

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

на тему «Моделювання фільтраційних процесів у неоднорідних
нафтогазоносних пластах»

здобувачки наукового ступеня доктора філософії

Захарчук Оксани Олегівни

з галузі знань 18 «Виробництво та технології»

за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології»

Фаховий семінар проведений на кафедрі нафтогазової інженерії та технологій
«23» травня 2022 року, протокол № 23.

1. Актуальність теми дослідження

Більшість родовищ України знаходяться на завершальних стадіях розробки, що зумовлює необхідність застосування методів інтенсифікації та проведення детального аналізу для зменшення ступеня ризику експлуатації систем свердловин у виснажених пластах. У цій ситуації користуються попитом методи комп'ютерного моделювання анізотропних нафто- та газозносних пластів, тому що вони дозволяють отримати уявлення про фільтраційні процеси навколо видобувних та нагнітальних свердловин у різних практичних випадках. Методи комп'ютерного моделювання дозволяють оцінювати та враховувати невизначеності, що виникають внаслідок недостатньої інформації про будову і властивості пласта за межами свердловин. Ця інформація може бути отримана порівняно дешевим способом і використана для ефективного аналізу, контролю та керуванню нафто- та газовидобувним процесом в анізотропних пластах. З іншого боку в наш час залишається ряд питань, які пов'язані з точністю та адекватністю моделювання складних неоднорідних анізотропних нафто- та газозносних колекторських систем в умовах реальної експлуатації родовищ.

Використаний у дисертаційній роботі комбінований скінчено-елементно-різницевий метод розв'язання нестационарної анізотропної задачі п'єзопровідності, з урахуванням неоднорідного розподілу різних фільтраційних параметрів всередині анізотропного деформованого продуктивного пласта і на його межах, дозволяє адекватно розрахувати розподіл пластового тиску. Результати моделювання фільтраційних процесів за допомогою комбінованого скінчено-елементно-різницевого методу можуть бути використані для вирішення багатьох практичних задач у сфері нафтогазової інженерії та технологій (розрахунок видобувних запасів родовища, прогнозування дебітів свердловин, розрахунок коефіцієнтів газота п'єзопровідності близької і віддаленої зон пласта, виявлення зон аномально високих та низьких пластових тисків). Таким чином, комбінований скінчено-елементно-різницевий метод розв'язання нестационарної анізотропної задачі п'єзопровідності має широкі перспективи впровадження, зокрема, при складанні проектів розробки родовищ та дослідно-промисловій експлуатації свердловин.

Все вищезазначене обґрунтовує актуальність обраної теми дисертаційного дослідження Захарчук О.О. й зумовлює необхідність подальшого розвитку моделювання фільтраційних процесів за допомогою комбінованого скінчено-елементно-різницевого методу.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Робота виконана на кафедрі нафтогазової інженерії та технологій Навчально-наукового інституту нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» у межах науково-дослідної теми «Розробка технології для видобування важковидобувних вуглеводнів (бітуми, високов'язкі нафти, газові гідрати та інші) на основі фізичних та хімічних процесів» (№ державної реєстрації 0120U104892).

3. Наукова новизна отриманих результатів

1. Уперше для розв'язання рівняння п'єзопровідності для дослідження фільтраційних процесів у нафто- та газоносних пластах модифіковано комбінований скінчено-елементно-різницевий метод, що дозволив отримати якісно нову інформацію про:

– вплив неоднорідного розподілу фільтраційних параметрів (проникності та в'язкості) у зонально-неоднорідному та анізотропному нафтовому та газовому середовищі на розподіл пластових тисків навколо видобувних (в т.ч., горизонтальних) та нагнітальних свердловин;

– вплив наявності проникних границь пласта на активність фільтраційного процесу навколо свердловин.

2. Удосконалено спосіб розрахунку радіусу контура живлення видобувної свердловини на основі результатів моделювання розподілу пластових тисків.

3. Удосконалено спосіб підрахунку початкових видобувних запасів продуктивних нафто- та газоносних пластів, розкритих однією експлуатаційною свердловиною.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Теоретичне значення одержаних результатів полягає в модифікації комбінованого скінчено-елементно-різницевого методу для розв'язання рівняння п'єзопровідності з метою дослідження фільтраційних процесів у нафто- та газоносних неоднорідних пластах. Отримані результати теоретичних напрацювань мають широкий спектр використання у галузі нафтогазової інженерії та технологій, зокрема, при складанні проектів розробки родовищ та дослідно-промисловій експлуатації свердловин. Отримані за результатами математичного моделювання поля розподілу тиску в неоднорідних анізотропних нафто- та газоносних пластах можуть застосовуватися для виявлення зон аномально високих та низьких пластових тисків; для підбору оптимального розташування експлуатаційних свердловин по площі родовища. Також теоретичні напрацювання можуть використовуватися при викладанні навчальних дисциплін для студентів університету.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що вони дозволяють нафтогазопромисловим організаціям удосконалити розрахунок невідомих параметрів для побудови оптимальної стратегії та тактики розробки родовища. Удосконалений спосіб розрахунку радіусу контура живлення видобувної свердловини є корисним для визначення розташування наступних свердловин у вуглеводневому пласті. Удосконалений спосіб розрахунку видобувних запасів пласта, розкритого однією експлуатаційною свердловиною, може використовуватися при складанні проєктів розробки нафтових та газових родовищ та дослідно-промислової експлуатації свердловин. Запропонований автором спосіб розрахунку видобувних запасів нафтового та газового пласта можна удосконалити для можливості його застосування при наявності двох та більше експлуатаційних свердловин та в умовах багатопластових родовищ. Застосований у роботі комбінований скінчено-елементно-різницевий метод може бути використаний для розв'язання інших фільтраційних задач (наприклад, створення методу розрахунку дебітів свердловин, коефіцієнтів газо- та п'єзопровідності близької і віддаленої зон пласта).

