

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВБЛИЗИ СТЕНКИ СКВАЖИНЫ НА ПРИМЕРЕ СКАЖИНЫ РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Р. Е. Гутман

РУП «ПО «Белоруснефть», БелНИПИнефть

Научный руководитель В. М. Ткачев

Направление распространения главных напряжений является одним из основных параметров при геомеханическом моделировании. Этот параметр существенно влияет на устойчивость ствола скважины, ориентацию распространения трещин в пласте, в том числе на направление движения флюидов при разработке (рис. 1).

В зависимости от направления вектора главного горизонтального напряжения генерируется система трещин – перпендикулярная или параллельная горизонтальной секции ствола скважины (рис. 1) [1].

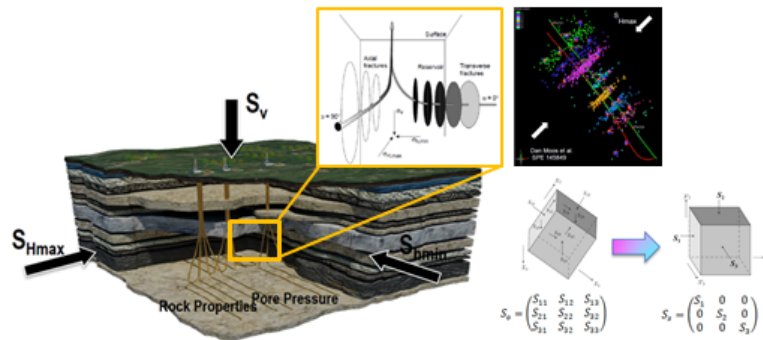


Рис. 1. Направление действия главных напряжений в горных породах

Для оценки текущих направлений действия главных напряжений существуют различные методики (микросейсмический мониторинг ГРП, кросс-дипольный акустический каротаж, микроимаджер, многорычажный каверномер, анализ сейсмических данных, исследования на ориентированном керне) [1]. В рамках программы

по изучению и освоению нетрадиционных коллекторов 1–3 пачки межсолевого комплекса Речицкого месторождения была проведена оценка устойчивости ствола с помощью алгоритма Кирша на примере скважины 402п Речицкого месторождения. Результаты, полученные в ходе моделирования по методу Кирша, сравнивались с результатами акустического телевизора и многорычажного каверномера.

Принцип оценки состояния ствола скважины с помощью акустического телевизора основан на определении разницы амплитуд акустического сигнала, излучаемого прибором, и регистрируемого сигнала, отраженного от стенки скважины. Диаграмма развертки раскрашена в зависимости от отражающей способности от «белого» цвета при полном отражении акустического сигнала с сохранением его амплитуды (плотное состояние поверхности) до «черного» при полном поглощении сигнала с потерей амплитуды (рыхлая, разрушающаяся поверхность, наличие микрокаверн, выпоты нефти) (рис. 2).

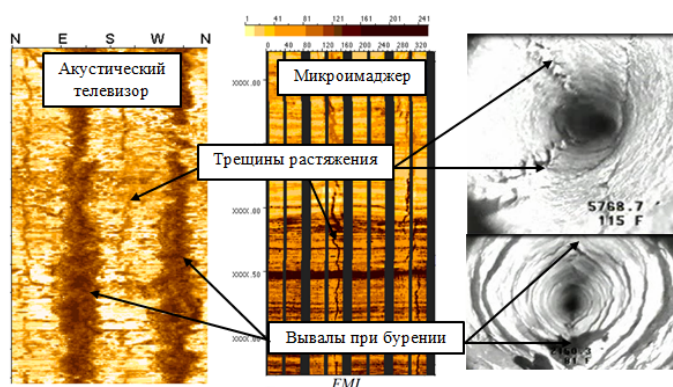


Рис. 2. Примеры вывалов и трещин растяжения в теле скважины, возникающих в процессе бурения

В скважине 402п в ходе проведения исследований были выявлены интервалы, подвергшиеся значительным нарушениям. По результатам геофизических исследований в скважине 402п отчетливо можно выделить интервал 2304–2310 м (MD) в котором образовался вывал, с четко просматриваемым направлением по акустическому телевизору и многоосному каверномеру (рис. 3).

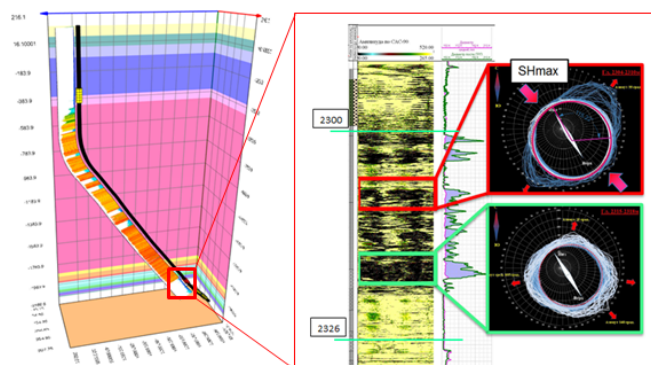


Рис. 3. Результаты оценки состояния ствола скважины с помощью акустического телевизора и многоосного каверномера по скважине 402п Речицкого месторождения

Образование нарушений, таких как вывалы, осыпание или разрушение стенки скважины, можно объяснить перераспределением и концентрацией соответствующих окружных, осевых и радиальных напряжений возле стенки скважины относительно главных напряжений. В том месте, где напряжения превышают прочность пород, происходит разрушение. Математически этот процесс можно описать с помощью уравнений Кирша [2], [3].

