

УДК 621.791

Расчет температуры в зоне контакта при фрикционной наплавке

Рассказова Анастасия Алексеевна

nastya122909@gmail.com

Михеев Роман Сергеевич

mikheev@bmstu.ru

SPIN-код: 9227-7256

Коновалов Алексей Викторович

avk@bmstu.ru

SPIN-код: 8252-5927

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрен процесс нагрева вращающегося стержня и изделия в процессе фрикционной наплавки. Из условия равенства температур в зоне контакта для алюминиевого стержня и стального изделия получены математические выражения, связывающие основные параметры режима фрикционной наплавки с толщиной наносимого слоя. Даны рекомендации по назначению режимов фрикционной наплавки.

Ключевые слова: фрикционная наплавка, параметры режима, аналитическая методика расчета, теория сварочных процессов, технологическая подготовка производства

Введение. Фрикционная наплавка представляет собой перспективную технологию нанесения защитных и упрочняющих покрытий, применяемую для ремонта деталей, повышения их износостойкости и коррозионной стойкости. Физический принцип процесса основан на использовании тепла, выделяемого при трении. Вращающийся с высокой частотой стержень (инструмент) плотно прижимается к поверхности изделия, что приводит к интенсивному выделению тепловой энергии в зоне контакта. Под ее воздействием материал стержня переходит в вязко-пластичное состояние, позволяющее ему пластически деформироваться, переходить на изделие и формировать прочный, равномерный слой на подложке, при этом не достигая температуры плавления. Таким образом, реализуется процесс нанесения покрытия (наплавка) в твердой фазе, что позволяет избежать многих проблем, связанных с плавлением и последующей кристаллизацией материала. Эта особенность крайне важна при соединении таких материалов, как алюминий со сталью.

Ключевой технологической проблемой является определение основных параметров режима процесса, таких как диаметр стержня, частота его вращения, усилие прижима, скорость линейного перемещения и толщина наносимого слоя. До настоящего времени их подбор осуществлялся исключительно трудоемким экспериментальным путем. В данной работе предпринята попытка разработать аналитическую методику расчета, позволяющую определять эти параметры на основе теплового расчета с использованием классических моделей, применяемых в теории сварочных процессов [1].

Методы и материалы; результаты. Для описания процесса фрикционной наплавки в рамках классической теории распространения теплоты при

сварке [1] использованы модели полубесконечного стержня с подвижным плоским источником теплоты (для инструмента) и массивного тела, на поверхности которого действует распределенный плоский источник теплоты (для изделия). Мощность тепловыделения зависит от величины момента сил трения и скорости вращения инструмента. Момент сил трения, в свою очередь, зависит от давления и картины распределения скоростей в стыке, которая для вращательного движения хорошо известна. Таким образом, общая мощность тепловыделения в стыке легко вычисляется путем интегрирования удельной мощности сил трения в стыке «вращающийся инструмент — изделие». Эта мощность определяет тепловые потоки, поступающие в изделие и инструмент. Основное условие совместного решения тепловых задач для стержня и изделия — совпадение температур в области их контакта, при этом, для правильно заданных параметров режима, эта температура должна достигать точки перехода материала стержня в вязко-пластичное состояние. Проведенные тестовые расчеты для подобранных экспериментально параметров режима показали правдоподобные результаты и подтвердили принципиальную работоспособность методики.

Заключение. Применение разрабатываемой методики расчета позволит значительно сократить время технологической подготовки [2] к процессу фрикционной наплавки.

Список источников

- [1] Коновалов А.В., Куркин А.С., Макаров Э.Л., Неровный В.М., Якушин Б.Ф. *Теория сварочных процессов*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016, 702 с.
- [2] Куркин С.А., Ховов В.М., Аксенов Ю.Н. *Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002, 464 с.