

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОБРАЗЦА С ОТВЕРСТИЕМ И ПАТРУБКОМ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОСТОЯННОЙ НАГРУЗКИ

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE METAL SAMPLE WITH THE APERTURE AND THE BRANCH PIPE AT ACTION OF PERMANENT LOADING

Омельченко А.А., Хоменская А.В., Стоянов В.О. (Одесская Государственная Академия Строительства и Архитектуры)

На протяжении нескольких лет в ОГАСА ведутся исследования способствующие повышению долговечности различных сооружений и, в том числе, резервуаров [1], [2], [3], [4], [5].

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, можно отметить, что на практике большинство хрупких разрушений в вертикальных резервуарах возникает от сварочных дефектов или трещин малоцикловой усталости, возникающих вблизи мест концентрации напряжений. Характерными местами разрушений являются технологические отверстия, монтажные соединения. Хрупкое разрушение вертикальных стальных резервуаров происходит под влиянием комплекса неблагоприятных факторов. В числе преобладающих факторов, определяющих хрупкое разрушение резервуаров, можно назвать температуру. Понижение температуры влияет на прочность металла. Известно, что в металле без трещин и надрезов прочность при понижении температуры не снижается, а в металле с концентраторами напряжений разрушение становится более хрупким с понижением температуры.

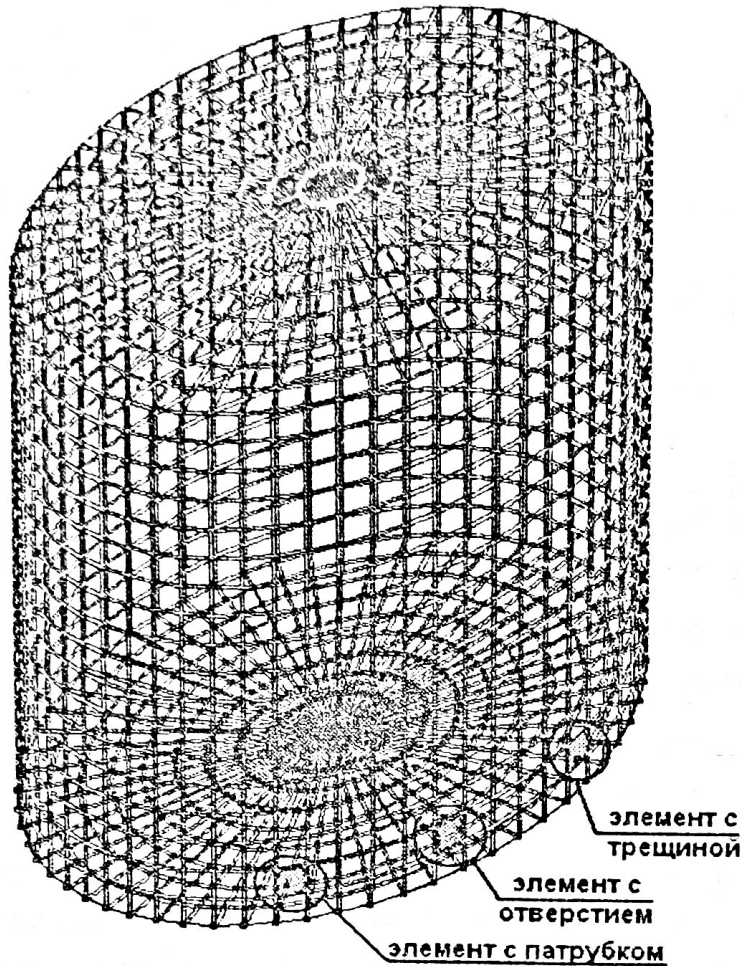


Рис. 1. Расчетная схема резервуара.

