

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РЕЗЕРВУАРА, УСИЛЕННОГО УГЛЕПЛАСТИКОМ

Омельченко А.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

По условиям работы металлические резервуары относятся к сильно нагруженным ответственным металлоконструкциям, работающим при циклических загрузках, при разных температурных режимах внутри и снаружи сооружения в зимний период и различных ветровых нагрузках. Вследствие этого к металлу резервуара предъявляются особые требования [1], [2].

По статистике разрушения резервуаров (объем 100-5000 м³), большинство хрупких разрушений происходят от коррозии, сварочных дефектов или трещин малоциклового усталости, возникающих вблизи мест концентрации напряжений. Для больших резервуаров (объем более 5000 м³) характерными являются большее количество повреждений от усталости, таких как трещин.[3], [4].

В исследовании рассматривается наиболее распространенный и опасный для сварных конструкций вид дефекта – непровар и напряженно-деформированное состояние области непровара сварного соединения в резервуаре.

Для численного расчета резервуара объемом 20000м³ использовался вычислительный комплекс Лира. Резервуар разбивался на конечные-элементы размерами 20x20 см, учитывались основные нагрузки – собственный вес конструкции и гидростатическое давление жидкости (на внутреннюю стенку резервуара)(Рис.1). Непровар сварного соединения моделировался в нижней трети резервуара, - наиболее напряженной области, как отверстие в стенке резервуара размером 10x2 мм. Элемент с непроваром разбивался на конечные элементы размерами 1x1 мм, для более детальной картины напряжений; переход от элементов 1x1 мм к элементам 20x20 см осуществлялся при помощи треугольной генерации конечных элементов (Рис. 2).

Результаты расчета показали, что дефект негативно влияет на всю конструкцию, видны характерные концентрации напряжений области непровара и соответственно вероятность развития трещин (Рис.3).

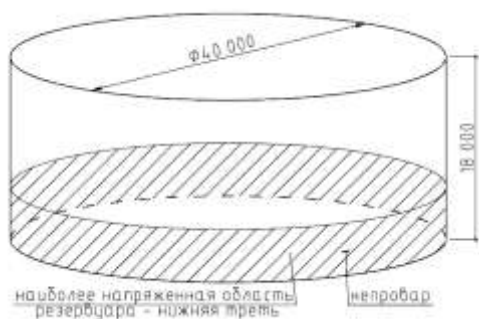


Рис. 1. Расчетная схема резервуара

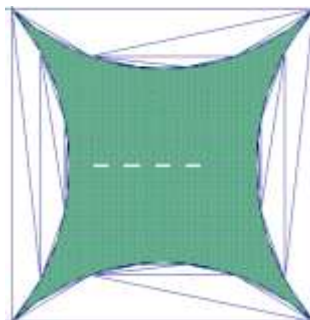


Рис. 2. Элемент резервуара с непроваром (в расч. пр.Лири)

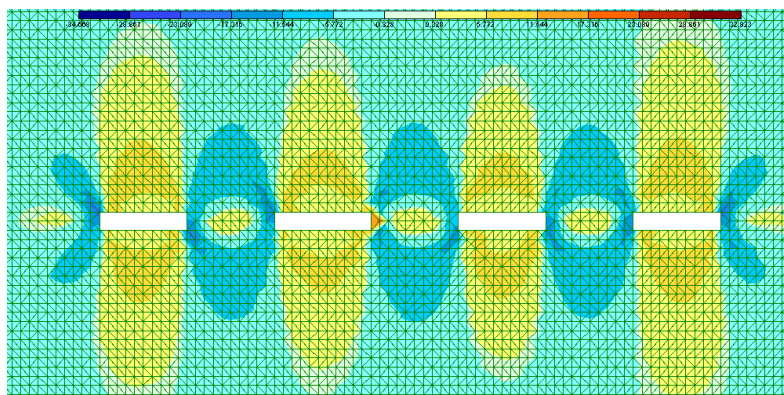


Рис.3. Напряжения $N_{ув}$ области непровара

Усиление углепластиком выполнялось в виде стержней установленных по узлам конечных элементов с характеристиками жесткостей углепластика (Рис.4).

В процессе экспериментальных исследований были изготовлены металлические образцы размерами 350x70 мм, толщинами 3 мм, 5 мм, 8 мм, 12 мм с имитацией непровара сварного соединения; и аналогичные образцы с усилением углепластиковыми накладками (Рис. 5). Испытания производились на растяжение, прикладывалась ступенчатая нагрузка по 0,5 т.

