

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ, УСИЛЕННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОМ

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE METAL SAMPLE WITH THE CARBON FIBER

Омельченко А.А., Жилинская Ю.В., Малахов А.И.

(Одесская Государственная Академия Строительства и Архитектуры)

Omelchenko A.A., Jilinskaya U.V., Malahov A.I.

(The Odessa State Academy of Building and Architecture)

Аннотация. Работа выполнена с целью определения влияния сварочных дефектов на работоспособность резервуаров. Исследовано поведение материала при наличии в нем непровара. Предложены варианты усиления поврежденных участков конструкции.

Ключевые слова: резервуар, непровар, углепластик.

The Summary.

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

Key words: reservoir, faulty fusion, carbon fiber.

На протяжении нескольких лет в ОГАСА ведутся исследования способствующие повышению долговечности различных сооружений и, в том числе, резервуаров [1], [2], [4], [5], [6], [7].

По условиям работы металлические резервуары относятся к сильно нагруженным ответственным металлоконструкциям, работающим 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], [3].

Изучая статистику разрушений резервуаров, важно отметить, что на практике большинство хрупких разрушений в вертикальных резервуарах возникает от сварочных дефектов или трещин малоцикловой усталости, возникающих вблизи мест концентрации напряжений [6], [7]. В сварных конструкциях качество швов играет

значительную роль в надежной работе, как отдельных элементов, так и конструкции в целом.

В нашем 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 20000 м^3 использовался вычислительный комплекс Лира. Резервуар разбивался на конечные элементы размерами $20 \times 20 \text{ см}$, 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 $10 \times 2 \text{ мм}$. Элемент с непроваром разбивался на конечные элементы размерами $1 \times 1 \text{ мм}$, для более детальной картины напряжений; переход от элементов $1 \times 1 \text{ мм}$ к элементам $20 \times 20 \text{ см}$ осуществлялся при помощи треугольной генерации конечных элементов (Рис. 2).

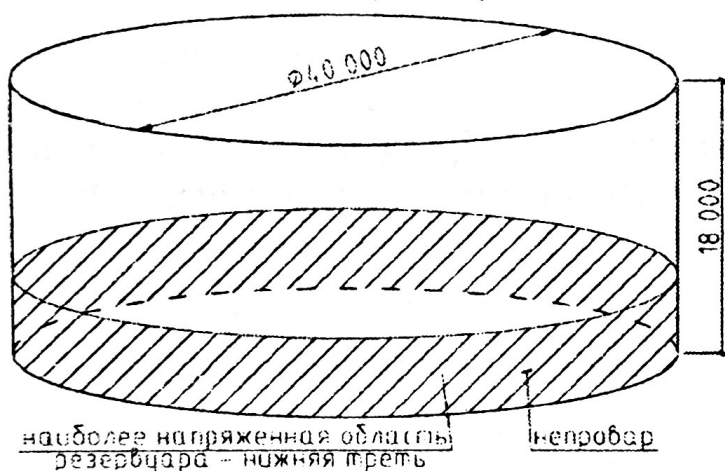


Рис. 1. Расчетная схема резервуара.

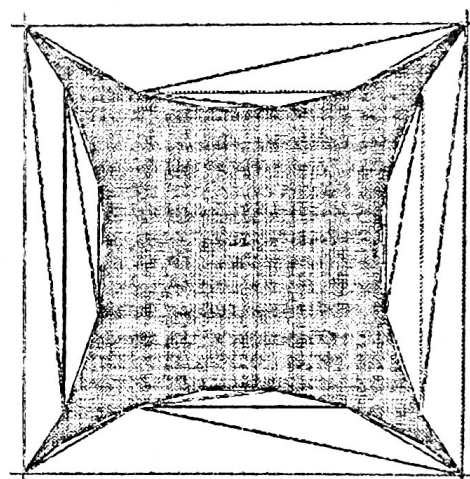


Рис. 2. Элемент резервуара с непроваром (в расч. пр. Лира).