5. Використання результатів роботи

Окремі теоретичні та методичні положення дослідження впроваджено в освітньо-наукову програму 185 «Нафтогазова інженерія та технології», зокрема в навчальному курсі третього освітнього рівня «Математичне моделювання фільтраційних процесів у пористому середовищі» (акт про впровадження результатів від 10.10.2021).

Результати розрахунку видобувних запасів використано підприємством ТОВ «Нафтогазопромислова геологія» при складанні нового проєкту розробки Західно-Радченківського газоконденсатного родовища (довідка про впровадження результатів від 20.03.2022).

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів

На основі аналізу результатів чисельного моделювання фільтраційних процесів за допомогою комбінованого скінчено-елементно-різницевого методу автором встановлено кореляційний зв'язок між довжиною газової горизонтальної свердловини та значеннями вибійних тисків; досліджено вплив неоднорідного розподілу проникності пористого середовища на розподіл пластових тисків навколо газової та нафтової видобувної свердловини в зонально-неоднорідних та анізотропних пластах; досліджено вплив неоднорідного розподілу проникності на падіння пластового тиску між видобувною та нагнітальною свердловинами в газо- та нафтонасичених пластах; досліджено вплив терміну експлуатації свердловин на розподіл поля пластового тиску в нафтогазовому родовищі з урахуванням коефіцієнту інфільтрації через границі пласта.

Здобувачем особисто удосконалено спосіб розрахунку запасів нафти або газу в продуктивному пласті за допомогою застосування результатів

моделювання фільтраційних процесів комбінованим скінчено-елементно-різницеvim методом.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі нафтогазової інженерії та технологій. Науковий керівник – д. фіз.-мат. наук, с.н.с., директор Полтавської гравіметричної обсерваторії Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України Лубков М.В.

Дисертаційна робота є самостійно виконаною кваліфікаційною науковою працею. Науковий рівень дисертації відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України. Всі наукові результати, що виносяться на захист й висвітлені у дисертації, одержані особисто здобувачкою. Стосовно наукових праць, які виконано у співавторстві, то у роботі використано лише ті положення та ідеї, які є результатом власних досліджень здобувача.

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, рецензенти дійшли висновку, що дисертаційна робота Захарчук О.О. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 11 наукових праць, у тому числі 6 статей у наукових фахових виданнях (з них 2 статті у фахових виданнях України категорії «А», 4 статті у фахових виданнях за спеціальністю 185), 5 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій, що входять до Scopus.

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Zakharchuk, O. (2022). Gas reserves calculation based on the results of reservoir pressure distribution modeling. *Technology Audit and Production Reserves*, 1(1(63)), 30–35. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.253109>

2. Lubkov, M., **Zakharchuk, O.**, Dmytrenko, V., & Petrash, O. (2021). Investigation of the influence of the heterogeneous permeability distribution on the oil phase displacement processes. *Technology Audit and Production Reserves*, 5(1), 61, 33–40. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.241972>

(Особистий внесок – досліджено вплив неоднорідного розподілу проникності пористого середовища на розподіл пластових тисків в межах досліджуваної області).

3. Lubkov, M. V., **Zakharchuk, O. O.**, Dmytrenko, & V. I., Petrash, O. V. (2021). Modeling of producing pressure in heterogeneous oil-bearing reservoirs. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Хімія, хімічні технології та екологія», 2(6), 73–79.* <https://doi.org/10.20998/2079-0821.2021.02.10>

(Особистий внесок – досліджено падіння пластового тиску в околиці діючої свердловини з урахуванням неоднорідного розподілу фільтраційних характеристик (проникності та в'язкості нафти) в близькій та віддаленій зонах дії свердловини).

4. Лубков, М. В. & Захарчук, О. О. (2021). Вплив неоднорідного розподілу проникності на фільтраційні процеси в межах дії газовидобувної горизонтальної свердловини. *Збірник наукових праць НГУ. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. – № 66, 193–204.* <https://doi.org/10.33271/crpnmu/66.193>

(Особистий внесок – досліджено вплив неоднорідного розподілу проникності пористого середовища на розподіл пластових тисків в межах дії горизонтальної свердловини за допомогою моделювання фільтраційних процесів на основі комбінованого скінчено-елементно-різницевого методу).