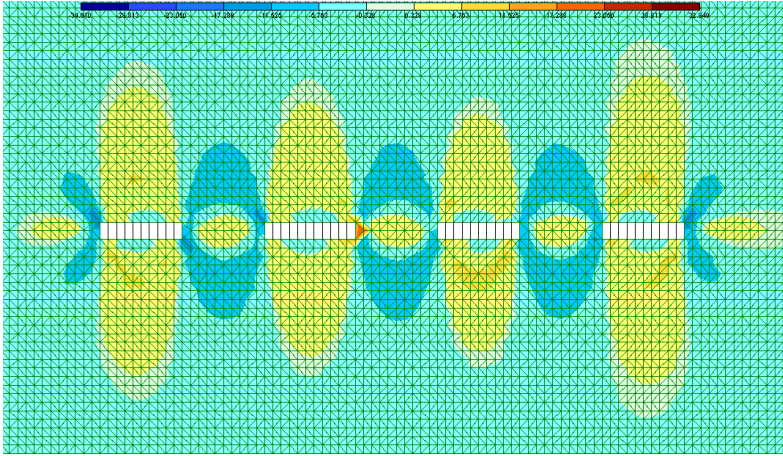


Рис. 4. Напряжения $N_{ув}$ области непровара, после усиления углепластиком

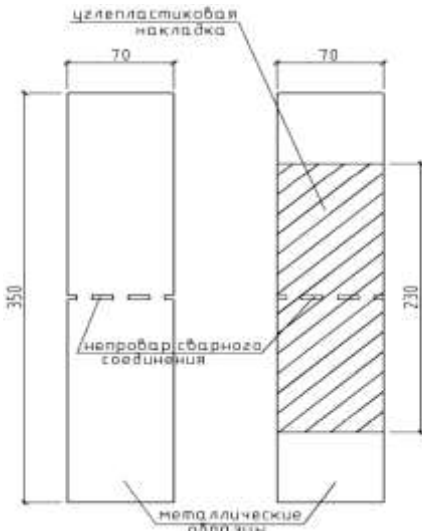


Рис. 5. Лабораторные образцы составили 387 кН/см^2 , а для образца усиленным углепластиком 218 кН/см^2 , т. е. усиленный образец выдерживает нагрузку приблизительно $5,5 \text{ т}$, что совпадает с лабораторными испытаниями.

Выводы

Результаты испытаний показали, что усиленные образцы выдерживают нагрузку приблизительно в 1,5 раза больше, чем образцы без углепластика. Также был выполнен численный расчет образцов аналогичный проведенным испытаниям (Рис. 6, Рис. 7).

К образцам прикладывалась разрушающая нагрузка как при испытаниях соответственно. Критические напряжения $N_{удля}$ численного образца толщиной 5 мм при разрушающей нагрузке

$3,5 \text{ т}$ (согласно лабораторным испытаниям).

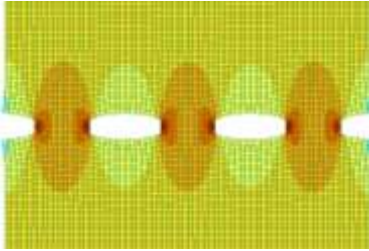


Рис.5. Напряжения σ_y образца толщ. 5 мм.

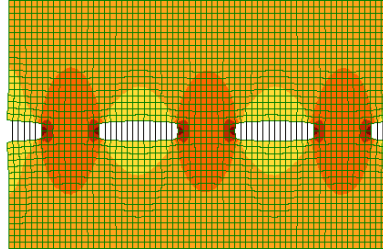


Рис.6. Напряжения σ_y образца толщ. 5 мм, усиленного углепластиком.

Summary

This work is executed for the reason determinations of the influence of the cracks and welding defect on capacity to work reservoir. The explored behaviour of the material at presence in him welded joint. The offered variants of the consolidation damaged area to constructions.

Литература

1. Стоянов В.В. «Металлические резервуары – некоторые проблемы проектирования и реконструкции» в сборнике Металлические конструкции, Д, УАМК, 2007, с. 45-49.
2. Стоянов В.В. «Новое в управлении несущей способности конструкций» в сб.; Совр. строит.констр. Одесса, Врс, 2001, с.164-167.
3. Перельмутер А.В. «Стан та залишковий ресурс фонду будівельних конструкцій в Україні» вид-во «Сталь» Київ-2002.
4. Хоменская А.В., Омельченко А.А., Гилодо А.Ю., Коршак О.М. «Исследование металлических образцов с искусственной трещиной при действии статической нагрузки» в сб. Совр. стр. констр. ч.1. Одесса, Врс, 2010, с. 271-274.