

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Сінчук Алесі Михайлівни** “**Моделювання фільтраційних процесів з урахуванням впливу тріщин гідророзриву чисельними методами квазіконформних відображень**”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 - математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертації

Актуальність теми дисертації обумовлена успіхами у побудові ефективних методів математичного моделювання гідродинамічних процесів розробки родовищ із застосуванням процедури ГРП, що дозволяє числовими методами прогнозувати розміщення та розміри тріщин на експлуатаційних свердловинах на основі комплексного розв'язання взаємопов'язаних задач визначення моментів часу прориву витісняючої рідини до експлуатаційної свердловини та повного її обводнення, визначення координат критичних точок типу «призупинки», визначення відповідних значень квазіпотенціалу та границь розділу рідин у різні моменти часу із побудовою відповідної гідродинамічної сітки для розрахунків загальних фільтраційних витрат на експлуатаційній свердловині, об'єму витісненого флюїду у пласті та геометрії застійних зон. Дисертаційна робота виконувалася у відповідності з планами держбюджетних науково-дослідних робіт РДГУ: “Системне математичне моделювання нелінійних збурень процесів типу “фільтрація-конвекція-дифузія” з післядією при неповних даних” номер державної реєстрації 0109U001065), «Розробка методів та графічного формату прогресуючого стиснення кольорових зображень без втрат» (номер державної реєстрації – 0113U001203), “Просторові аналоги крайових задач на квазіконформні відображення і проблеми моделювання нелінійних процесів у пористих середовищах” (номер державної реєстрації – 0112U001014).

Обґрунтованість та достовірність отриманих наукових результатів

Обґрунтованість та достовірність отриманих наукових результатів забезпечуються чіткою та послідовною постановкою задач дослідження, застосуванням теоретично обґрунтованих методів при побудові алгоритмів та подальшій їх комп'ютерній реалізації; стійкістю отриманих розв'язків, їх адекватністю, що підтверджується результатами апробацій на наукових конференціях та впровадженням (відповідними актами), крім цього практичним

використанням результатів на Дочірньому підприємстві «Науково-дослідний інститут нафтогазової промисловості» Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України» (при проектуванні розстановки свердловин, параметрів та розміщення на них тріщин ГРП, з метою уникнення формування так званих «застійних» зон та збільшення відбору нафти з урахуванням її залишку у пласті).

У вступі автором обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету та основні задачі дослідження, визначена наукова новизна роботи та її зв'язок із науковими програмами, планами і темами.

У першому розділі дисертації міститься огляд праць, що стосується сучасного стану досягнень у сфері математичного та комп'ютерного моделювання фільтраційних процесів витіснення у нафтогазових пластах з урахуванням впливу тріщин гідравлічного розриву пласта, зокрема, проаналізовано основні моделі та методи розв'язання відповідних крайових задач, а також здійснено постановку завдань дослідження. Проведено структурний аналіз наукових досягнень в галузі розробки нафтогазових родовищ.

Другий розділ присвячено розвитку методології дослідження нелінійних процесів витіснення в горизонтальних нафтогазових пластах з урахуванням збурення фільтраційної течії тріщинами ГРП, розроблено алгоритми розв'язання відповідних задач, які реалізовані у вигляді пакетів програм та здійснено відповідні числові розрахунки.

У третьому розділі поширено методологію комплексного аналізу розв'язання задач багатофазної фільтрації на випадок математичного моделювання нелінійних процесів витіснення в нафтових пластах з урахуванням тріщин гідророзриву. Створено підхід до розв'язання задач неізотермічної багатофазної фільтрації, основні особливості якого продемонстровані на прикладі задач площового заводнення, побудовано числовий алгоритм для розрахунку гідродинамічної сітки, відшукування полів температури та насиченості, координат критичних точок, фільтраційних витрат, часу повного заводнення тощо.

В останньому розділі встановлено особливості протікання процесу витіснення нафти із важкопроникних (типу сланцевих) пластів з використанням теорії вибуху та на основі модифікованого закону Дарсі, шляхом введення критичного значення градієнта тиску. З використанням ідей методів комплексного аналізу.

У додатках подано довідки про використання результатів дисертаційного дослідження.

Сформульовані в дисертаційній роботі наукові положення, висновки та рекомендації обґрунтовуються коректним використанням аналітичних та числових методів розв'язання задач. Наукова новизна отриманих результатів визначається розробкою нової методології моделювання одно- та двофазної фільтрації у пористих нафтових пластах з урахуванням впливу тріщин гідророзриву та суміжних деформаційних процесів у присвердловинній зоні пласта, нових числових алгоритмів розв'язання відповідних крайових задач та створенням нових програмних засобів їх реалізації для розрахунків гідродинамічних сіток, фільтраційних витрат свердловини, частки витісненого флюїду, моментів часу прориву витісняючої рідини до експлуатаційної свердловини та повного її обводнення, об'єму добутої нафти на протязі визначеного часу та відповідного об'єму, що залишається у пласті в довільний момент часу, зокрема, після припинення процесу витіснення, а також ділянку пласта де вона залишається, координат критичних точок типу «призупинки» та значень квазіпотенціалу у них. Це дозволяє передбачити характеристики пластової систем за умов впливу тріщин гідророзриву на неї, оптимізувати різного роду фільтраційні параметри при виборі розміщення та параметрів тріщин ГРП на експлуатаційних свердловинах, зокрема, встановити положення точок «призупинки», в околі яких виникають зони малих швидкостей з метою уникнення формування так званих «застійних» зон.

