

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТОНКОСТЕННОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ОБМОТКЕ ЕЕ НАПРЯЖЕННОЙ АРМАТУРОЙ

А.И.Айнабеков, З.А.Звягина, Н.Ж.Жанабай
ЮКГУ им. М.Ауезова, г. Шымкент

В последние годы на кафедре «Прикладная механика» интенсивно проводятся исследования предварительно – напряженных листовых металлических конструкций. Основная идея такой конструкции заключается в том, что с помощью предварительно растянутой арматуры перераспределяются усилия в конструкции таким образом, чтобы разгрузить внутренний слой из менее прочного материала. Увеличение предварительного напряжения в листовых конструкциях приводит, с одной стороны, к возрастанию несущей способности, а с другой – к уменьшению массы и стоимости конструкции. Но величина предварительного напряжения ограничена, так как при больших значениях оболочка может потерять устойчивость [1,2].

Теоретическое решение задачи об устойчивости тонкостенной цилиндрической оболочки под действием напряженной кольцевой обмотки показывает довольно большой разброс результатов. Чтобы установить, в какой степени критические напряжения, полученные на основании теоретических исследований, соответствуют действительным (фактическим) значениям, были проведены экспериментальные исследования на моделях – образцах цилиндрических оболочек.

Перед экспериментальными исследованиями стояли следующие задачи:

- изучение характера и формы потери устойчивости тонкостенного цилиндра при обжатии его гибкой высокопрочной обмоткой;
- определение критических нагрузок, при которых наступает потеря устойчивости цилиндрической оболочки;
- исследование напряженно – деформированного состояния стенки цилиндрического образца между витками напряженной обмотки.

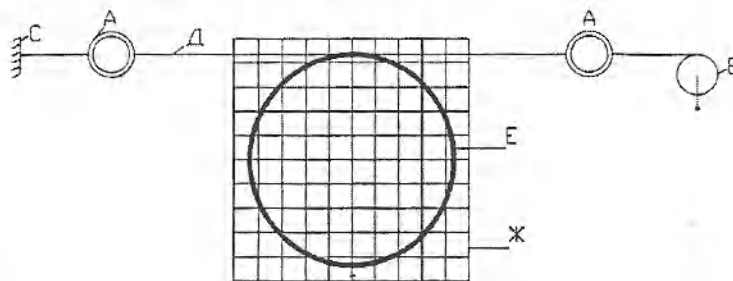
Исследованы модели-образцы, выполненные из тонкостенной жести (первая серия – толщиной 0,5 мм, вторая серия – 0,7 мм, третья серия – 0,8 мм, четвертая серия – 1,0 мм) с модулем упругости $E = 2,01 \cdot 10^5$ МПа. Материал, из которого были изготовлены образцы, имел следующие характеристики: предел пропорциональности 220 МПа, временное сопротивление 300 МПа. Образцы имели разный диаметр, а следовательно, и разные гибкости (r/δ). Всего проведено 160 испытаний цилиндрических образцов. Предварительное напряжение осуществлялось витками мягкой высокопрочной проволоки диаметром 1,0 мм, 2,0 мм, 3,0 мм.

Испытуемый образец располагали на стенде. Для выявления начальных несовершенств наблюдения за радиальным перемещением стенки оболочки в процессе испытаний образец

располагали на пластине из органического стекла, на котором были отмечены контуры геометрически правильных окружностей образцов.

Начальные несовершенства и отклонения от геометрически правильной окружности носились в специальный журнал. В процессе ступенчатого натяжения напрягаемой арматуры время и характер выпучивания описывалось и заносилось в журнал испытаний.

Один конец высокопрочной проволоки закреплялся в жестко закрепленный уголок, в котором предусмотрены специальные отверстия для фиксации проволоки. Для предотвращения перемещений кольца из плоскости стэнда в процессе изменения шага навивки шаг вы указанных отверстий принят с учетом принятых шагов и выбранного количества витков пружинной проволоки. Схема испытательного стэнда приведена на рисунке 1.



- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| А - динамометр | Д - навиваемая арматура |
| Б - механическая лебедка | Е - модель-образец |
| С - жестко закрепленный уголок | Ж - органическое стекло с контуром |

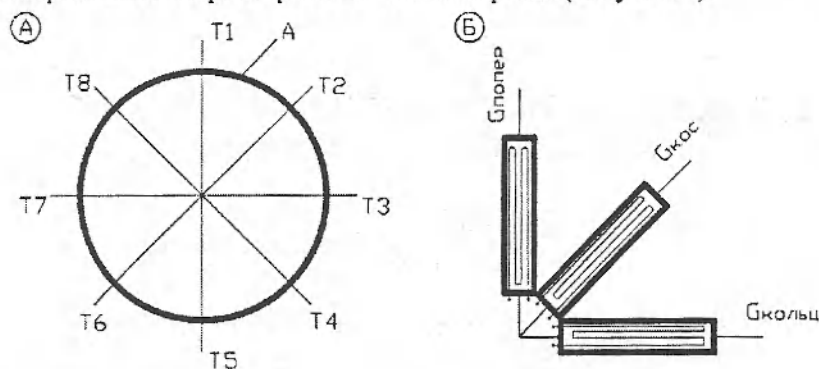
Рисунок 1 - Схема испытательного стэнда для исследования потери устойчивости моделей - образцов цилиндрических оболочек

Другой конец высокопрочной проволоки закреплялся на зажимах механической лебедки, в которой предусмотрено поступенчатое натяжение проволоки. Для определения усилия натяжения проволоки на одном из участков устанавливался динамометр.

Благодаря такой методике постепенно увеличивалась сила натяжения витка и тогда фиксировалось ее значение в момент потери устойчивости образца.

Для точного отражения истинной картины напряженного состояния стенки предельно - напряженной оболочки на внутренней поверхности моделей образцов были установлены тензорезисторы ПКБ с базой 5 мм.

Схема установки тензорезисторов обеспечивает определение кольцевых, продольных касательных напряжений в характерных сечениях образца (Рисунок 2).



- Т1 - тензорезисторы
А - модель-образец

- Гпопер - поперечное напряжение
Гкас - касательное напряжение
Гкольц - кольцевое напряжение

Рисунок 2 - А) Схема размещения тензорезисторов на стенке цилиндрической оболочки модели-образца
Б) Схема размещения тензорезисторов на одной точке

Количество тензорезисторов, места их расположения определены задачами опыта. Монтаж тензорезисторов произведен клеем 192 Т, не требующим термической обработки.

Деформации стенки трубопровода определялись тензометрическими средствами [3]. В качестве первичных преобразователей приняты проволочные тензорезисторы базой 5 мм на бумажной основе, а вторичной измерительной аппаратурой служил АИД-4 с ценой деления 10^{-6} е.о.д. в комплекте с автоматическими переключателями типа 1. Использованы тензорезисторы с одинаковой чувствительностью и сопротивлением.

Для регистрации перемещений стенки трубопровода использовались индикаторы типа ИЧ-04 с ценой деления 0,01 мм, которые были установлены на специальных штейнах в зонах рассматриваемых сечений моделей-образцов.

Предложенная методика экспериментальных испытаний и выбранная измерительная аппаратура позволили выполнить в полном объеме поставленную перед экспериментальную задачу: исследовать характер и формы потери устойчивости тонкостенной цилиндрической оболочки, определить критические нагрузки, при которых наступает потеря устойчивости и оценить напряженно-деформированное состояние стенки оболочки в момент потери устойчивости.

Литература

- 1 Беленя Е.И. Предварительно-напряженные несущие металлические конструкции.-М.:Стр. 1975.-416 с.
- 2 Беленя Е.И., Астряб С.М., Рамазанов Э.Б. Предварительно-напряженные металлические конструкции.-М.:Стройиздат, 1979.-192 с.
- 3 Ренский А.Б., Баранов Д.С., Макаров Р.А. Тензометрирование строительных конструкций и сооружений.-М.: Стройиздат, 1977.-240с.

Қорытынды

Мақалада орамамен алдын ала кернеуленген кабықшалардың критикалық кернеуін жүзінде ұсынылған. Критикалық кернеудің тәжірибелік шамасын анықтаудағы ерекшеліктер жөнінде шешімдері талданды.

Summary

This article consider critical tensions in covers which compressed by tension winding. The methodic of experiment of covers which compressed by tension winding. Shown the situating of tension on cover.