

Анализ термонапряжённого состояния соединения «алюминий–переходник–сталь» при контактной точечной сварке

Студент: гр. 304815 Немира А.В.

Научный руководитель – Демченко Е.Б.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Рассматриваемая задача является физически нелинейной, поскольку в процессе нагрева и пластического деформирования и дальнейшей взаимной диффузии материалов свариваемых заготовок и материала переходника изменяются теплофизические свойства [1-3]. В этой связи применялся пошаговый метод рассмотрения процесса диффузии и пластического деформирования с использованием зависимостей теплофизических свойств свариваемых материалов от температуры [4].

На рисунке 1 приведена конечно–элементная модель анализа температурных полей и полей деформаций, возникающих при контактной точечной сварке соединения «алюминий–переходник–сталь». В данной модели учитывалось, что нагрев и последующее остывание деталей сварного соединения происходят в медных водоохлаждаемых электродах при следующих максимальных характеристиках цикла сварки: время протекания сварочного тока $t_{ce}=1$ с; величина сварочного тока $I_{ce}=20$ кА.

Анализ конечно–элементной модели показал, что проблема точечной контактной сварки включает решение вопросов кристаллизации расплавленного металла литых ядер, перегрева и рекристаллизации зон соприкосновения с расплавом, температурного расширения материала, пластической деформации околошовной зоны, которая сдерживает выдавливание жидкой прослойки металла из зоны расплавления. Кристаллизация литых ядер в сечениях «алюминий–алюминий» и «сталь–сталь» протекает с разной, но высокой скоростью, в значительной степени зависящей от материала и толщины свариваемых деталей. Температурное поле вызывает не только рост столбчатых кристаллов, но и способствует созданию сложного термомеханического состояния с высоким уровнем растягивающих напряжений вокруг сварочной зоны, что снижает эффект проковки пояса пластичности.

Распределение остаточных напряжений по площади сечения соединения «сталь–сталь» приведено на рисунке 2,а–в. Установлено, что термомеханический цикл приводит к образованию объёмного напряжённого состояния с градиентом напряжений как в радиальном, так и в осевом направлениях. Наибольшие градиенты напряжений имеют место в области, непосредственно прилегающей к электроду, а также в районе пересечения границы литого ядра и внутренней поверхности стального листа. В указанных зонах нормальные напряжения являются сжимающими, в то время как основная часть металла межэлектродного пространства подвержена воздействию растягивающих напряжений.

Анализ кинетики развития деформаций в зоне сварки при нагреве и охлаждении, влияния усилия сжатия на образование сжимающих остаточных напряжений показали, что величина и длительность его приложения оказывают меньшее влияние на образование сжимающих остаточных напряжений, чем объёмный характер температурного поля. Радиальные, тангенциальные и осевые напряжения будут тем больше, чем больше разница между температурами центра и периферии сварной точки в процессе охлаждения.