Наукова новизна і достовірність отриманих результатів

У роботі вперше розроблено підхід до моделювання неізотермічного процесу витіснення в елементах площового заводнення шляхом збурення фільтраційної течії тріщинами ГРП за умов терморезиму, побудовано числовий алгоритм для розрахунку гідродинамічної сітки, відшукування полів температури та насиченості, координат критичних точок, фільтраційних витрат, часу повного заводнення та інших фільтраційних параметрів, виконано числові розрахунки; здійснено обробку та аналіз отриманих результатів.

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 спеціальним чином модифікованим законом Дарсі.

Теоретичне значення роботи полягає в удосконаленні та розвитку числових методів комплексного аналізу для моделювання нелінійних процесів витіснення в нафтових пластах з урахуванням впливу тріщин гідророзриву, що дозволяють визначати: момент часу прориву витісняючої рідини до експлуатаційної свердловини та повного її обводнення, координати критичних точок типу «призупинки» та значень квазіпотенціалу у них, положення границі розділу рідин у різні моменти часу. На основі цих методів, розроблено числові алгоритми для розв'язування відповідних крайових задач та створено програмний комплекс, що їх реалізує.

Достовірність отриманих в дисертації результатів забезпечується строгою математичною постановкою розглянутих у роботі крайових задач, коректністю розв'язків та алгоритмів. Для одержання розв'язків застосовувались теоретично обґрунтовані чисельні методи. Ступінь достовірності результатів роботи підвищується також збігом результатів розв'язків тестових задач за розробленими алгоритмами з опублікованими результатами, одержаними аналітично для окремих випадків іншими дослідниками, а також узгодженістю з відомими даними фізичних експериментів та натурних спостережень.

Повнота викладу в опублікованих працях

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, які 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.

Практична цінність роботи

Проведені у роботі дослідження дають можливість аналізувати процеси, що відбуваються в процесі витіснення з нафтового пласта за умов врахування розмірів та розміщення тріщин гідророзриву на основі відповідної

гідродинамічної сітки, розрахунку загальної фільтраційної витрати на експлуатаційній свердловині, встановлення залежності у ній частки нафти від часу, об'єму витісненого флюїду у пласті на протязі визначеного часу та відповідного об'єму, що залишається у пласті в довільний момент часу, зокрема, після припинення процесу витіснення, а також відшукування місцезнаходення значних по своїй площі застійних зон (з метою надання пропозицій «проектувальникам» стосовно подальшої розробки родовищ).

Результати роботи впроваджено Дочірнім підприємством «Науково-дослідний інститут нафтогазової промисловості» Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України» при проектуванні розстановки свердловин, параметрів та розміщення на них тріщин ГРП, з метою уникнення формування так званих «застійних» зон та збільшення відбору нафти з урахуванням її залишку у пласті.

Викладені в дисертаційній роботі матеріали використовуються у навчальному процесі РДГУ та НУВГП при читанні дисциплін: “Методи комплексного аналізу”, “Проблеми оптимізації і керування процесами і системами”, “Сучасні проблеми прикладної математики” та “Чисельні методи конформних і квазіконформних відображень”, а також є основою для написання курсових та дипломних робіт по кафедрі інформатики та прикладної математики для студентів РДГУ та НУВГП за спеціальністю “Прикладна математика”. Більшість результатів, отриманих в роботі, подано у вигляді алгоритмів, ілюстрацій та графіків, які можуть бути включені у посібники та довідники і використані в інженерній практиці.

Зауваження по дисертації

1. Бажано було б окреслити межі застосувань розроблених алгоритмів.
2. Моделюючи процес витіснення із нафтогазових пластів після проведення процедури гідравлічного розриву пласта, параметри тріщин у роботі задаються у вигляді еліпса. Бажано було б розглянути й інші адекватні конфігурації.
3. Не окреслено межі застосувань розроблених в роботі підходів та алгоритмів розв'язування нелінійних крайових задач процесу витіснення у нафтогазових пластах на випадок існування тріщин гідророзриву.

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

Висновок

Вважаю, що подана дисертаційна робота Сінчук А.М. “Моделювання фільтраційних процесів з урахуванням впливу тріщин гідророзриву чисельними методами квазіконформних відображень” є оригінальною і завершеною науково-дослідною роботою, у якій розв’язано важливе науково-технічне завдання математичного моделювання процесів витіснення в нафтогазових пластах за умов збурення фільтраційної течії тріщинами гідравлічного розриву та розвинуто числові методи комплексного аналізу розв’язання відповідних крайових задач, а також створено програмний комплекс, що реалізує розроблені в роботі алгоритми.

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.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри математичної фізики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»

І.В. Бейко

“ _____ ” _____ 2015 р.

Підпис І. В. Бейка засвідчую: