

Сравнение результатов расчета МКЭ с расчетом по НТД для цилиндрической обечайки

В данной работе было произведено сравнение результатов расчета напряжений методом конечных элементов (МКЭ) с расчетом по нормативно-технической документации (НТД) цилиндрической обечайки, нагруженной внутренним давлением $p = 2,6$ МПа. Диаметр обечайки равен 3850 мм, толщина 30 мм.

1. Расчет по НТД

В качестве НТД для расчета напряжений были выбраны ПНАЭ Г-7-002-86, п.4.2.1.1 (табл. 1) и ГОСТ 52857.2-2007, п.5.3.1 (табл. 2).

Табл. 1. ПНАЭ Г-7-002-86

Исходные данные	
$m_1 = 2$	
$m_2 = 1$	- коэффициенты (табл. 4.2);
$m_3 = 1$	
$D = 3850$ мм	- номинальный внутренний диаметр обечайки;
$\varphi = 1$	- расчетный коэффициент снижения прочности;
$p = 2,6$ МПа	- расчетное давление;
$S_R = 30$ мм	- расчетная толщина стенки;
$s - c = 30$ мм	- фактическая толщина стенки;
Пределы применимости формулы (табл. 4.2)	
$\frac{s - c}{D} = \frac{30}{3850} = 0,0078 \leq 0,3$	
Решение	
$S_R = \frac{p D m_3}{m_1 \varphi [\sigma]} - p m_2$	
Выражая из исходной формулы напряжение, получим:	
$\sigma = \frac{p D m_3}{m_1 m_2 \varphi S_R} + \frac{p}{m_1 \varphi} = \frac{2,6 \cdot 10^6 \cdot 3850 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 10^{-3}} + \frac{2,6 \cdot 10^6}{2 \cdot 1} = 168 \text{ МПа}$	

Исходные данные	
$D = 3850 \text{ мм}$ $\varphi_p = 1$ $p = 2,6 \text{ МПа}$ $S_R = 30 \text{ мм}$ $s - c = 30 \text{ мм}$	<ul style="list-style-type: none"> - номинальный внутренний диаметр обечайки; - коэффициент прочности сварных швов; - расчетное давление; - расчетная толщина стенки обечайки; - фактическая толщина стенки;
Пределы применимости формулы (п. 5.2)	
$\frac{s - c}{D} = \frac{30}{3850} = 0,0078 \leq 0,1$	
Решение	
$s_{1p} = \frac{pD}{2[\sigma]\varphi_p - p}$ <p>Выражая из исходной формулы напряжение, получим:</p> $\sigma = \frac{p(D + S_R)}{2S_R\varphi_p} = \frac{2,6 \cdot 10^6 (3850 \cdot 10^{-3} + 30 \cdot 10^{-3})}{2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 1} = 168 \text{ МПа}$	

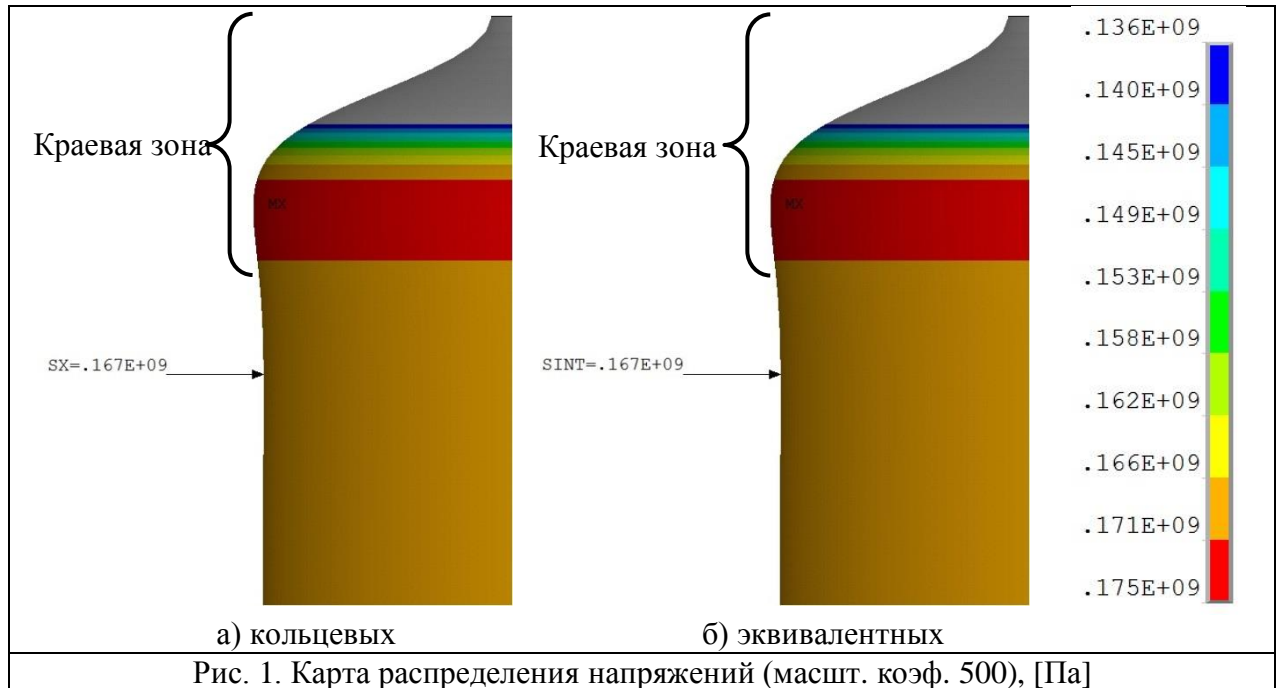
Вывод:

Формулы расчета напряжений для выбранной НТД схожи, как следствие совпадают полученные значения.

2. Расчет МКЭ.

В качестве программы конечно-элементного анализа была использована универсальная программа ANSYS.

С целью определения краевой зоны и значений напряжений была построена оболочечная расчетная модель обечайки (SHELL181) и произведен расчет. Карты распределения кольцевых и эквивалентных напряжений представлены на рис. 1.



Выводы:

1. На удалении от места закрепления обечайки напряжения распределены равномерно, следовательно, данную часть можно рассматривать как зону без влияния краевого эффекта.
2. Полученные в ANSYS значения кольцевых и эквивалентных напряжений совпадают.

3. Заключение.

НТД производит оценку эквивалентных напряжений вне краевой зоны, которые в свою очередь, равны кольцевым. Значения напряжений, полученные в ANSYS и НТД, совпадают.