

УДК 621.884.091

Коломийченко Виктория Павловна, ст. преподаватель,
ЧВВМУ им. П.С. Нахимова, г. Севастополь
Kolomiychenko Viktorya Pavlovna
Lecturer. P.S. Nakhimov Higher Naval School, Sevastopol

Кондратова Елена Васильевна, доцент,
ЧВВМУ им. П.С. Нахимова, г. Севастополь
Kondratova Elena Vasilievna,
Lecturer, P.S. Nakhimov Higher Naval School, Sevastopol

**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ СВАРНОГО ШВА И СОЕДИНЯЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ АРМ WINMACHINE
ANALYSIS OF STRESS-STRAIN STATE OF WELDED JOINT
AND JOINED PARTS USING THE WINMACHINE ARM SYSTEM**

Аннотация: Система АРМ WINMACHINE, позволяет проводить комплексный анализ процессов происходящих при сварке, а также их влияние на деформации и напряжения в соединяемых деталях. Это позволяет оптимизировать процесс сварки, уменьшить вероятность появления трещин и других дефектов, а также повысить прочность соединения, что способствует улучшению качества сварных соединений и обеспечивает безопасность работы конструкций.

Abstract: The WINMACHINE ARM system allows for comprehensive analysis of processes occurring during welding, as well as their influence on deformations and stresses in the joined parts. This enables the optimization of the welding process, reduces the likelihood of cracks and other defects, and increases the strength of the joint, thus improving the quality of weldments and ensuring the safety of structural work

Ключевые слова: сварное соединение, напряженно-деформированное состояние, эквивалентные напряжения, касательные напряжения.

Keywords: welding, stress-strain state, equivalent stresses, tangent stresses.

Анализ напряженно-деформированного состояния сварного шва и соединяемых деталей является важным этапом при проектировании и изготовлении конструкций. В процессе сварки происходит нагрев и охлаждение материала, что приводит к изменению его свойств и возникновению напряжений и деформаций [1]. Для проведения анализа напряженно-деформированного состояния необходимо учитывать такие факторы, как свойства материалов, толщина и форма деталей, технология сварки и условия ее выполнения [2]. Точные расчеты позволяют предсказать возможные деформации и напряжения, которые могут возникнуть в результате сварки, и принять необходимые меры для их уменьшения или компенсации.

Основными методами анализа напряженно-деформированного состояния являются математическое моделирование, численное моделирование методом конечных элементов и экспериментальные исследования [3,4]. Полученные данные позволяют оптимизировать процесс сварки, выбрать подходящий способ соединения деталей и обеспечить безопасность и надежность конструкции. Таким образом, расчет напряженно-деформированного состояния сварного шва и соединяемых деталей является неотъемлемой частью проектирования и изготовления конструкций, что позволяет обеспечить их долговечность и безопасность в эксплуатации.

Система ARM WinMachine позволяет проводить комплексный анализ сварных соединений с учетом всех важных параметров, в том числе материалов, размеров деталей, условий нагрузки и т.д.



В настоящее время сварные соединения очень широко применяются для соединения частей различного рода металлических конструкций: стропил, ферм мостов, и т. п. При выполнении прочностного расчета традиционно проверяются условия прочности по нормальным и касательным напряжениям в сварном шве в зависимости от вида соединения [5]. При этом получают значения максимальных нормальных и (или) касательных напряжений в шве и сравнивают их с допускаемыми. Такой способ расчета не учитывает геометрию свариваемых деталей и неравномерность распределения напряжений по шву. Кроме того, весьма затруднительно выявить распределение напряжений по длине сварного шва. Как показано, например, в [6], расчетные напряжения, полученные классическим способом, могут существенно отличаться от действительных напряжений, действующих в конструкции. Следует также отметить, что традиционный подход не дает полной картины напряженно-деформированного состояния как сварного шва, так и соединяемых деталей.

Цель работы – определить касательные напряжения в тавровом сварном соединении, выполненном угловым швом, с помощью модуля APM Joint системы APM Winmachine дать рекомендации по подходу к расчету таких соединений. В качестве объекта исследования было выбрано соединение П-образной детали с плитой толщиной 10 мм. Материал, из которого изготовлены соединяемые детали – сталь 40. Соединение выполнено односторонним угловым швом. При помощи модуля APM Joint системы APM Winmachine требуется выполнить проектировочный и проверочный расчет шва, обеспечивающего следующие коэффициенты запаса: по статической прочности – не ниже 2,5; по выносливости – не ниже 1,5.

Схема соединения и приложенные силовые факторы показаны на рисунке 1.