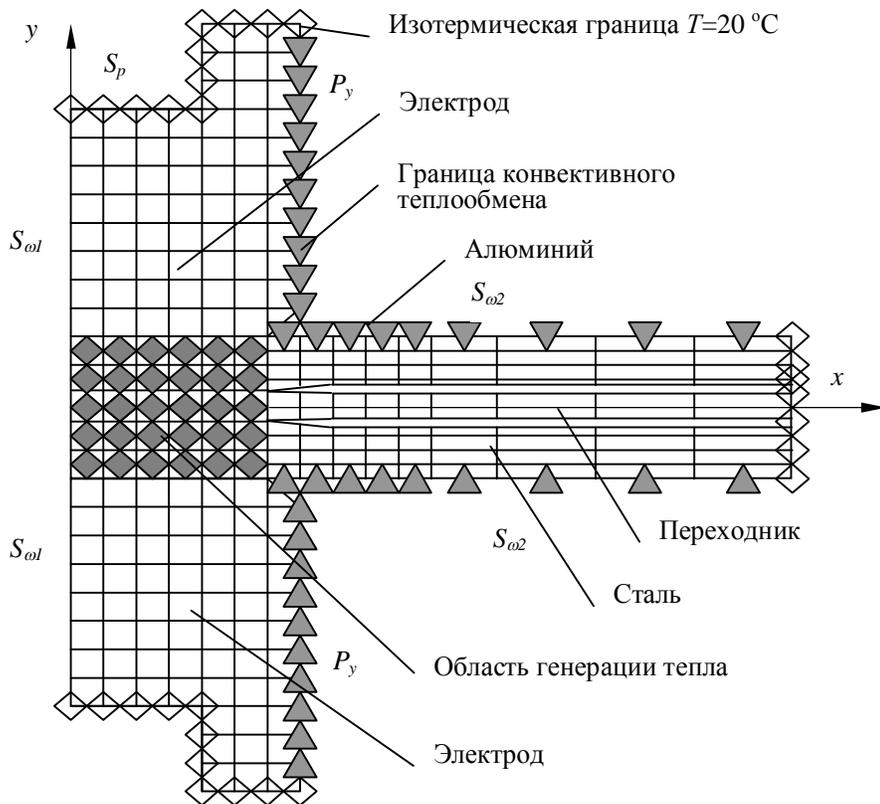


Рисунок 1 – Конечно-элементная модель точечной сварки

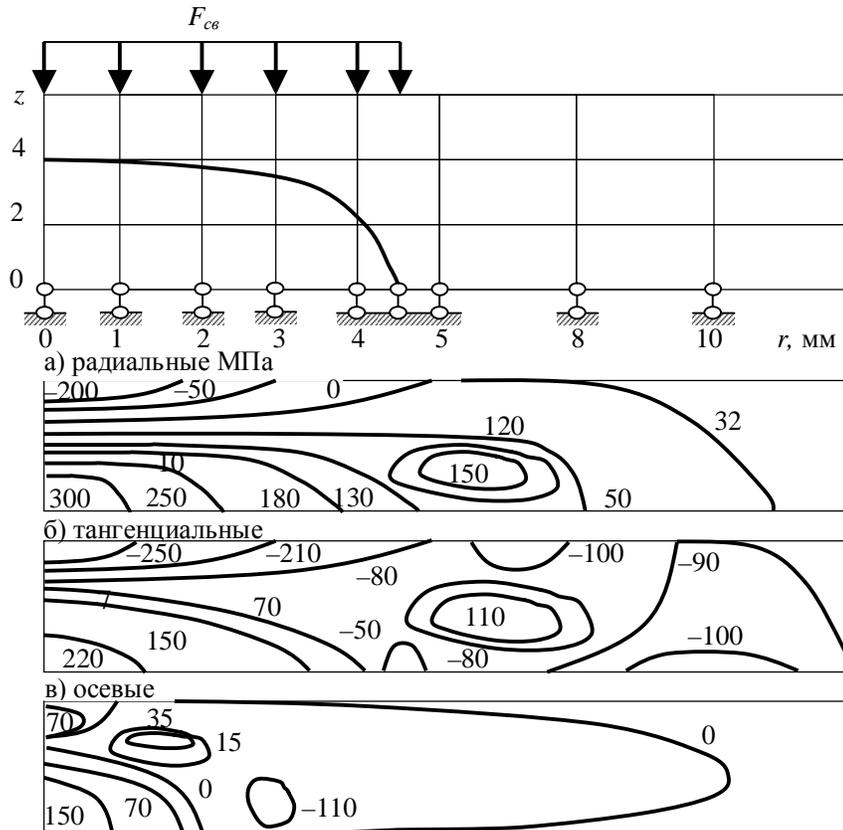


Рисунок 2 – Распределение остаточных напряжений

Литература

1. Формирование зоны соединения разнотолщинных материалов при контактной точечной сварке /Е.Б. Демченко, В.П. Березиенко, А.Е. Жук //Вестник БНТУ. -2002. -№6. -С.43-45.
2. Влияние параметров процесса контактной точечной сварки на качество сварных соединений /В.П. Березиенко, Е.Б. Демченко, А.Е. Жук //Потенциал науки – развитию промышленности, экономики, культуры, личности. –Минск: Технопринт. - 2002. –Ч. 1. -С.52-57.
3. Расчёт остаточных напряжений в слоистых трубах полученных сваркой взрывом /Е.В. Сагарда, Е.Б. Демченко //Матер. междуна. симп. «Сварка и родственные технологии: проблемы и пути решения». –Минск: Топ-Тайл. -1999. -С.61-63.
4. Разрушение слоистых материалов полученных сваркой /В.Н. Ковалевский, Е.В. Сагарда, Е.Б. Демченко //Потенциал науки – развитию промышленности, экономики, культуры, личности. –Минск: Технопринт. -2002. –Ч. 1. -С.92-98.

УДК 621.791

Анализ свойств сварных соединений из разнородных сталей

Аспирант – Колесникова А.Е.
Научный руководитель – Поболь И.Л.
Физико-технический институт НАН Беларуси
г. Минск

Основным видом сварки в настоящее время является электродуговая сварка (ЭДС). Структурные превращения, проходящие в шве и околошовной зоне при ЭДС, часто оказывают негативное влияние на показатели конструктивной прочности соединения и всей конструкции в целом. Образование дефектных структур обусловлено физическими процессами, протекающими при сварке и связанными с действием высоких температур при плавлении металла. Перспективным способом создания неразъемных соединений является электронно-лучевая сварка (ЭЛС). Ведущие машиностроительные фирмы мира 40-90% сварочных работ выполняют с применением ЭЛС. Вследствие локализованного воздействия ЭЛС сопровождается менее интенсивным разогревом околошовной зоны и приводит к формированию узкой зоны термического влияния (ЗТВ), что в свою очередь может приводить к повышению конструктивной прочности сварного соединения.

Проведены исследования фазового состава, упруго-напряженного состояния и механических свойств сварных соединений, полученных методами ЭДС и ЭЛС. Выбрана деталь «поворотный кулак – суппорт», применяемая в автобусном производстве МАЗ. Деталь изготавливается из сталей 10ХСНД и 40Х. Сталь 40Х относится к условно свариваемым сталям. Исследования проводились на образцах размером 120x120 мм и толщиной 8 мм.

ЭДС сталей выполнена с использованием полуавтомата VarioStar L50 с присадочным материалом - проволокой Sv08Г2 диаметром 1,2 мм. Сварку для получения соединения толщиной 8 мм проводили за несколько проходов. ЭЛС выполняли на аппаратуре ЭЛА-15 (ускоряющее напряжение 60 кВ, мощность луча до 15 кВт) со сквозным проплавлением за один проход. ЭЛС проводили по двум схемам: на холодных заготовках (ЭЛС-ХЗ), и с предварительным нагревом зоны соединения расфокусированным электронным лучом (ЭЛС-ПН).

Из пластин с размерами 240x120 мм, сваренных методами ЭЛС и ЭДС, изготавливались образцы для проведения испытаний на растяжение в соответствии с ГОСТ 1487-84. Использована гидравлическая машина INSTRON модели Satеc 300LX.