Література

[1] *Владимиров В.С.,Волович И.В., Зеленов Е.И.* p-адический анализ и математическая физика. – М.: Физматлит, 1994. – 352 с.

[2] *Горбачук М.Л., Горбачук В.И.* О задаче Коши для дифференциальных уравнений в банаховом пространстве над полем p-адических чисел // Тр. МИАН, том (245), (2004). – С. 99–106.

[3] *Коблиц Н.* p-адические числа, p-адический анализ и дзета-функции. – М.: Мир, 1982.

[4] *Хренников А. Ю.* Математические методы неархимедовой физики // УМН, 1990. – Том 45, вып. 4 (274). – С. 79–110.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОФАЗНОЇ НЕІЗОТЕРМІЧНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРМОГРАВІТАЦІЙНОГО ДРЕНАЖУ

Бомба Андрій, Бойцов Вадим, Ярощак Сергій

Рівненський державний гуманітарний університет

abomba@ukr.net

Попри на накопичений досвід в області теплових методів впливу на пласти, для нафтової промисловості представляється вкрай необхідним пошук і створення нових більш досконалих технологій розробки покладу важкої нафти і бітумів. Для розробки таких родовищ з досягненням найвищих показників вилучення нафти необхідні новітні теплові методи, що перевершують по ефективності традиційні технології паротеплового впливу.

Одним з таких методів є термогравітаційний (у випадку нагнітання пару - парогравітаційний(SAGD) [1]) дренаж, який на сьогодні у світі зарекомендував себе як дуже ефективний спосіб видобутку важкої нафти та природних бітумів. У класичному описі [1] ця технологія вимагає буріння двох горизонтальних свердловин, розташованих паралельно одна над іншою. Процес впливу починається зі стадії попереднього прогріву пласта, протягом якої (кілька місяців) проводиться циркуляція теплоносія в обох свердловинах. На основній стадії видобутку відбувається вже нагнітання теплоносія лише в нагнітальну свердловину, а експлуатаційна здійснює відбір нафти.

У роботі розглядаються двовимірні задачі багатофазної неізотермічної фільтрації при витісненні нафти теплоносієм (зокрема, водою) на першій та другій стадії технології термогравітаційного дренажу. Вважається, що динамічні в'язкості фаз змінюється зі зміною температури, рух рідини – повільний та відбувається без фазових переходів. Відповідні закон руху та рівняння нерозривності течії, записані відносно квазіпотенціалу швидкості фільтрації $\varphi = \varphi(x, y, t)$, згідно з [2, 3] представлені у вигляді:

$$div\, \vec{v} = 0, \vec{v} = \vec{k}(s, T)\, grad\, \varphi,\ \sigma\frac{\partial s}{\partial t} + \vec{v}\, grad(s, T) = 0,$$

де $f(s,T) = \frac{\mu_1(t)\tilde{k}_2(s)}{\mu_2(T)\tilde{k}_1(s)+\mu_1(T)\tilde{k}_2(s)}$, $\overline{k}(s,T) = \frac{k\tilde{k}_1(s)}{\mu_1(T)} + \frac{k\tilde{k}_2(s)}{\mu_2(T)}$.

Для опису процесу перерозподілу тепла між фазами та скелетом, прийнято однотемпературну модель [4], згідно з якою є миттєвою передача тепла від флюїду до скелета і в зворотному напрямку. Таким чином, для розрахунку теплового поля використовується наступне рівняння:

$$\frac{\partial C(s)T}{\partial t} + div[(c_1\rho_1\vec{v}_1 + c_2\rho_2\vec{v}_2)T] = 0.$$

Аналогічно до [3], ввівши функцію течії ψ, комплексно спряжену до ϕ, задача на побудову гідродинамічної сітки, відшукання фільтраційної витрати та інших характерних фільтраційних параметрів за знайденими (фіксованими у даний момент часу) полями насиченості та температури зводиться до задачі на квазіконформне відображення $\omega = \omega(z) = \varphi(x, y) + i\psi(x, y)$ однозв'язної області G_z на відповідну область комплексного квазіпотенціалу G_ω.

