

УДК 004.94:621.791

DOI 10.24411/2409-3203-2019-12024

РЕШЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЗАДАЧ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СВАРОЧНОГО ИСТОЧНИКА

Даненова Гульмира Тулендиевна

к.т.н., доцент кафедры Информационные технологии и безопасность
Карагандинский государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда

Сайлауқызы Жулдыз

старший преподаватель кафедры Информационные технологии и безопасность
Карагандинский государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда

Лихачев Владимир Викторович

Доцент кафедры информатики
Сибирский университет потребительской кооперации
Россия, г. Новосибирск

Аннотация: В данной работе решена объемная задача о нахождении температурных полей при воздействии сварочного источника тепла на металлическую пластину. В расчете используется метод конечных элементов (МКЭ), реализованный в программно-методическом комплексе ANSYS. В результате решения выявлены объемные временные и остаточные сварочные напряжения и деформации.

Ключевые слова: инженерные задачи, моделирование, трехмерные модели, сварочные напряжения, тепловой поток, остаточные напряжения, гидротация вяжущего, шлаки.

SOLUTION OF TERMAL PROBLEMS AT IMPACT OF A WELDING SOURCE

Danenova Gulmira Tulendievna

PhD., Associate Professor of the Information technologies and Security department
Karaganda State Technical University
Kazakhstan, Karaganda

Sailaukyzy Zhuldyz

Senior Lecturer of the Information technologies and Security department
Karaganda State Technical University
Kazakhstan, Karaganda

Likhachev Vladimir Victorovich

PhD., Associate Professor of the Informatics department
Siberian University of Consumer Cooperatives
Russia, Novosibirsk

Abstract: The problem of calculating the temperature fields at impact of a welding source of heat on a metal plate is solved in this article. The method of finite elements (FEM) was realized in the program ANSYS. As a result of the decision the volume temporary and residual welding stresses and strains are revealed.

Key words: Engineering problems, modeling, three-dimensional models, welding stresses, thermal stream, residual stresses.

Хорошо известно, что при сварке в сварной конструкции появляются напряжения, которые влияют на её прочность и являются причиной следующих недостатков: таких как хрупкость, коробление и растрескивание [1,2,3].

Целью данной работы является разработка методики моделирования сварочного процесса и получения на ее основе временных и остаточных напряжений и деформации.

Решение трехмерной задачи с движущимся источником тепла позволяет сделать вывод о том, что применение плоских моделей не дает существенного проигрыша при моделировании сварки пластин встык по сравнению с объемным решением.

Особенностью объемной задачи является тот факт, что теперь в исходных данных не присутствует температура, а вместо неё будет вводиться мощность сварочного источника, которую в программном комплексе ANSYS будем прикладывать вместо тепла и в итоге рассчитаем температуру сварочной ванны.

В процессе образования сварочного шва наблюдаются характерные сжимающие напряжения, направленные от источника сварки. Свойства сварочной ванны: низкие напряжения (переход в пластичную зону), температура порядка 1400°C. Остаточные напряжения установились равными 270-280 МПа по всей околошовной зоне (1,5 см), деформации порядка 3% (зона деформирования не уходит за пределы шва). В объемной задаче наблюдается градиент напряжений по толщине, в частности в нижней плоскости сварной пластины в районе 2 см от края по оси сварного шва наблюдается снижение напряжений. Более подробное рассмотрение этой зоны показало, что такой эффект объясняется переходным напряженным состоянием: поперечные напряжения в этой зоне резко изменяются от -280 МПа до 140 МПа, продольные напряжения достигают максимального значения 310 МПа, напряжения по толщине дают точечную концентрацию до -10 МПа, в результате появляются касательные напряжения по ХУ порядка 145 МПа.

На рисунке 1 показаны переходные напряжения по толщине в момент времени 50 секунд. Как видно из рисунка, небольшие растягивающие напряжения порядка 15 МПа возникают перед фронтом источника тепла, а после прохождения источника на некоторое время появляются сжимающие напряжения достигающие 70 МПа, причем эта зона сжатия по центру шва сопровождается зоной растягивающих напряжений порядка 40 МПа, которая резко очерчивает ОШЗ, эти напряжения исчезают по всему шву, но так и не исчезают вблизи его концов.

