

ИССЛЕДОВАНИЕ УЗЛОВ С РЕБРАМИ ТРУБЧАТЫХ  
СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аналитический подход к решению рассматриваемой проблемы показал, что несмотря на то, что вопросам расчета круговых цилиндрических оболочек при локальных и сосредоточенных воздействиях посвящено большое количество исследовательских работ советских и зарубежных авторов, контактная задача с нагружением оболочки — трубы через систему ребер требует более строгого решения.

Расчет узлов трубчатых конструкций выполняется на базе разработанного автором метода решения задачи для тонкостенной замкнутой упругой цилиндрической оболочки с использованием технической моментной теории В.З.Власова, гипотезы которой с незначительной погрешностью могут быть приняты для труб при  $\frac{d}{h} > 20$ .

Также рассматривалась возможность решения контактной задачи на базе общей моментной теории с применением итерационного метода Ньютона, принимая в первом приближении решение по технической теории оболочек. Как показал сравнительный анализ, значения корней характеристических уравнений по одной и другой теориям отличаются всего на несколько процентов, что говорит о правомочности принятой в исследовании технической теории, исходные уравнения которой представляются в виде разрешающего уравнения равновесия 8-го порядка в частных производных относительно функции радиального перемещения и двух уравнений совместности.

Рассматриваются различные случаи нагружения оболочки-трубы через элементы жесткости. Исследуется напряженно-деформированное состояние тонкостенной трубы с продольными ребрами при воздействии на оболочку продольного усилия, узлового момента и продоль-

ной сдвигающей силы. Также решается задача при контактном нагружении трубы через кольцевые ребра на действие узлового продольного момента и радиальной силы с учетом торцевого смятия ребер и податливости сварных швов соединения. Исследуется работа узлов с системой продольно-кольцевых ребер, рассматривая влияние податливости и конструктивной формы элементов и их размеров. Анализируются их оптимальные параметры.

Приводятся аналитические выражения контактной нагрузки при воздействии на оболочку-трубу продольного момента, радиальной тангенциальной нагрузок, приложенных через конструктивные элементы произвольной длины и углов обхвата, а также зависимости, учитывающие влияние продольного поясного усилия, торцевого смятия ребер, податливости сварных швов, постоянной и переменной жесткостей продольных кольцевых ребер.

Численная реализация аналитических решений по исследованию напряженно-деформированного состояния узлов выполнена на ЭВМ ЕС-1022 на примерах расчета узлов с сечением поясной трубы  $\phi 219 \times 5$  мм. Также приводится сравнение теоретических значений радиальных перемещений и внутренних усилий с результатами экспериментального исследования узлов на стальных образцах путем сопоставления соответствующих эпюр, а также в табличном виде. Для обобщения результатов расчета используется метод подобия, позволяющий получить общие аналитические выражения напряженно-деформированного состояния узла. Обобщение обследования производится на основе аппроксимации численных решений "базисной" оболочки с использованием в качестве критерия исчерпания несущей способности узла достижением полного пластического шарнира в зоне концентрации напряжений.

Излагается алгоритм инженерного метода расчета трубчатых узлов с иллюстрацией метода на примерах. Практический метод расчета предназначен для выполнения расчетов по определению несущей способности узлов с ребрами и выбора их рациональной конструктивной формы. Рекомендации могут быть использованы научно-исследовательскими и проектными организациями при вариантном проектировании узлов и поверочных расчетах несущей способности трубчатых конструкций, а также в дипломном проектировании студентами строительных ВУЗов.

Следует отметить, что область упруго-пластической работы узлов превышает упругую стадию в 4-5 раз, поэтому задачей дальнейших исследований является решение контактной задачи и определение напряженно-деформированного состояния с учетом деформаций.