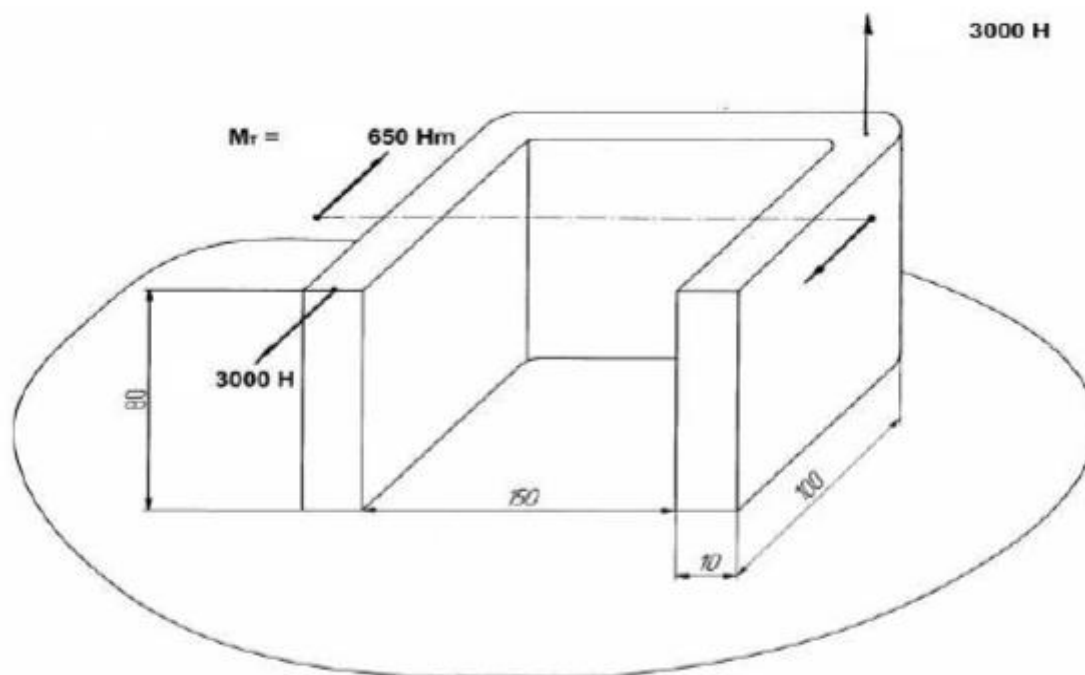


Рисунок 1 – Схема сварного соединения

При решении задачи принято допущение о том, что материал детали и шва работает в пределах упругости.

Основные результаты исследования. Проектровочный расчет соединения, выполненный с помощью модуля APM Joint системы APM Winmachine, показал, что для



обеспечения требуемых коэффициентов запаса по статической прочности и выносливости катет шва должен составлять 3 мм. Результат проверочного расчета – распределение касательных напряжений по длине шва – показан на рисунке 2.

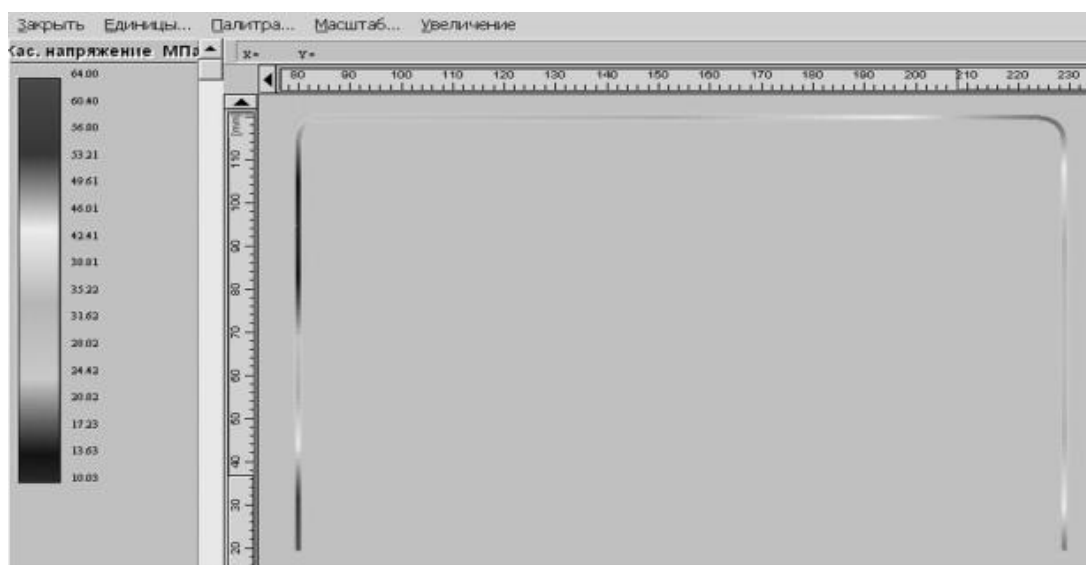


Рисунок 2 – Распределение касательных напряжений по длине сварного шва.

Анализ деформированного состояния соединения позволяет сделать вывод об адекватности модели реальной конструкции. Использование модуля ARM Joint системы ARM Winmachine может быть применено для экспресс-анализа простых соединений. С помощью системы ARM WinMachine можно моделировать процесс сварки, можно получить информацию о максимальных напряжениях, деформациях, коэффициенте использования материала и других важных параметрах, которые помогут принять обоснованные решения по дальнейшей модификации конструкции или улучшению качества сварного соединения, проводить оценку прочности соединения. Это позволяет предотвратить возможные дефекты и повреждения конструкции, а также оптимизировать параметры сварочного процесса. Таким образом, анализ напряженно-деформированного состояния сварного шва и соединяемых деталей с применением системы ARM WINMACHINE является неотъемлемой частью процесса сварки, обеспечивая его эффективность и надежность.

Список литературы:

1. Лазарев, В. Н. и др. Физико-технологические процессы в сварке: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2005.
2. Золотов, В. А. и др. Технологии сварки. – М.: КолосС, 2008.
3. Чернов, А. П., & Маценко, Л. Л. (2005). Численное моделирование напряженно-деформированного состояния сварных конструкций. Минск: Технопресс.
4. Лисенко, А. М., & Беличенко, И. В. (2010). Справочник по расчету напряженно-деформированного состояния сварных конструкций. Москва: Машиностроение.
5. Валишвили, Н. В. Сопротивление материалов и конструкций: учебник для академического бакалавриата / Н. В. Валишвили, С. С. Гаврюшин. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 429 с.
6. Писаренко Г. С. Сопротивление материалов.- Киев: Техника, 1967.-792 с.