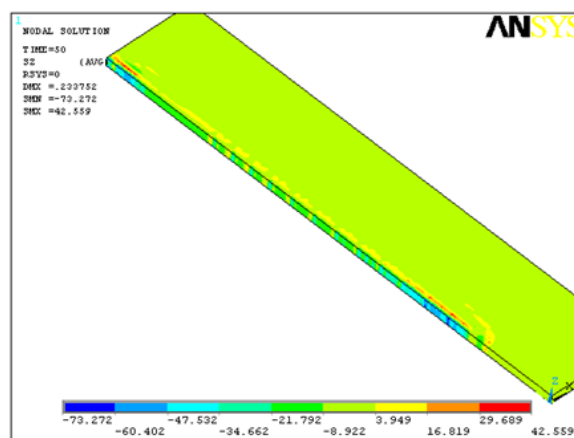


Рисунок 1 Временные напряжения по толщине Sz (t=50 секунд)

Поперечные остаточные напряжения на рисунке 2 соответствуют картине, полученной ранее в двумерных задачах. Значение напряжения на растяжение 110 МПа, на сжатие 330 МПа.

Продольные остаточные напряжения на растяжение - 320 МПа, близки экспериментальным данным – 300 МПа.

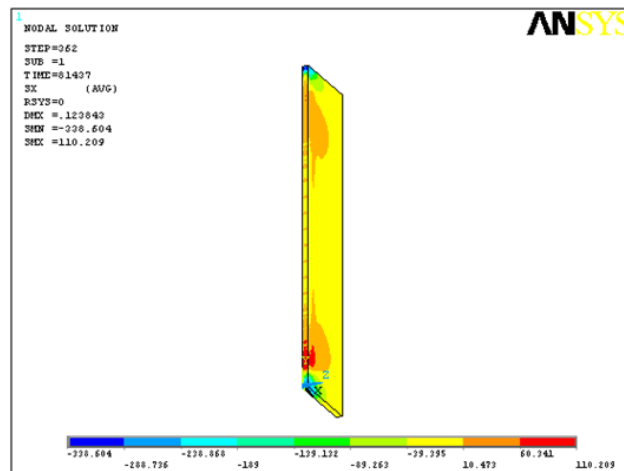


Рисунок 2 Остаточные поперечные напряжения Sx

Растягивающие остаточные напряжения по толщине порядка 40 МПа на сжатие возникли вблизи концов шва. Этот факт требует дальнейших исследований с уменьшением размера конечных элементов, т.к. возможно именно эти напряжения в совокупности с другими объемными составляющими в этой зоне вызывают возникновение холодных трещин в сваренных пластинах и шве.

Показано поле остаточных поперечных деформаций. Значение деформаций по шву 3.7% на сжатие. Оно несколько выше двумерного случая - 2% и является более уточненным

Исследование показало, что в зависимости от целей исследования, необходимо использовать различные модели тепловложения от сварочного источника.

Для одномерной или двумерной оценки остаточных напряжений достаточно воспользоваться моделью в виде узкой полосы из середины пластины для одномерного случая, либо полной пластины с моментальным приложением приведенного тепла ко шву.

Для получения остаточных напряжений и деформаций необходимо уточнить модель, вводя движущийся источник тепла с реальным значением температуры.

Для получения четко выраженного объемного распределения напряжений и деформаций как временных, так и остаточных, необходимо воспользоваться трехмерной моделью пластины вводя движущийся распределенный источник тепла.

Литература:

1. Винокуров В.А., Григорьянц А.Г. Теория сварочных деформаций и напряжений. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.
2. Кисилев С.Н., Кисилев А.С., Куркин Д.С. и др. Современные аспекты компьютерного моделирования тепловых, деформационных процессов и структурообразования при сварке и сопутствующих технологиях // Сварочное производство. – 1998. - №10. – С. 16–24.
3. Лебедев В. Д. Расчеты в теории сварных процессов / В. Д. Лебедев. – Киев: УМК ВС, 1992. – 320 с.