

УДК 539.3

Е.В.Переяславец (асп., каф. МПУ), С.О.Гостевских (4 курс, каф. МПУ)  
А.И.Боровков, к.т.н., проф., Д.Б.Бирюков, д.т.н., в.н.с. АООТ «НПО ЦКТИ»

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБНОЙ ДОСКИ  
ПОДОГРЕВАТЕЛЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ КАМЕРНОГО ТИПА  
2. НОВОЕ КОНСТРУКЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ТРУБНОЙ ДОСКИ

С целью уменьшения металлоемкости и трудозатрат на изготовление трубной доски предложено уменьшить ее толщину путем введения нового специального конструкционного элемента – дополнительного ребра жесткости (рис. 1). При этом в ходе многовариантных КЭ исследований пространственного напряженного состояния трубной доски требовалось подобрать геометрические параметры ребра жесткости таким образом, чтобы уровень возникающих в трубной доске напряжений (в первую очередь, максимальных радиальных напряжений) не превышал допустимых по Нормам прочности [1] для данной группы категории напряжений.

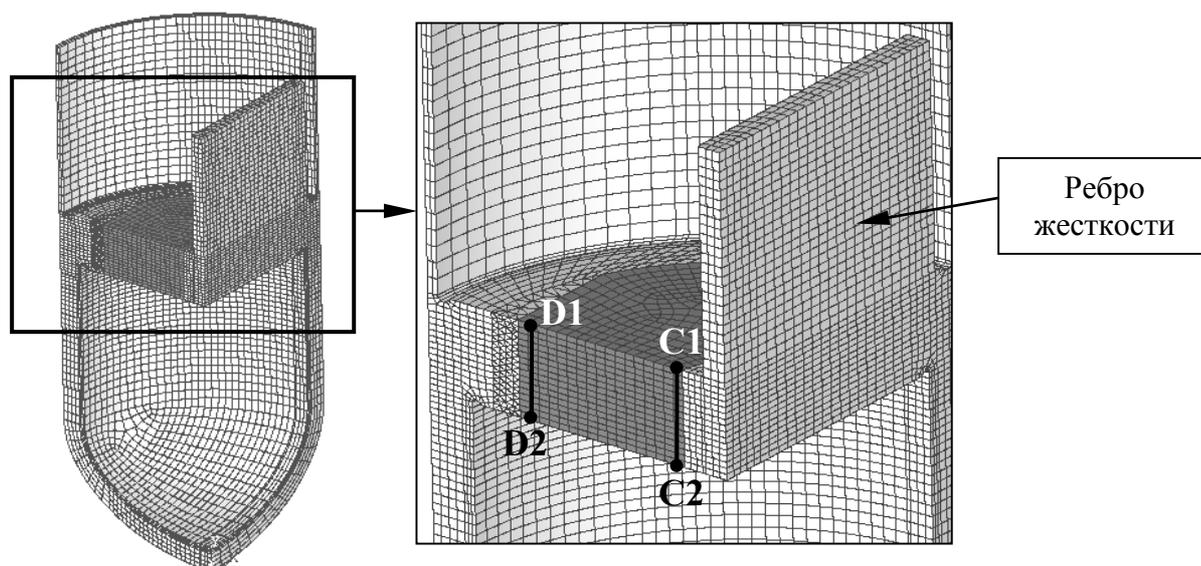


Рис. 1

Предлагаемое конструкционное решение увеличивает жесткость и, следовательно, позволяет уменьшить толщину трубной доски, оставаясь при этом в зоне допустимых по Нормам напряжений. В силу высокой плотности и большого количества перфораций трубной доски даже при небольшом уменьшении ее толщины существенно уменьшается общая длина сверления цилиндрических каналов, т. е. такая конструкция значительно легче реализуема с технологической точки зрения. Пространственная КЭ модель новой конструкции, содержащая дополнительное ребро жесткости, представлена на рис. 1. КЭ модель содержит 27325 20-узловых элементов и 120931 узел (362793 степени свободы).

