

Р. А. Гасумов, И. А. Винниченко (Ставрополь, СевКавГТУ).
Разработка системы расчетов промывки скважин пенными системами в условиях аномально низкого пластового давления.

Эксплуатация скважин может сопровождаться образованием глинисто-песчаной пробки (ГПП). Для восстановления работоспособности скважин проводят промывку ГПП. Для предотвращения проблем при промывке связанных с увеличением притока песка в скважину или задавливанию промывочного агента в пласт необходимо управлять депрессией на пласт. Она не должна быть отрицательной, чтобы в пласт не задавливался промывочный агент, но при этом не должна превышать предельной величины, за которой начинается активное разрушение пласта и активный вынос песка. В промышленных условиях по существующим технологическим причинам, замер забойного давления при промывке в режиме реального времени невозможен, поэтому сделано множество попыток его рассчитать. Кольцевой канал, в котором пена движется от забоя до устья, условно делят на интервалы. Давление на каждом из них определяется из двух составляющих

$$P_{i+1} = P_i + \Delta P_i, \quad (1)$$

где P_i и P_{i+1} — давления соответственно на i -м и $i + 1$ -м интервалах, МПа; ΔP_i — величина потеря давления на i -м участке, постоянная для несжимаемых жидкостей и переменная для сжимаемых, МПа.

Изменение давления по стволу скважины, описывается дифференциальным уравнением, решаемым интегрированием, при начальном условии $P_0 = P_{\text{устье}}$. Однако этот способ приводит к недопустимым для практики расхождениям между замеренными и расчетными величинами забойных давлений.

В докладе предлагается иной способ расчета, основанный на использовании натурной модели скважины. Распределение давлений по стволу реальной скважины, отображенное уравнением (1) имитируется посредством создания противодействия на выкиде, т. е. на устье натурной модели скважины.

Задаются фиксированные расходы жидкости и газа, измеряется давление на выкиде и на забое. Противодействие меняется, изменяясь с максимальной величины $P_{\text{макс}}^{\text{вык}}$ до атмосферного давления $P_0^{\text{вык}}$ так, чтобы каждый раз давление в верхней части предыдущего интервала подбиралось равным давлению в нижней части последующего, т. е. $P_{i+1}^{\text{Н}} = P_i^{\text{В}}$.

В результате получается вектор распределения давлений, имитирующий реальную скважину, устьевое давление которой равно атмосферному, а забойное - максимально возможному $P_{\text{макс}}^{\text{вык}}$.

Для учета температурного градиента по стволу реальной скважины вектор распределения давления определяют для каждого шага по температуре флюида в некотором интервале T_{min} до T_{max} .

Расчеты забойного давления производятся следующим образом:

Ствол скважины делится на интервалы равной глубины $h_i = h$, каждому из них ставится в соответствии средняя температура. Выбирается вектор распределения давлений соответствующий температуре первого интервала (устьевой температуре $T_{\text{устье}}$). Задавая устьевым давлением $P_0 = P_{\text{устье}}$ и длиной участка h , с помощью интерполирования рассчитываем давление на конце интервала $P_1 = f(P_0, h)$. Далее выбираем новый вектор распределения давлений, соответствующий средней температуре следующего интервала, задаемся давлением P_1 и аналогичным способом рассчитываем следующее давление P_2 .

Система позволяет рассчитать забойное давление для любой вертикальной скважины, при условии, что оно будет меньше либо равно предельному давлению $P_{\text{макс}}^{\text{вык}}$, которую удалось получить при проведении эксперимента.