В вертикальных скважинах зоны повышенных концентраций напряжений соответствуют латеральным направлениям стрессов. В наклонных скважинах для конкретной точки на стенке скважины S_v , S_{Hmax} и S_{Hmin} уже не будут являться главными напряжениями. В этом случае главными будут являться 2 напряжения, лежащие в тангенциальной плоскости стенки скважины, и радиальное напряжение, направленное перпендикулярно тангенциальной плоскости. Поэтому этот факт необходимо учитывать при оценке магнитуд S_v , S_{Hmin} и особенно важно при оценке S_{Hmax} (рис. 4).

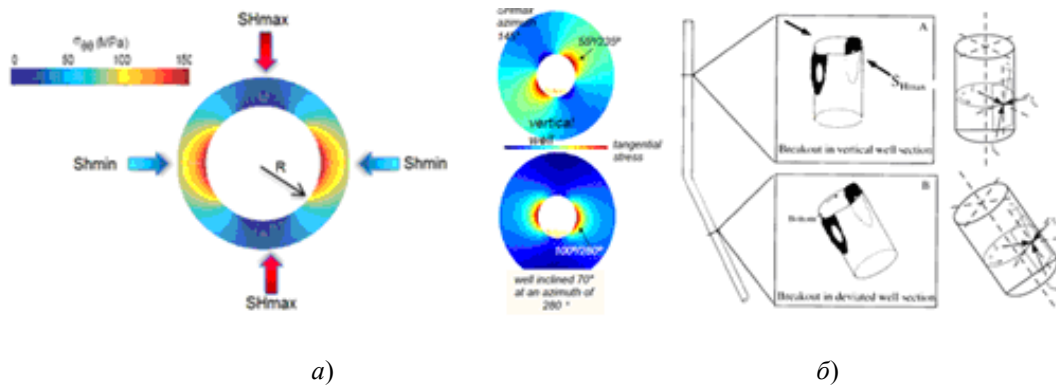


Рис. 4. Распределение напряжений вблизи стенки: а – вертикальной скважины; б – наклонной скважины

Для оценки влияния направления главных векторов тензора напряжений, а также инклинометрии скважины в системе MathCAD реализован метод Кирша с учетом поворота тензора. Входные данные об упругопрочностных свойствах горных пород были взяты из 1D геомеханической модели механических свойств (рис. 5).

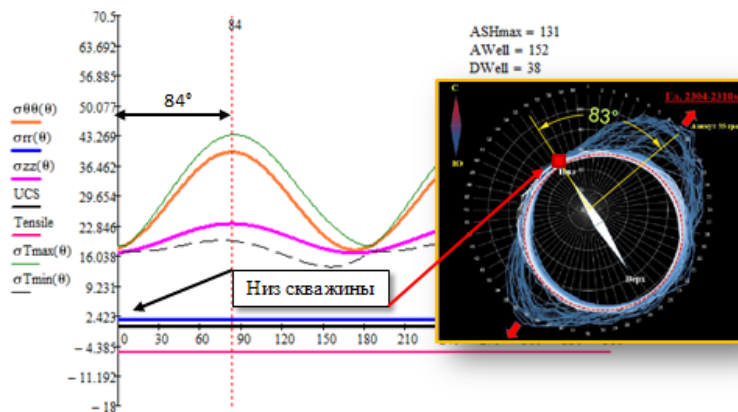


Рис. 5. Сравнение направлений вывалов, определенных в скважине с результатами моделирования по методике Кирша

Как можно увидеть из рис. 5, аналитические расчеты весьма хорошо согласуются со скважинными исследованиями. Отсюда можно сделать вывод о том, что применяя данную методику, можно проводить анализ направлений векторов главных напряжений, которые могут быть направлены произвольно в пространстве, в скважинах, имеющих произвольную инклинометрию. Таким образом, данную методику можно применять для оценки направлений и магнитуды действия векторов главных напряжений в пласте.

Л и т е р а т у р а

1. Zoback, M. D. Reservoir Geomechanics / M. D. Zoback. – UK, Cambridge : Cambridge University Press, 2007. – 505 p.
2. Petroleum Related Rock Mechanics / E. Fjær [et al.]. – second ed. – Elsevier, Amsterdam, 2008.
3. Kirsch, G. Die Theorie der Elastizität und die Bedürfnisse der Festigkeitslehre / G. Kirsch // Zeitschrift des Verlines Deutscher Ingenieure. – 1998. – P. 707.