В результате многовариантного КЭ исследования с целью подбора квазиоптимальных геометрических параметров ребра жесткости и толщины трубной доски установлено, что толщину трубной доски можно уменьшить с 590 до 420 мм при габаритных размерах ребра жесткости 2500\*1000\*200 мм. Максимальные радиальные напряжения в эффективном однородном изотропном материале, который соответствует перфорированной зоне трубной доски, возникают вблизи жесткого центра (рис. 2, 3). Это объясняется различием упругих свойств перфорированной области и жесткого центра, а

также наличием в данной области наибольших деформаций. Максимальное и минимальное радиальные напряжения составляют  $\sigma_r^{max} = 152$  МПа,  $\sigma_r^{min} = -98$  МПа соответственно. Средние напряжения при чистом изгибе  $\sigma_n^{cp} = (\sigma_r^{max} + |\sigma_r^{min}|)/2 = 125$  МПа. Это означает, что предложенная геометрия подогревателя с новым

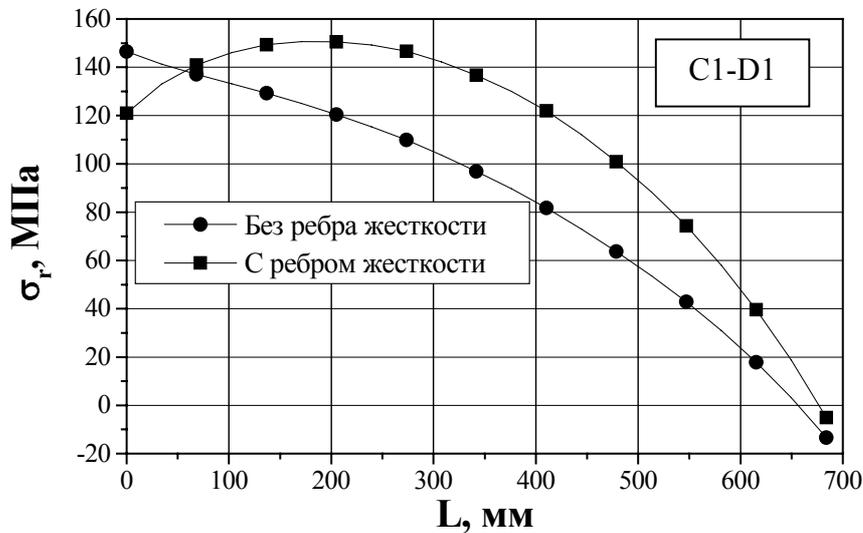


Рис. 2

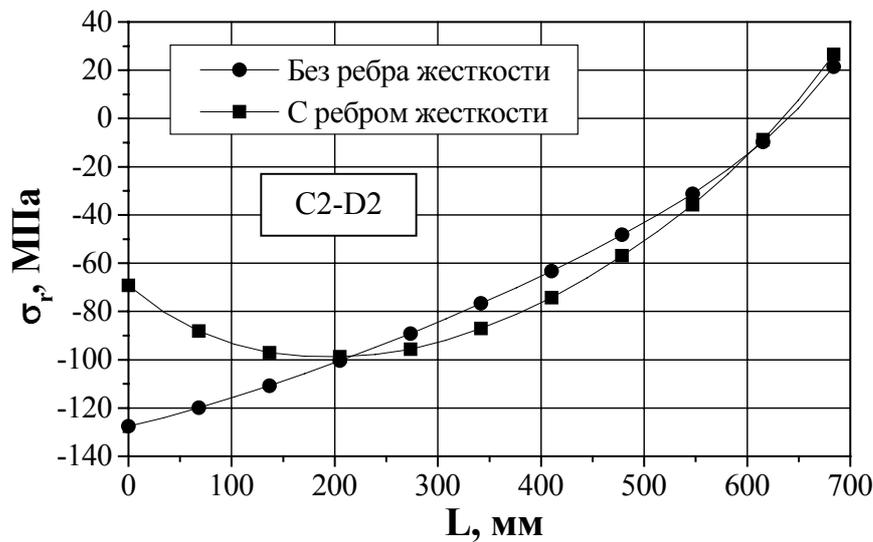


Рис. 3

конструкционным решением трубной доски является допустимой по Нормам прочности. Важный практический вывод выполненных многовариантных КЭ исследований – уменьшение металлоемкости трубной доски в 1.4 раза и существенное снижение трудозатрат на ее изготовление за счет уменьшения суммарной длины сверления под каналы на 1.275 км:  $7500 \text{ отв.} \cdot (590 - 420) \text{ мм} = 1.275 \cdot 10^6 \text{ мм} = 1.275 \text{ км}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-002-86)/ Госатомэнергонадзор СССР. М., Энергоатомиздат, 1989.