напряжения) были располо-жены 3 элемента: с отверстием ($\varnothing 0,5$ м), патруб-ком ($\varnothing 0,5$ м с приваренной трубой) и трещиной. Загру-жения при численном расчете принимались с учетом идеализации расчетной схемы, поэтому в расчет включались те нагрузки, которые вызывают значительно больше усилия и перемещения в конструкции, таким

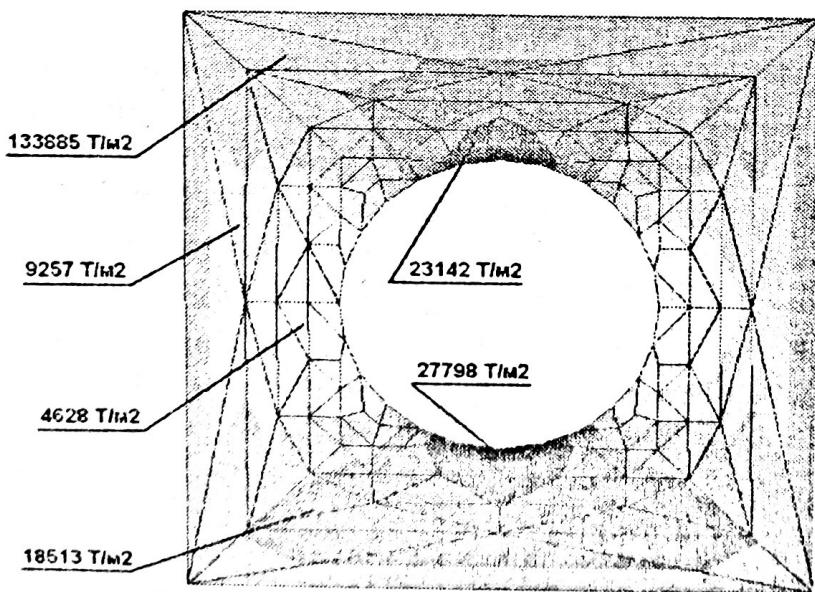


Рис. 2. Напряжения N_x элемента с отверстием.

В нашем исследовании изучается напряженно-деформированное состояние области резервуара вблизи отверстия и патрубка [2] (рис.1).

Численный расчет произво-дился с помощью вычисли-тельного комплекса Лира, который основан на методе конечных элементов. Расчет-ная схема резервуара объемом 5000 м^3 моделиро-валась как цилиндрическая поверхность вращения, с разбиением на конечные элементы размером $1 \text{ м} \times 1 \text{ м}$. Толщину стенок приняли переменной от 14 до 8 мм. В нижней трети резервуара (где возникают критические

образом, во внимание принимались нагрузки собственного веса и гидростатического давление жидкости.

Гидростатическая нагрузка прикладывалась на внутренние стенки резервуара как трапецевидная, значениями от 0 до 18 т/м^2 , а на дно как распределенная 18 т/м^2 .

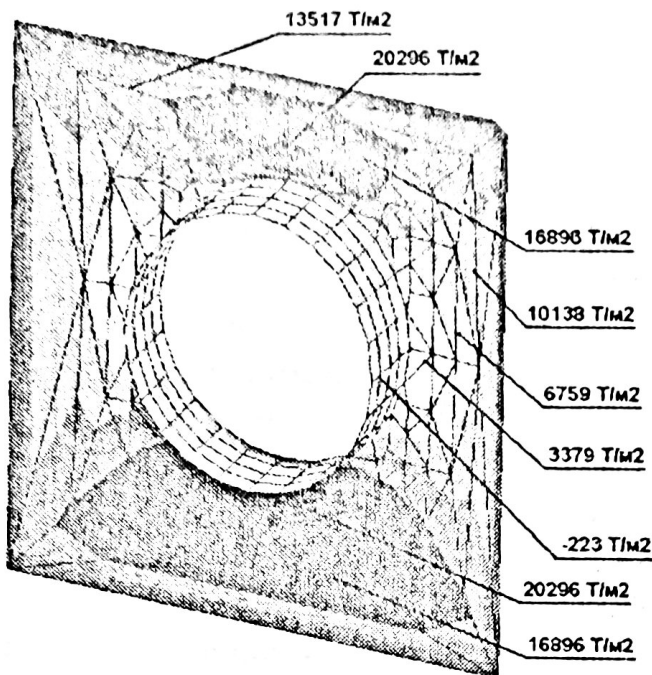


Рис. 3. напряжения N_x элемента с патрубком.