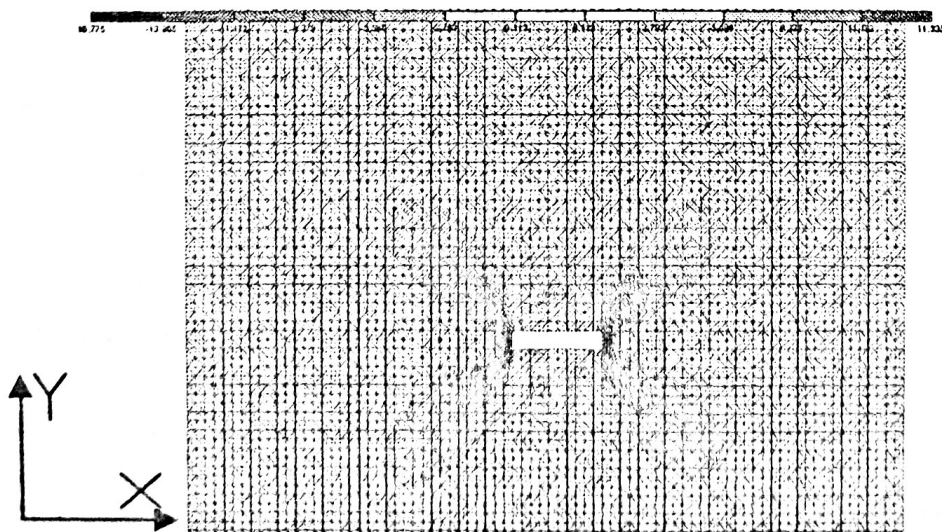
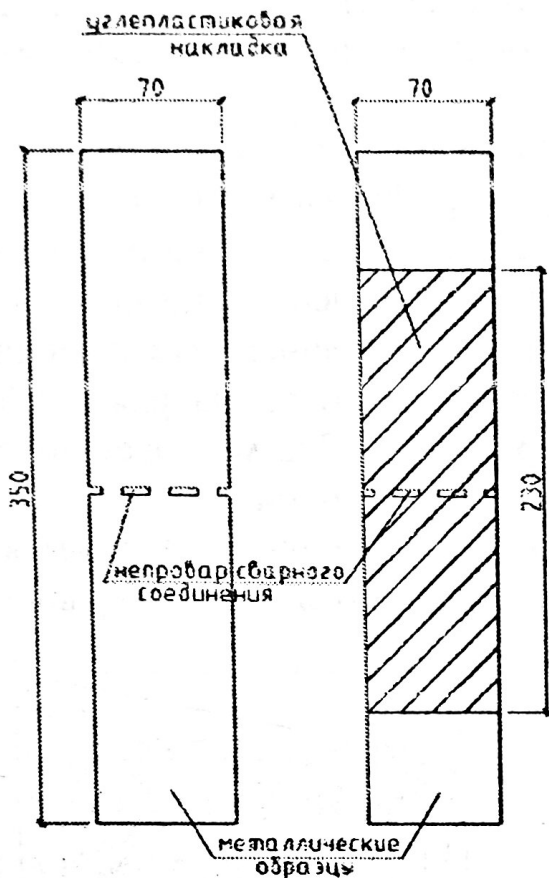


Рис.3. Напряжения N_y в области непровара.

Результаты расчета показали, что дефект негативно влияет на всю конструкцию, наблюдаются характерные концентрации напряжений в области непровара и соответственно вероятность развития трещин (Рис.3). Это говорит о целесообразности усиления.



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. 4). Испытания производились на растяжение, прикладывалась ступенчатая нагрузка по 0,5 т.

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. 5, Рис. 6).

Рис. 4. Лабораторные образцы.

