виконання прогностичних розрахунків при проектуванні розробок родовищ нафти і газу, застосовуватися для експертної оцінки результатів різноманітних технічних заходів, що проводяться з метою інтенсифікації нафтогазовидобутку, виявлення і ліквідації застійних зон тощо.

Зауваження до роботи

1. Основний акцент в дисертації зроблено на розвиток обчислювальних методів, а питання моделювання і фізичних характеристик технічного об'єкта дослідження не достатньо підкреслені, і це попри те, що у роботі автором побудовано нові адекватні математичні моделі досліджуваних причинно-наслідкових залежностей.
2. У роботі доцільно було б провести більш масштабний комп'ютерний експеримент на основі реальних даних та оформити його результати у вигляді таблиць з метою їх подальшого аналізу.
3. Важливими складовими компонентами запропонованої методики розв'язання поставлених нелінійних крайових задач є теоретично і практично обґрунтовані методи сумарних зображень, альтернуючий метод Шварца декомпозиції області та числові методи конформних відображень, а частково висвітлені в окремих параграфах дисертації важливі питання коректності методики в цілому доцільніше було б викласти в одному місці, щоб не змушувати читача збирати факти по усій роботі.

Висловлені зауваження і побажання не мають суттєвого впливу на загальне позитивне оцінювання дисертаційної роботи.

Висновок

Вважаю, що подана дисертаційна робота О.М. Гладкої „Моделювання нелінійних фільтраційних процесів у техногенно-деформованих пластах методами комплексного аналізу та сумарних зображень” є актуальною завершеною науковою працею, в якій розв'язано важливу науково-технічну задачу математичного моделювання нелінійних фільтраційних процесів у нафтогазових (водоносних, сланцевих) LEF-пластах і створення на основі синтезу числових методів комплексного аналізу, сумарних зображень та декомпозиції задачі методики розв'язання крайових задач за умов взаємовпливу характеристик процесу і середовища та визначення параметрів моделі.

Зміст роботи відповідає паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи (технічні науки). Результати роботи є новими, вони доповідались на наукових конференціях і семінарах. Результати досліджень достатньо повно опубліковані в наукових працях дисертанта. Автореферат адекватно відображає зміст роботи.

За актуальністю, рівнем та обсягом досліджень, науковою новизною та практичним значенням отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій, а її автор Гладка Олена Миколаївна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри математичної фізики

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ

І. В. Бейко

Підпис проф. Бейка І. В. засвідчую: