

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СТЕНКИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Губайдуллин А.Г.

Научный руководитель – к.т.н. Могучев А.И.

ФГБОУ ВПО Уфимский государственный нефтяной технический университет

В настоящее время при строительстве нефтяных и газовых скважин даже при использовании современных технических средств и систем не удается избежать осложнений, которые препятствуют повышению эффективности бурения и могут привести к аварийным ситуациям.

К осложнениям в результате нарушения целостности стенок скважины относят расширение ствола скважины с образованием каверн и желобов, а также сужение ствола скважины [1]. Сужение ствола скважины может привести к прихвату бурильной колонны.

Проблемы нарушения целостности стенок скважин рассматривались в работах М.Т. Алимжанова, Б.В. Байдюка, В.С. Войтенко, А.Г. Калинина, Г.В. Конесева, В.И. Крылова, Л.М. Левинсона, Е.Г. Леонова, С.Г. Лехницкого, Р.Р. Лукманова, М.Р. Мавлютова, А.Н. Попова, В.Х. Самигуллина, М.К. Сеид-Рза, А.П. Сельващук, Г.А. Семенычева, Л.Е. Симонянца, А.И. Спивака, Н.С. Тимофеева, Т.Г. Фараджева, М.Д. Фаталиева, З.М. Шахмаева, Л.А. Шрейнера, И.Г. Юсупова, Р.С. Яремийчука, Fairhurst, Hiramatsu, Oka, Bradley, Aadnoy, Chenevert, Mastin, Baumgartner, Qian, Pedersen и др..

В данной работе рассмотрено численное решение задачи определения упругого смещения стенки вертикальной скважины (при сужении ствола скважины), обусловленного деформированием горной породы после вскрытия ее долотом. Задача решена методом конечных элементов в программном комплексе Ansys. Аналитическое решение данной задачи получено в работе [2].

При постановке задачи приняты следующие граничные условия: изотропный упругий однородный горный массив, горное давление $p_r=57,000$ МПа, боковое горное давление $p_b=30,666$ МПа, давление бурового раствора $p_c=27,000$ МПа. Модель массива горных пород с пробуренной в нем скважиной показана на рисунке 1. Модель массива горных пород представляет собой куб со сторонами 5000 мм и интервал скважины диаметром 216 мм. Горная порода имеет следующие свойства: модуль упругости $C=1800$ МПа, коэффициент Пуассона $\mu=0,35$, плотность $\rho=1600$ кг/м³.

Сетка конечных элементов массива горных пород выполнена равномерной упорядоченной методом Mapped Face Meshing. На стенке скважины сетка конечных элементов выполнена методом Refinement с показателем измельчения 2 с целью более точного определения параметров напряженного-деформированного состояния стенки вертикальной скважины.

На рисунках 2-5 показаны соответственно распределения эквивалентных напряжений по Мизесу, распределение максимальных касательных напряжений, интенсивность напряжений, упругое смещение стенки скважины. Наибольшие значения эквивалентных напряжений сосредоточены в окрестности скважины. Максимальному значению эквивалентных напряжений (28,356 МПа) соответствует стенка скважины. Значение эквивалентных напряжений убывает с увеличением расстояния от стенки скважины.

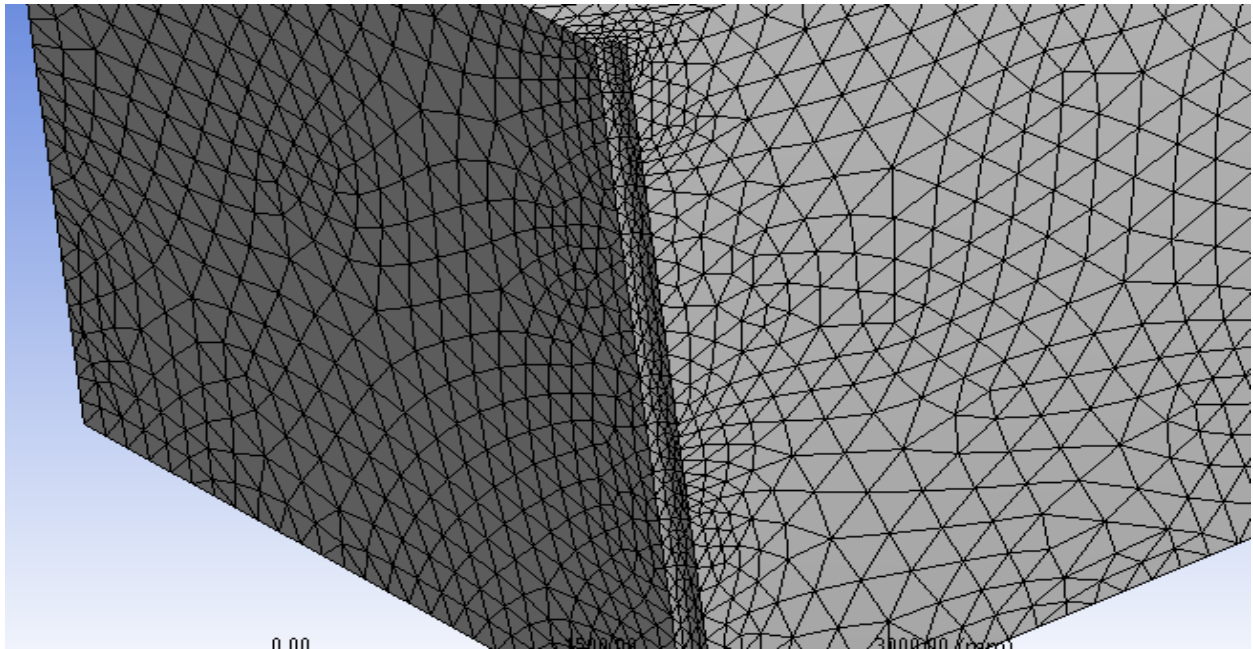


Рисунок 1 – Модель массива горных пород

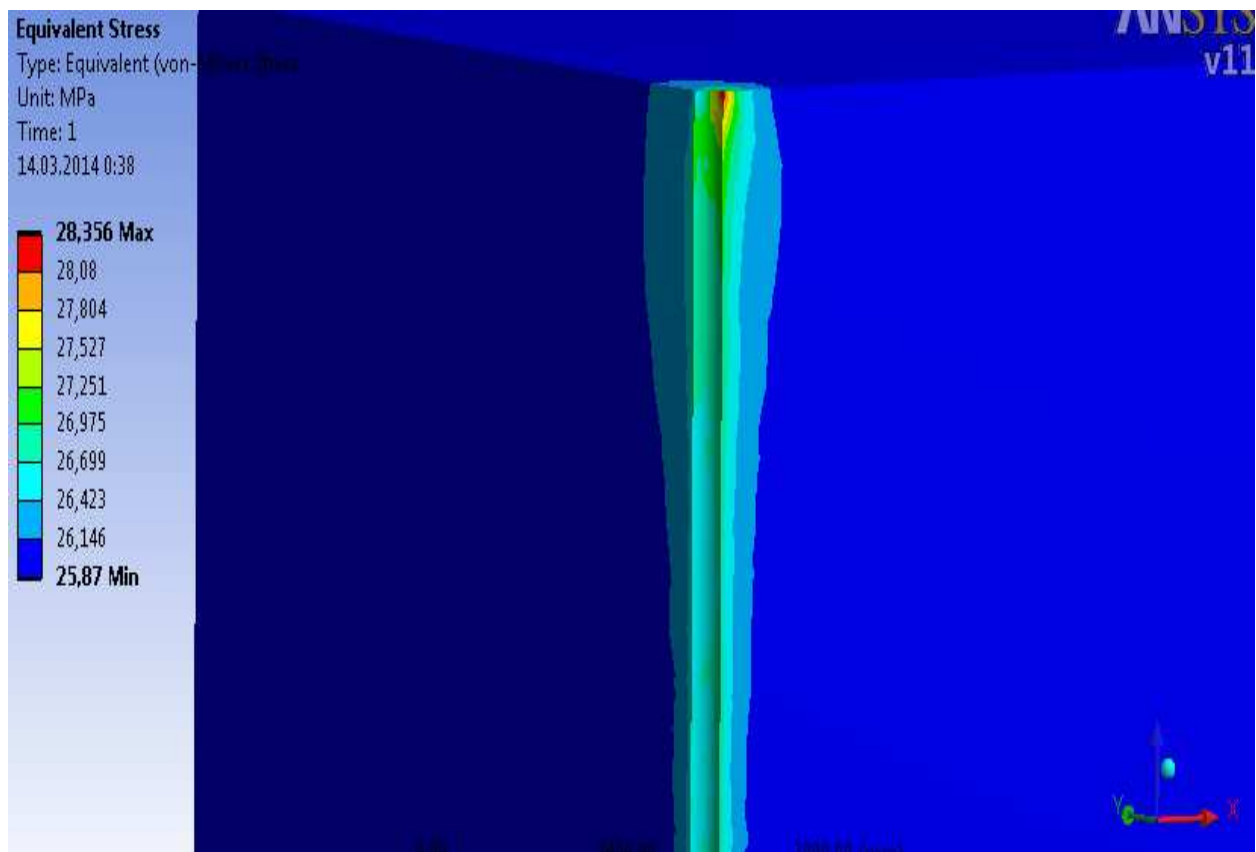


Рисунок 2– Эквивалентные напряжения

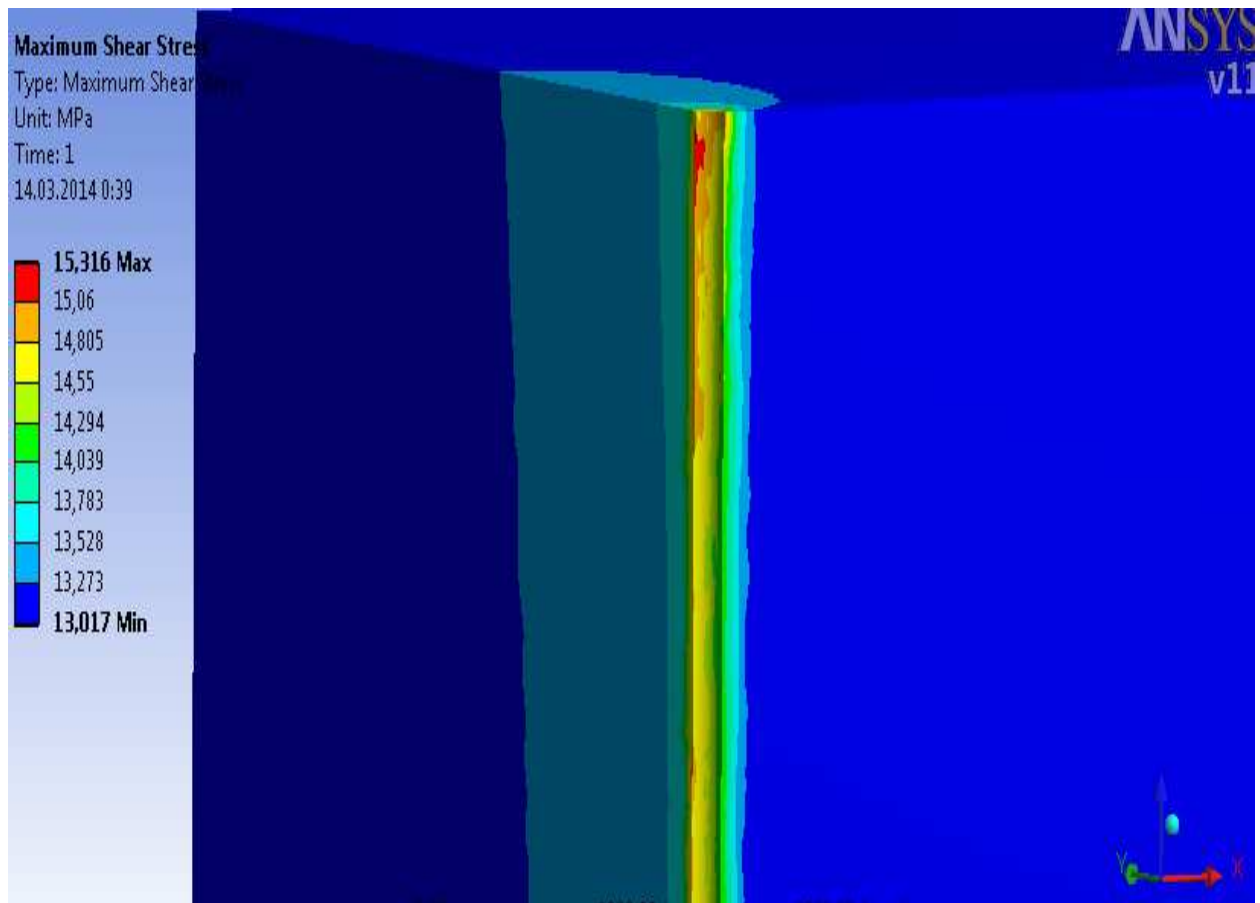


Рисунок 3– Наибольшие касательные напряжения

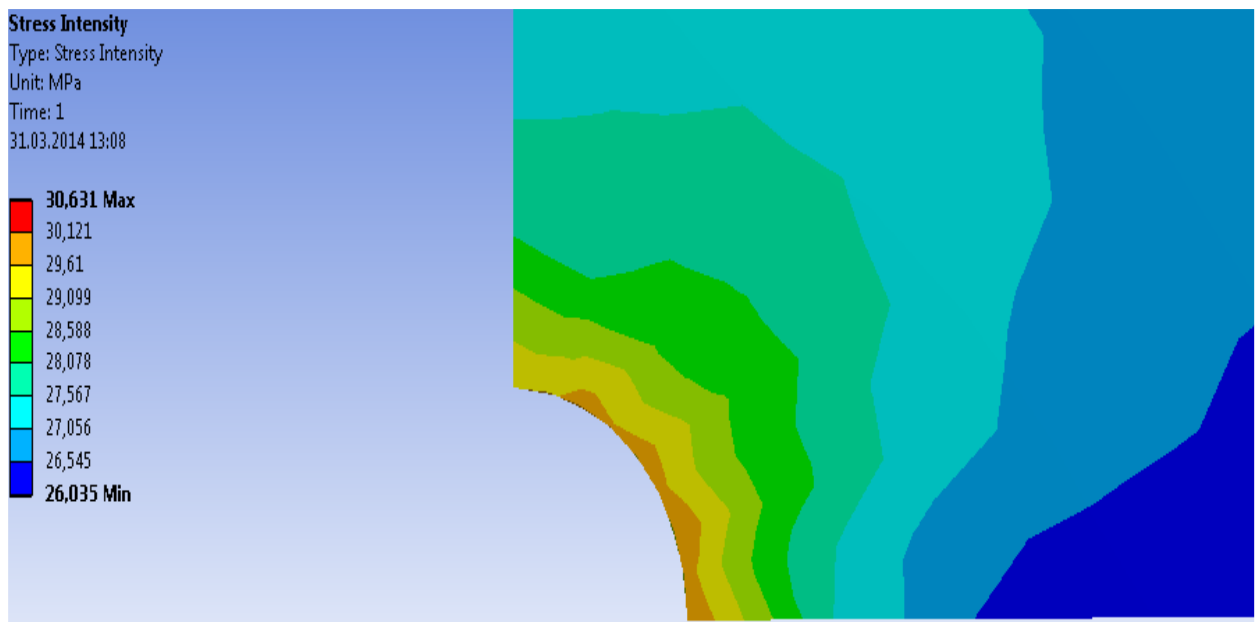


Рисунок 4 – Интенсивность напряжений

Распределение наибольших касательных напряжений и интенсивности напряжений аналогично распределению эквивалентных напряжений с максимальными значениями на стенке скважины и уменьшением значений напряжений с увеличением

расстояния от стенки скважины. Максимальные значения наибольших касательных напряжений и интенсивности напряжений составляют 15,316 МПа и 30,631 МПа.