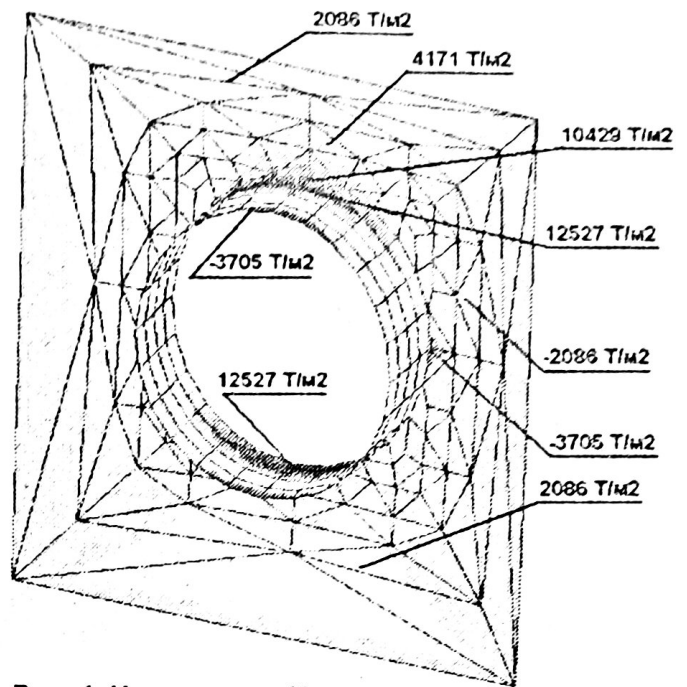


Рис. 4. Напряжения N_y элемента с патрубком.

Проанализировав результаты расчета можно сделать вывод, что наличие патрубка и трещины негативно влияют на конструкцию резервуара, т. к. в их районах образуются значительные концентрации напряжений. Следует отметить, что во всей схеме значения напряжений N_x гораздо выше, чем N_y , что обусловлено приложением гидростатической нагрузки [2]. Концентрации напряжений в элементах с отверстием и патрубком происходят в верхней и нижней частях. Напряжения в элементе с патрубком ниже, чем в элементе с отверстием, что говорит о целесообразности приварки трубы и усиления напряженных мест вокруг патрубка (Рис. 2, Рис. 3.). В элементе с патрубком происходят высокие напряжения N_x по аналогичной схеме, как с отверстием, однако в самом патрубке возникает концентрация напряжений N_y (Рис. 4).

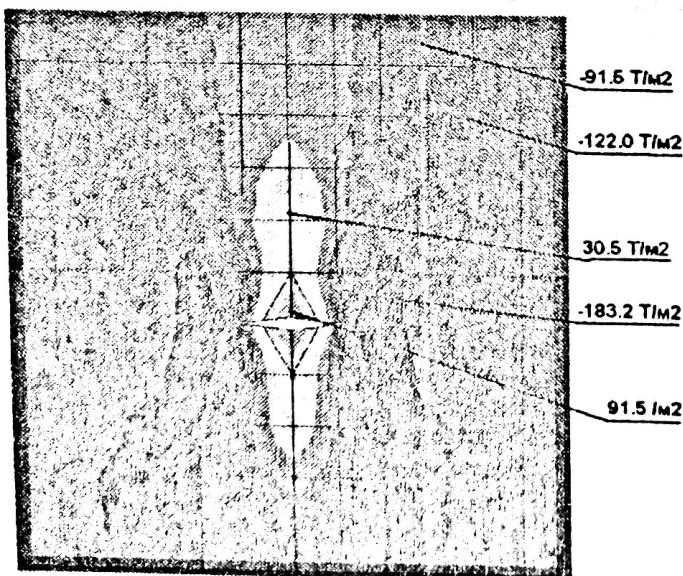


Рис. 5. Напряжения N_y элемента с трещиной.

В элементе с трещиной значения напряжений N_x гораздо выше, чем N_y , но по оси x на краях трещины образуются характерные концентрации напряжений, поэтому рассматривается только картина напряжений N_y (Рис. 5), [2], [5].

В процессе экспериментальных исследований были подготовлены 3 типа металлических образцов толщиной 3 мм размером 350x70 без каких либо дефектов, с искусственными круглым отверстием $\varnothing 30$ мм и патрубком (приваренная труба к отверстию $\varnothing 30$ мм) (Рис. 6.). Испытания проводились на растяжение, растягивающая нагрузка прикладывалась ступенями по 0,5 т. В исследуемых зонах зафиксированы высокие показания напряжений.