5. Lubkov, M. & Zaharchuk, O. (2021) Modeling of displacement processes in heterogeneous anisotropic gas reservoirs. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv: Geology*, 2(93), 94–99. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.93.11> (категорія «А»)

(Особистий внесок – досліджено вплив неоднорідного розподілу проникності пористого середовища на падіння пластового тиску між видобувною та нагнітальною свердловинами в газонасичених пластах).

6. Lubkov, M. V., & Zakharchuk, O. O. (2021). Modeling of oil phase displacement processes in heterogeneous anisotropic reservoirs. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 43(3), 170-180. <https://doi.org/10.24028/gzh.v43i3.236387> (категорія «А»)

(Особистий внесок – досліджено вплив неоднорідного розподілу проникності пористого середовища на розподіл пластового тиску між нафтовидобувною та нагнітальною свердловинами).

матеріали конференцій:

7. Lubkov, M., & Zaharchuk, O. (2021). Modeling of gas filtration around horizontal wells in anisotropic hard reaching reservoirs. Paper presented at the *20th International Conference Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects*, doi:10.3997/2214-4609.20215521009 (Scopus)

(Особистий внесок – досліджено вплив неоднорідного розподілу проникності пористого середовища на розподіл пластових тисків в межах дії горизонтальної свердловини за допомогою моделювання фільтраційних процесів на основі комбінованого скінчено-елементно-різницевого методу).

8. Lubkov, M. V., & Zaharchuk, O. O. (2020). Modeling of pushing processes in anisotropic low permeable oil reservoirs. Paper presented at the *Geoinformatics 2020 - XIXth International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects"*, doi:10.3997/2214-4609.2020geo078 (Scopus)

(Особистий внесок – досліджено вплив неоднорідного розподілу проникності пористого середовища на розподіл пластових тисків в межах дії нафтовидобувної та нагнітальної свердловин).

9. Lubkov, M. V., & Zacharchuk, O. O. (2019). Modeling of oil filtration processes near production well. Paper presented at the *18th International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects"*, *Geoinformatics 2019*, doi:10.3997/2214-4609.201902015 (Scopus)

(Особистий внесок – досліджено падіння пластового тиску в околиці нафтовидобувної свердловини з урахуванням неоднорідного розподілу)

проникності пористого середовища в близькій та віддаленій зонах дії свердловини).

10. Lubkov, M. V., & **Levchenko, O. O.** (2018). Modeling of filling process of the gas cap of geosoliton field. Paper presented at the *17th International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects*, doi:10.3997/2214-4609.201801792 (**Scopus**)

(Особистий внесок – досліджено вплив кількості та потужності геосолітонових джерел на розподіл пластових тисків в газонасиченому пласті).

11. Lubkov, M. V., **Levchenko, O. O.**, & Mangura, A. N. (2017). Modeling of reservoir pressures in heterogeneous porous layers of oil-gas deposits. Paper presented at the *16th International Conference Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects*, doi:10.3997/2214-4609.201701845 (**Scopus**)

(Особистий внесок – досліджено вплив терміну експлуатації свердловини на розподіл поля пластового тиску в нафтогазовому родовищі з урахуванням коефіцієнту інфільтрації через границі змодельованої області).

8. Апробація основних результатів дослідження

Основні положення дисертації та результати досліджень доповідалися та отримали схвальну оцінку на:

1. XVI Міжнародній конференції «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти», 16 травня 2017 р., Київ, Навчально-науковий інститут «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка.

2. XVII Міжнародній конференції «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти», 15 травня 2018 р., Київ, Навчально-науковий інститут «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка.

3. XI Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми й перспективи розвитку академічної та університетської науки», 21 грудня 2018 р., Полтава, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка.

4. XVIII Міжнародній конференції «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти», 14 травня 2019 р., Київ, Навчально-науковий інститут «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка.

5. XIX Міжнародній конференції «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти» 12 травня 2020 р., Київ, Навчально-науковий інститут «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка.

6. XX Міжнародній конференції «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти» 12 травня 2021 р., Київ, Навчально-науковий інститут «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка.

7. XI Міжнародній науково-практичній конференції «Академічна та університетська наука – результати та перспективи» 6 грудня 2018 р., Полтава, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

8. XII Міжнародній науково-практичній конференції «Академічна та університетська наука – результати та перспективи» 6 грудня 2019 р.,

Полтава, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Захарчук О.О. «Моделювання фільтраційних процесів у неоднорідних нафтогазоносних пластах», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р., та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» зі спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології».

РЕКОМЕНДУВАТИ:

Дисертаційну роботу «Моделювання фільтраційних процесів у неоднорідних нафтогазоносних пластах», подану здобувачкою ступеня доктора філософії Захарчук Оксаною Олегівною, до захисту.

Голова на засіданні фахового семінару:

Професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій, д.т.н., професор

Іван Гаврилович **ЗЕЗЕКАЛО**

Секретар засідання:

Доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, к.т.н., доцент

Ірина Ігорівна **ЛАРЦЕВА**

Підписи засвідчують
Проректор науково-педагогічної та навчальної роботи Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», д.т.н., професор



Богдан Олегович **КОРОБКО**