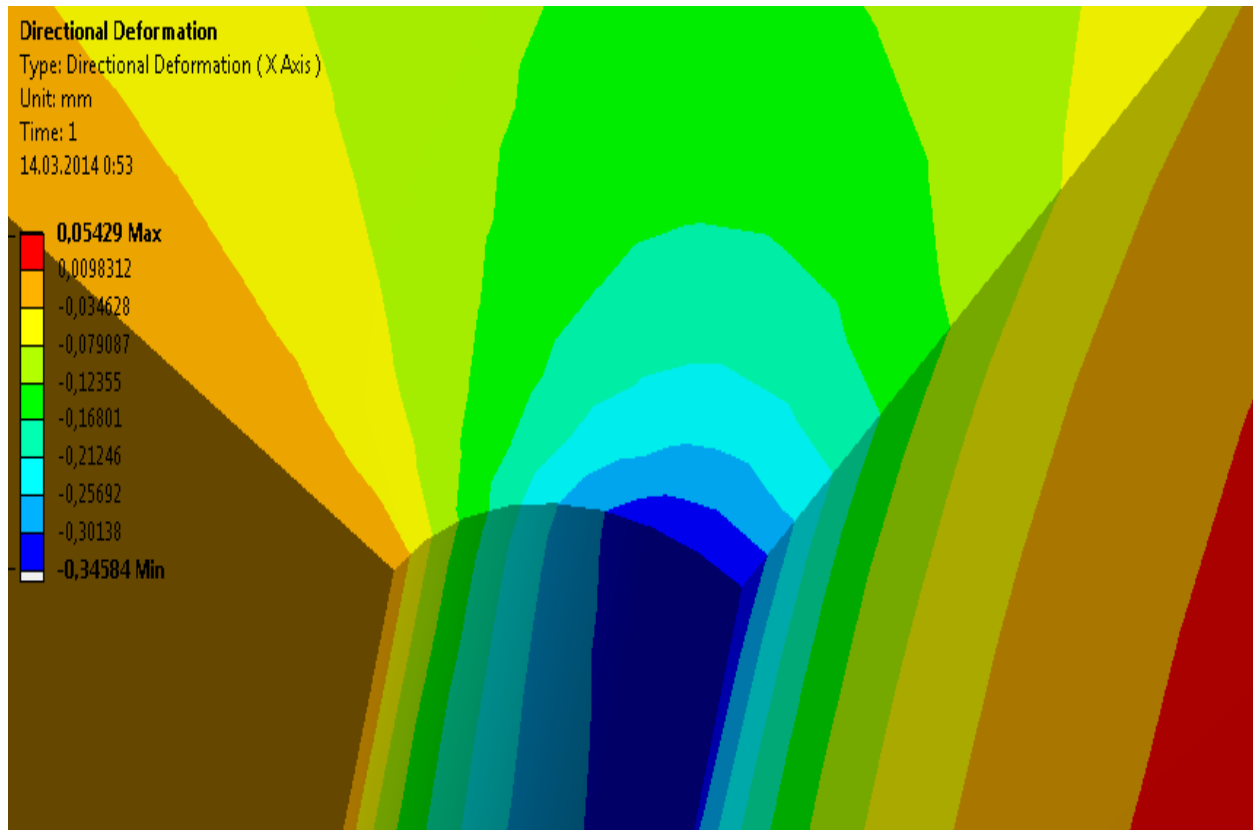


Рисунок 5 – Смещение стенки скважины

Максимальное значение смещения стенки скважины полученное методом конечных элементов имеет значение 0,34584 мм. В сравнении значение аналитического решения данной задачи, полученное в работе [2] имеет значение 0,33840 мм.

Результаты расчета показывают высокую точность и эффективность применения программного комплекса Ansys для решения задач геомеханического обеспечения устойчивости стенок скважин.

Целями дальнейших исследований являются решение задач упругого деформирования стенок наклонных и горизонтальных скважин, упруго-пластического деформирования стенок наклонных и горизонтальных скважин с последующим учетом явлений ползучести и крепления скважины.

Список литературы

1. Басарьгин, Ю.М., Булатов, А.И., Проселков, Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2001. – 632 с.
2. Попов, А.Н., Могучев, А.И., Попов, М.А. Деформирование стенок наклонной скважины и его влияние на работу и изнашивание буровых долот. // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море: научно-технический журнал. - М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2008. - №3. - С. 6-12.