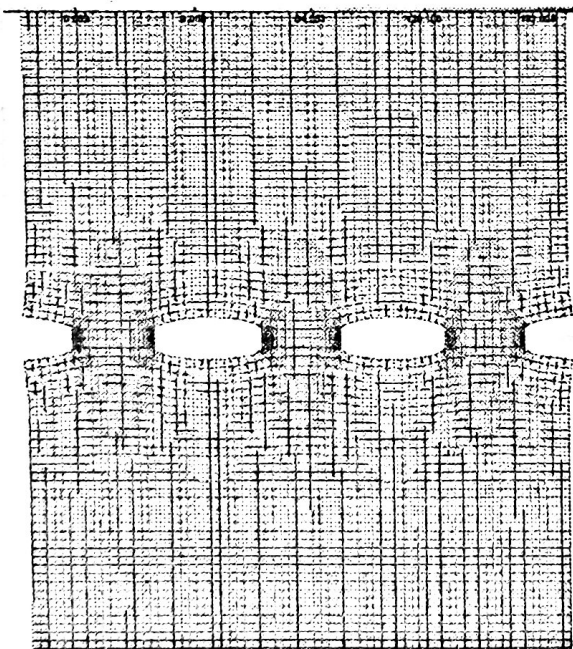


Рис. 5. Напряжения N_y образца толщиной 5 мм.

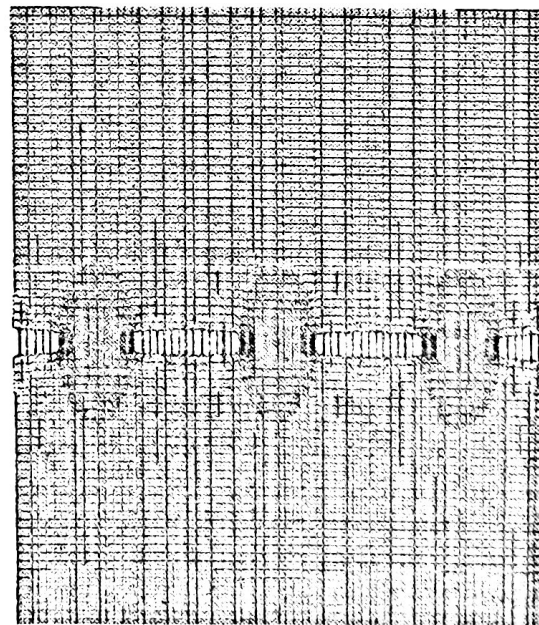


Рис. 6. Напряжения N_y образца толщиной 5 мм, усиленного углепластиком.

Образцы моделировались с разбиением на конечные элементы размерами 1x1 мм, непровар как отверстия размерами 10x2 мм.

Прикладывалась разрушающая нагрузка как при испытаниях соответственно. В расчете образцов на растягивающую нагрузку исследовались напряжения N_y .

Усиление углепластиком выполнялось в виде связей по узлам отверстий, с характеристиками жесткостей углепластика.

Критические напряжения для численного образца толщиной 5 мм при разрушающей нагрузке 3,5 т (согласно лабораторным испытаниям) составили 387 кН/см^2 , а для образца усиленным углепластиком 218 кН/см^2 , т. е. усиленный образец выдерживает нагрузку приблизительно 5,5 т, что совпадает с лабораторными испытаниями. Результаты численного расчета вышли схожи с результатами лабораторных испытаний.

Результаты лабораторных испытаний и численных расчетов подтверждают действенность метода усиления углепластиком металлических конструкций для понижения напряжений, а значит для предотвращения развития дефектов и трещин.

Литература:

1. Стоянов В.В. «Металлические резервуары – некоторые проблемы проектирования и реконструкции» в сборнике Металлические конструкции, Д, УАМК, 2007, с. 45-49.

2. Омельченко А.А. «Напряженно-деформированное состояние металлических резервуаров усиленных углепластиком» магистерская работа, н.р. проф. Стоянов В.В., ОГАСА 2009.

3. Стоянов В.В. «Новое в управлении несущей способности конструкций» в сб.; Совр. строит. констр. Одесса, Врс, 2001, с.164-167.

4. Стоянов В.В. «Проблемы совершенствования комбинированных строительных конструкций с целью повышения их несущей способности» в сб.; Совр. стр. констр. Одесса, Врс, 2003, с. 4-11.

5. Давиденко А.И., Стоянов В.В. «Исследования методом математического моделирования трещиностойкости подкрановой балки в районе трещины с углепластиковой накладкой», в сборнике Металлические конструкции, Д., УАМК, 2008, с. 245-252.

6. 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.

7. Омельченко А.А., Хоменская А.В., Стоянов В.О. «Экспериментальное исследование металлического образца с отверстием и патрубком при действии постоянной нагрузки» в сб. Совр. стр. констр. ч.2. Одесса, Врс, 2010, с. 106-110.