Рис.6. Лабораторные образцы.

Также был выполнен численный расчет образцов аналогичный проведенным испытаниям (Рис. 7, Рис. 8). В расчете образцов на растягивающую нагрузку исследовались напряжения σ_y . Результаты численного расчета вышли схожи с результатами лабораторных испытаний. Сравнивая картину напряжений элементов расчета резервуара (с отверстием, патрубком и трещиной) с расчетом соответствующих образцов, заметна общая картина концентрации напряжений.

Сравнивая картину напряжений элементов расчета резервуара (с отверстием, патрубком и трещиной) с расчетом соответствующих образцов, заметна общая картина концентрации напряжений.

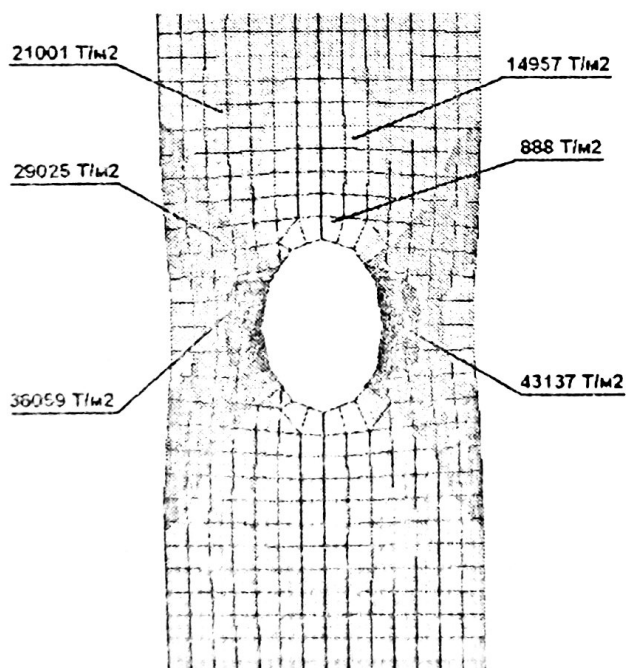


Рис. 7. Напряжения σ_y образца с отверстием.

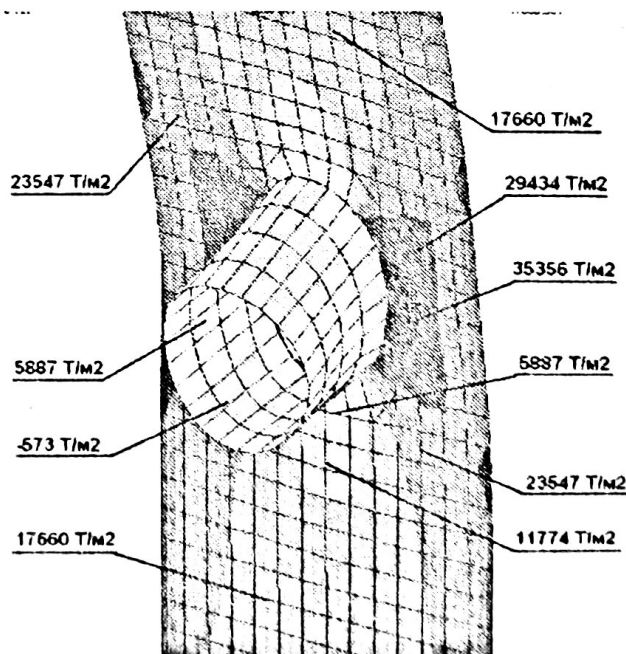


Рис. 8. Напряжения σ_y образце с патрубком.

Результаты расчетов и испытаний свидетельствуют о негативном влиянии наличия дефектов или каких-либо отверстий в конструкции резервуара. Такие места являются наиболее напряженными, а значит наиболее вероятными для появления трещин: что говорит о необходимости усиления. Усиление углепластиковыми накладками является действенным методом для понижения напряжений, предварительного усиления напряженных мест конструкции для предотвращения появлений трещин [2], [5].

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.