

нитной наплавки плоских поверхностей в ультразвуковом поле. Установка включает в себя наплавочный модуль и вспомогательное оборудование. Наплавочный модуль состоит из корпуса, магнито-стрикционного преобразователя, электромагнитной катушки и волновода, выполняющего роль сердечника с полюсным наконечником. К вспомогательному оборудованию следует отнести сварочный выпрямитель, ультразвуковой генератор и поперечно-строгальный станок на котором закрепляется наплавочный модуль.

Технологические операции при электромагнитной наплавке плоских поверхностей в ультразвуковом поле выполняются в следующей последовательности:

- нанесение на обрабатываемый участок поверхности слоя порошка или порошковой пасты;
- сообщение детали и наплавочному модулю относительных перемещений и включение закрепление детали на столе поперечно-строгального станка;
- технологического тока.

Проведенными экспериментами установлено, что сочетание электромагнитного и акустического полей при данном способе наплавки приводит к качественному изменению процесса: повышается его стабильность и производительность изменяются физико-механические свойства наплавленного слоя.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, проект 198-181.

Глазунов В.И.

ГГТУ

г.Гомель, Беларусь

НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ТЕРМИЧЕСКОГО УДАРА С УЧЕТОМ РЕЛАКСАЦИИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

Для улучшения эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин применяются разнообразные технологические процессы, использующие эффекты термического воздействия на материалы. В этом случае поиск оптимальных режимов обработки и способов гибкого управления требует глубокого анализа физико-химических, теплофизических свойств материала, параметров технологического процесса. Если плотность потока энергии \tilde{q} , поступающей на поверхность детали, достаточно велика, то при расчете

быстропротекающих процессов необходим учет релаксации теплового потока. Влияние этого фактора на начальные скорости фазовых границ плавления и испарения составляет предмет данного исследования. Математическая модель основана на уравнении энергии и обобщенном законе Фурье:

$$c \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} - \gamma \frac{\partial q}{\partial t},$$

где t – время, x – декартова координата, T – температура, q – удельный тепловой поток, λ – коэффициент теплопроводности, c – удельная объемная теплоемкость, γ – период релаксации теплового потока.

Нелинейность модели обусловлена учетом зависимости коэффициентов переноса от температуры и краевыми условиями, содержащими заранее неизвестные подвижные границы фазовых превращений. Главное внимание уделено трем основным технологическим режимам: нагреву, плавлению, испарению вещества. Вычислительный алгоритм основан на методе интегральных соотношений в его гиперболическом варианте. Реализована конечно-разностная схема Рунге-Кутты пятого порядка точности с автоматическим выбором шага. Получена формула для начальной скорости границы плавления:

$$N = \frac{w}{q_{\infty}} \left[\gamma \left(\frac{d\tilde{q}}{dt} \right)_{t=0} + q_s - q_{\infty} \right], \quad q_s = q_{\infty} + (q_s - q_{\infty}) \exp(-t/\gamma),$$

где w – скорость тепловой волны, q_s – тепловой поток в зоне плавящегося материала, q_s – отрелаксировавший тепловой поток в зоне жидкого состояния. Это означает, что 1) N линейно зависит от w ; 2) N зависит не только от теплового потока, соответствующего началу плавления, но и от величины отрелаксировавшего потока в зоне обрабатываемого материала; 3) влияние тепловой релаксации существенно при большой скорости изменения поверхностного теплового потока. Установлены качественные и количественные особенности влияния на скорость границы плавления таких факторов, как первоначальный и отрелаксировавший тепловой поток, скорость изменения во времени теплового потока и его немонотонный характер, скорость распространения тепловых возмущений и длительность периода тепловой релаксации. Изложена методика расче-

та фазовой границы испарения и температуры вещества на ней с применением кинетического соотношения аррениусова типа.

Поверхностное испарение. Движение фазовой границы описывается кинетическим соотношением, связывающим ее скорость с неизвестной температурой поверхности испарения. Для решения уравнений теплопереноса используется преобразование, предложенное в работе [1]. Задача решена на ЭВМ численным методом интегральных соотношений в плоскости годографа. Изучено влияние тепловой релаксации на скорость границы испарения. Рассмотрен вопрос о постановке начальных условий для релаксационных задач Стефана.

Создан программный комплекс для персонального компьютера, который представляет собой систему для анализа процессов, обладающих плоской, цилиндрической либо сферической симметрией. Полученные с его помощью результаты позволяют производить разработку оптимального управления процессами термического воздействия на материалы.

Работа выполнена под руководством профессора О.Н. Шабловского.

Литература

1. Шабловский О.Н. О нелинейных задачах плавления и испарения материалов под действием интенсивных потоков энергии с учетом тепловой релаксации // ИФЖ, 1988. Т. 55, № 3, С. 464-471.

Ситкевич М.В.

БГПА

г. Минск, Беларусь

ТЕХНОЛОГИИ ХТО ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ИНСТРУМЕНТА ПРИ ИХ НАГРЕВЕ ПОД ТЕРМООБРАБОТКУ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦОБОРУДОВАНИЯ

Данные технологии предназначены для упрочнения изготавливаемых, как правило, из дорогостоящих легированных сталей кузнечных штампов, штампов холодного деформирования металлов (гибочных, формообразующих, вытяжных, вырубных), металлоформ литья и прессования материалов, металлорежущего инструмента, некоторых видов быстроизнашивающихся деталей машин и оборудования.

Технологии основаны на применении новых видов диффузионноактивных обмазок, наносимых на рабочие части готовых, из-