И. Т. Салимьянов

Казанский государственный технологический университет,

inisal@yandex.ru

ОЦЕНКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРЕЩИНЫ ГИДРОРАЗРЫВА

В данной работе численно моделируется гидродинамическое взаимодействие пласт — трещина и решается обратная коэффициентная задача по определению фильтрационных параметров пласта и трещины гидравлического разрыва.

Рассматривается задача об определении поля давления в неоднородном пласте, которая формулируется следующим образом:

$$\beta^* \frac{\partial p}{\partial t} = div\left(\frac{k}{\mu}\nabla p\right), \ 0 < t \leqslant T, \ (x, y) \in D, \tag{1}$$

с начальным

$$p(x, y, 0) = \varphi(x, y) \tag{2}$$

и граничными условиями

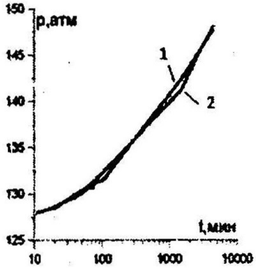
$$\int_{G_1}\left(\frac{kH}{\mu}\frac{\partial p}{\partial n}ds\right) = Q(t), \ \frac{\partial p}{\partial \tau}\Big|_{G_1} = 0, \ p\big|_{G_0} = P_k. \tag{3}$$

Здесь β^* — упругоемкость пласта, μ — вязкость жидкости, H — толщина пласта, Q — дебит скважины, P_k — контурное давление, $D = \{(x, y) : 0 \leqslant x, y \leqslant L\}$, G_0 — внешняя граница, G_1 — окружность радиуса r_c; $k(x, y)$ — кусочно-постоянная функция: $k(x, y) = k_f$, $(x, y) \in D_f$ и $k(x, y) = k_r$, $(x, y) \in \in D \backslash D_f$, где D_f — область трещины гидроразрыва; k_f и k_r — проницаемости трещины и пласта соответственно.

Задача (1) - (3) решается методом конечных разностей. Область фильтрации D покрывается равномерной квадратной сеткой с шагом h=0.5 - 2 м. так, чтобы центр скважины совпал с узлом сетки [1]. В ячейках, содержащих трещину, вводятся псевдопроницаемости: $k_y = k_r$, $k_x = k_r + \dfrac{k_f \cdot w}{h}$ [2], где w — раскрытие трещины. Для решения обратной задачи в качестве исходной информации используются КВД, известные из промыслового эксперимента. Оценки гидродинамических параметров определяются из минимума функционала

$$J(\alpha) = \int_0^T (\phi(t) - p(r_c, t))^2 dt; \ \alpha = (L_f, k_f \cdot w, \beta^*, P_k).$$

Здесь $\phi(t)$ и $p(r_c, t)$ — наблюдаемые и вычисленные значения забойного давления соответственно, L_f — полудлина трещины.



Параметры	Вычисленные значения
L_f(м)	60
$k_f w$(мкм$^2 \cdot$ м)	50.2
β^*(атм$^{-1}$)	$7.8 \cdot 10^{-6}$
P_k(атм)	150.4

Рис. Результаты решения обратной задачи. Измеренная (1) и вычисленная (2) КВД по скважине 6406

Минимизация функционала проводится на основе метода Левенберга – Марквардта. Результаты расчетов приведены на рисунке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вахитов Г. Г. *Эффективные способы решения задач разработки неоднородных нефтеводоносных пластов методом конечных разностей.* – М.: Гостоптехиздат, 1963. – 216 с.

2. Хайруллин М. Х., Шамсиев М. Н., Морозов П. Е., Хисамов Р. С., Бадертдинова Е. Р., Салимьянов И. Т. *Оценка эффективности гидравлического разрыва пласта на основе гидродинамических исследований вертикальных скважин* // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 7. – С. 54-56.

И. М. Сарварова

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
innasarvarova@rambler.ru

МЕТОД ИСКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ОДНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА

Данное сообщение можно рассматривать как некоторое продолжение работы [1], где предложен алгоритм редукции уравнений вида

$$y(x) = f(x) + \int_{x_0}^{x} \sum_{k=1}^{n} a_k(x) b_k(t) y(t) dt \qquad (1)$$

к задачам Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, что позволяет выделять частные случаи разрешимости (1) в квадратурах.

Здесь изучается векторно-матричный аналог уравнения (1) с вектор-функциями $f(x)$, $y(x)$ и $m \times n$-матрицами $A(x)$, $B(x)$. Поясним идею указанного в заглавии метода на примере $n = 1$, $m = 2$, когда (1) принимает вид

$$y_i(x) = \sum_{j=1}^{2} \int_{x_0}^{x} a_{ji}(x) b_{ji}(t) y_j(t) dt + f_i(x), \quad i = 1, 2. \qquad (2)$$