

А. В. Миронович (БИСИ)

Ф. В. Соболев (МИСИ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ТРУБЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Развитие стальных конструкций с применением круглых труб выдвинуло ряд новых и сложных задач в области исследования напряженно-деформированного состояния узловых зон. В трубчатых конструкциях надежная работа узлов оказывает решающее влияние на несущую способность и жесткость системы в целом.

В настоящее время во многих странах ведутся интенсивные экспериментальные исследования действительной работы узлов. Однако, несмотря на это, все еще имеют место проблемы в сведениях о напряженном состоянии узловых зон трубчатых конструкций и отсутствует подробная характеристика действительной работы узлов. Вместе с тем, как признают сами авторы эмпирических методик расчета узлов трубчатых конструкций, ни одна из них не может считаться достоверной и полностью обоснованной.

Для установления действительной работы узловых зон трубчатых конструкций были проведены испытания в лаборатории строительных конструкций Брестского инженерно-строительного института.

Программой испытаний предусматривалось исследовать напряженно-деформированное состояние узловых зон в условиях "центрально" приложенных узловых нагрузок образцов с: а) одним продольным ребром (I тип); б) одним кольцевым ребром с углом обхвата трубы $2\varphi_0 = 90^\circ$ (II и III типы); в) системой ребер, состоящих из радиального продольного ребра и двух кольцевых ребер ($2\varphi_0 = 90^\circ$) по его концам (IV тип).

Материалом для изготовления образцов служили стальные прямошовные электросварные трубы (по ГОСТ 10704-76). На середине пролета оболочки-трубы приваривались ребра.

Испытание моделей трубчатых узлов выполнялось на стенде, позволявшем нагружать узел изгибающим моментом и радиальными силами в обоих направлениях. Осциллограммы перемещения фиксировались прогибомерами системы БПАО, а локальное напряженное состояние узла на наружной поверхности трубы определялось большим числом упорядоченно расположенных фольговых тензодатчиков типа 2ФКПА5-100-В с базой 5 мм, позволявших зафиксировать пластические деформации и

определить характер локального напряженного состояния узлов.

Нагружение и разгрузка узлов повторялись для выявления закономерностей в их работе. Установлено, что пластическая деформация начинается при 15% нагрузке от разрушающей величины, и это практически не отражается на характере общих деформаций. Стадия псевдоупругого состояния продолжается до величины 0,6–0,7 от разрушающей нагрузки, наступление которой характеризуется быстрым нарастанием прогиба.

Разгрузка узла из состояния, близкого к исчерпанию несущей способности, приводила к перераспределению напряжений в локальной зоне и при последующих нагружениях — к упругой работе. Это позволяет четко установить несущую способность и жесткость узла, исходя из соображений по работе в упругой стадии, и наметить механизм разрушения в виде появления системы линейчатых пластических шарниров.

Краткие выводы

1. В упругой стадии результаты экспериментов близки к теоретическим данным (углы наклона кривых по теории и эксперименту примерно равны).

2. При нагрузке, превышающей по краевой текучести в 3–4 раза, узел работает псевдоупруго (зафиксировано снижение жесткости узла до 2 раз).

3. Разрушающая нагрузка превышает нагрузку при краевой текучести в среднем в 6 раз, т.е. область упруго-пластической работы узла превышает упругую стадию в 5 и более раз.

4. При нагрузке, превышающей псевдоупругую, наступает стадия образования механизма разрушения (наступает заметная нелинейность в диаграмме, выходят из строя тензодатчики вблизи компенсатора, в близлежащих областях свидетельствуют о перераспределении узлов и изменении схемы конструкций).