Литература

1. Матвеев, Н.М. Дифференциальные уравнения / Н.М. Матвеев – Минск: Вышэйшая школа, 1976. – 368с. с ил.
2. Натансон, И.П. Теория функций вещественной переменной / И.П. Натансон – М.: Наука (Главная редакция физико-математической литературы), 1974. – 480 стр. с илл.
3. Самко, С.Г. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения / С.Г. Самко, А.А. Килбас, О.И. Маричев – Минск: Наука и техника, 1987. – 688 с.

УДК 517

ЧИСЛЕННАЯ РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРАБОТКИ ГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ С ПОЛЗУЧЕЙ СРЕДОЙ

Б.З.Казымов, К.К.Насирова

Институт геологии Национальной Академии Наук Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан

Горные породы глубокозалегающих месторождений нефти и газа, находящиеся в процессе разработки, могут подвергаться сильным, часто неупругим – релаксационным и ползучим деформациям. Учет этих явлений позволит существенным образом повысить точность и надежность гидродинамических расчетов по прогнозированию показателей разработки указанного типа месторождений.

В связи с этим настоящая работа посвящена численному моделированию процесса неустановившейся фильтрации реального газа к центральной скважине в залежах с ползучей средой. Исследовалась краевая задача в следующей математической постановке: требуется решить нелинейное дифференциальное уравнение

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{p}{\mu(p)z(p)}\frac{\partial p}{\partial r}\right)=\frac{1}{k}\frac{\partial}{\partial t}\frac{mp}{z(p)} \tag{1}$$

совместно с законом релаксации пористости в ползучей среде

$$m=m_0\left[1+\beta_n(p-p_0)+m_1\int_0^t e^{-\gamma_m(t-\tau)}(p-p_0)d\tau\right] \tag{2}$$

при соответствующих начальных и граничных условиях

$$p(r,0)=p_0\,,\quad m(r,0)=m_0$$

$$\begin{cases}\dfrac{2\pi rhk\beta p}{\mu(p)z(p)p_{atm}}\left.\dfrac{\partial p}{\partial r}\right|_{r=r_c}=q(t)\\[2ex] \left.\dfrac{\partial p}{\partial r}\right|_{r=r_k}=0\end{cases} \tag{3}$$

где p – текущее пластовое давление; p_0 – начальное пластовое давление; q – дебит газовой скважины; m, k, h – соотве пористость, проницаемость и толщина пласта; m_0 – начальная пористость пласта; μ – вязкость тственно, газа; z – коэффициент сверхсжимаемости газа;

p_{atm} - атмосферное давление; $\gamma_m = 1/\tau_m$ τ_m - время релаксации пористости; β_n - коэффициент сжимаемости пород пласта; β - температурная поправка для газа; m_1-параметр ползучести; r_c-радиус скважины; r_k- радиус залежи; r - радиальная координата; t - время; $r_c \le r \le r_k, t \ge 0$.

Численное решение задачи (1)-(3) получено с применением метода прогонки с итерационным уточнением нелинейных коэффициентов [1,2]. В результате впервые разработана численная расчетная модель для прогнозирования основных характеристик разработки газовой залежи с ползучей средой, таких как пластовое и забойное давления, пористости пласта у стенки скважины и на контуре залежи и т.д.

Литература

1. Азиз, Х. Математическое моделирование пластовых систем: пер. с англ. / Х. Азиз, Э. Сеттари – Москва: Изд. «Недра», 1982. – 407 с.

2. Закиров С.Н. Разработка газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений / С.Н. Закиров – Москва: изд. «Струна», 1998. – 628 с.

УДК 517.948

О ВОССТАНОВЛЕНИИ СЕТОЧНОГО РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Калач А.В., Шепшелей Д.В.

УО «Брестский государственный университет им. А.С.Пушкина», г. Брест

Научный руководитель - Мадорский В.М., кандидат физ.-мат. наук, доцент

Рассмотрим задачу Коши с известным решением $y(x) = x\ln(x)$:

$$y''(x) + y'(x) - \frac{1}{x}y(x) = \frac{x+1}{x}, \tag{1}$$

$$\begin{aligned} &y(0.5) = \ln(0.5)/2, \\ &y'(0.5) = \ln(0.5)+1, \\ &0.5 \le x \le 1. \end{aligned} \tag{2}$$

Будем решать задачу (1)-(2) методом Рунге-Кутты IV порядка точности.

$$\begin{aligned} &k1 = f(x_i, y_i), \\ &k2 = f(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h}{2}k1), \\ &k3 = f(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h}{2}k2), \\ &k4 = f(x_i + h, y_i + hk3), \\ &\Delta y_i = \frac{h}{6}(k1 + 2k2 + 2k3 + k4), \\ &y_{i+1} = y_i + \Delta y_i. \end{aligned}$$