

Асимптотические представления решения задачи о поле давления в несовершенном вскрытом нефтегазовом пласте¹

Филиппов А.И.*, Михайлов П.Н.*

*Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Уфа

*Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, Стерлитамак

Задачи о полях давления составляет основу теории массопереноса в пористой среде и имеют большое практическое значение для нефте- и газодобычи, геологии и экологии. Классические аналитические решения их получены преимущественно для однородных изотропных пластов.

Все природные коллекторы неоднородны по толщине и простиранию [1]. По этой причине исследование фильтрационных потоков приводит к необходимости учета неоднородности пластов и зависимости коэффициента от пространственных координат [2]. В реальных условиях границы интервалов, перфорации не совпадают с границами пласта. С одной стороны, это связано с технологическими трудностями, с другой стороны, часто геологические условия, например, наличие водо-нефтяного константа, не позволяет переформировать весь пласт. Это обстоятельство приводит к необходимости решения задач о полях давления в трехслойной системе пластов, в которой только центральный пласт подвержен эксплуатации. Такие задачи важны для учета вертикальных потоков в пластах, которые определяют нефтеотдачу из неперфорированных частей пласта [3]. В виду сложности задач фильтрации, для их решения либо используются численные методы, либо постановка задач существенно упрощается, и строятся аналитические решения. Как правило, пласт считается изолированным. Последний недостаток моделей устраняется сопряженной постановкой задач контактов сред. При этом адекватность численных моделей проверяется согласованием результатов, полученными численными и аналитическими методами, а также с экспериментальными данными. Для построения более точных физико-математических моделей фильтрации требуется разработка новых и развитие существующих методов. Одним из перспективных для исследования проблем

фильтрации в слоисто-неоднородных средах представляется асимптотический метод формального параметра. В ряде работ авторами метод реализован при решении скважинной термодинамики [4].

Одной из главных математических проблем при этом остается обоснование асимптотического приближения построенного решения к искомому. Поскольку задача для остаточного члена имеет такую же трудность для решения, что и исходная, предлагалось построить точное в среднем решение, которое обеспечивало тривиальность решения задачи для остаточного члена, осредненной по ширине пласта [5].

В работе асимптотическим методом построено аналитическое решение задачи о поле давления в нулевом приближении, для которого нулевое разложение остаточного члена по тому же параметру, что и в основной задаче, обращается в нуль.

Развитый применительно к задачам сопряжения метод представляет общетеоретический интерес и может быть использован для решения широкого круга практических проблем.

Список литературы:

- [1] Голубев Г.В. Определение поля давления при фильтрации жидкостей в неоднородной трещиновидной среде // Вестник КГУ. 2015. № 3. С. 31-38.
- [2] Филиппов А.И., Ахметова О.В., Ковальский А.А. Асимптотическое представление фильтрационного поля в пласте со слоистой неоднородностью // Прикладная физика и математика. 2017. №6. С. 33-45.
- [3] Морозов П.Е. Полуаналитическое решение задачи нестационарного потока жидкости к несовершенной скважине // Уч. Записки Казанского университета. Серия физ.-матем. науки. 2013. Т. 155. № 6. С. 71-79.
- [4] Филиппов А.И., Михайлов П.Н. Асимптотические методы в скважинной теплофизике. Уфа: Гилем, Башк. Энцикл. 2003. 383 с.
- [5] Ахметова О.В., Михайлов П.Н., Филиппов И.М. Новый метод исследования полей давления в неоднородном ортотропном пласте // Вестник Башкирского университета. 2013. С. 363–366.

¹ РФФИ № 17-48-02051 p_a