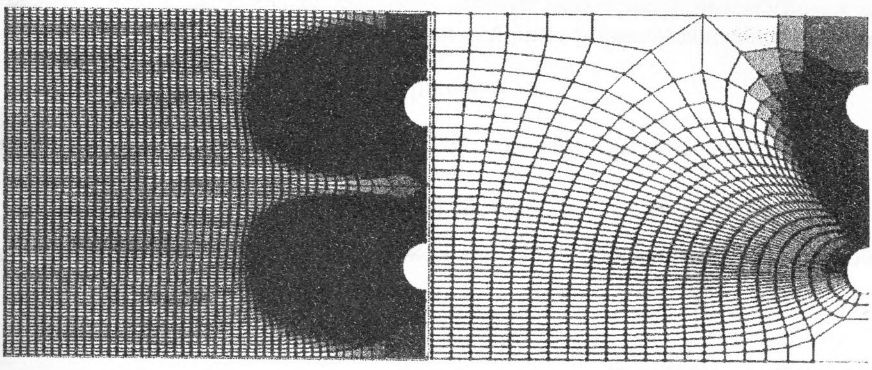

Рис. 1: Приклади гідродинамічні сітки та візуалізація полів температури та насиченості в елементах симетрії нафтогазового пласта

На основі методів квазіконформних відображень та поетапної фіксації характеристик середовища і процесу розроблено числовий алгоритм та програмне забезпечення розв'язування відповідних задач на побудову гідродинамічних сіток, відшукання полів температури та насиченості (рис. 1), координат точок «призупинки», фільтраційних витрат тощо.

Література

[1] *Deutsch C. V.* Guide to SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage) Reservoir Characterization Using Geostatistics / C. V. Deutsch, J. A. McLennan. Centre for Computational Geostatistics (CCG). – 2005. GuidebookSeries, 3. 125 pp.

[2] *Ярощак С. В.* Математичне моделювання процесу розробки родовищ нафти з використанням термогравітаційного дренажу / С. В. Ярощак // Волинський математичний вісник. Серія прикладна математика. Випуск 11 (20) – Рівне : РДГУ, – 2014. – С. 115–127.

[3] *Бомба А. Я.* Методи комплексного аналізу / А. Я. Бомба,С. С. Каштан, Д. О. Пригорницький, С. В. Ярощак. – Рівне: НУВГП, 2013. – 415 с.

[4] *Чекалюк Э. Б.* Термодинамика нефтяного пласта / Э. Б. Чекалюк. – М. : Недра, 1965. – 238 с.

СИМЕТРИЧНІ ПОЛІНОМИ НА ПРОСТОРАХ $L_\infty[0,1]$ і $L_\infty[0,+\infty)$

[1]Василишин Тарас, [2]Загороднюк Андрій

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

[1]taras.v.vasylyshyn@gmail.com, [2]andriyzag@yahoo.com

Нехай Ω — це вимірна за Лебегом підмножина $[0,+\infty)$. Нехай $L_\infty(\Omega)$ — це комплексний банахів простір усіх вимірних за Лебегом суттєво обмежених комплекснозначних функцій x на Ω із нормою

$$\|x\|_\infty = \operatorname{ess\,sup}_{t\in\Omega}|x(t)|.$$

Нехай Ξ_Ω — це множина всіх вимірних бієкцій Ω, які зберігають міру. Функцію

$$F : L_\infty(\Omega) \to \mathbb{C}$$

називають симетричною, якщо для кожної $x \in L_\infty(\Omega)$ і для кожної $\sigma \in \Xi_\Omega$

$$F(x \circ \sigma) = F(x).$$

Теорема 1. *Поліноми*

$$R_n(x) = \int_{[0,1]} x^n(t)\, dt$$

утворюють алгебраїчний базис алгебри неперервних симетричних поліномів на просторі $L_\infty[0,1]$.

Теорема 2. *Єдиним неперервним симетричним поліномом на просторі $L_\infty[0,+\infty)$ є поліном $P = 0$.*