

баниям, более чем на порядок превышают частоты поперечных колебаний оболочки.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУР В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ МЕТАЛЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛОКАЛЬНОГО ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА

Гладковский В.И., Сазонов М.И., Смаль А.С., Хведчук В.И., Черненко В.П., Черненко Н.В.

Быстрое развитие техники генерирования потоков тепла большой локальной мощности сделало весьма актуальной проблему взаимодействия интенсивного источника тепла с веществом. За последние годы в этой области появились многочисленные исследования, дающие возможность сделать выводы об основных физических процессах, вызванных концентрированными потоками тепла, а в ряде случаев и рассчитать некоторые характеристики данных процессов.

Теоретическое изучение тепловых явлений в технологических процессах плазменной обработки сводится к расчету и анализу температурных полей, возбуждаемых подвижными высокоинтенсивными локальными источниками тепла в приповерхностном слое металла. При воздействии высокоинтенсивных источников тепла (плазменной дуги) на поверхности тел часть потока энергии частично отражается от поверхности, а остальная часть поглощается в тонком поверхностном слое вещества, вызывая его нагрев, последующее плавление и испарение в зависимости от условий обработки. Плазменная дуга является результатом сочетания электрической дуги и специальных мер, направленных на интенсификацию её воздействия на обрабатываемый материал. При воздействии плазменной дугой прямого действия имеются три источника тепла: пятно дуги, столб дуги и струя плазмы. Каждый из них вносит свою долю тепла в процесс взаимодействия плазменной дуги с поверхностью. Основные характеристики процесса нагрева металла в области действия теплового механизма можно определить из решения задачи теплопроводности для металла.

Процесс распространения тепла в твёрдом теле $T(x, y, z, t)$ в каждом элементарном объёме у точки $A(x, y, z)$ и в любой момент времени подчиняется закону сохранения энергии. В векторной форме уравнение сохранения энергии может быть записано в виде

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \tilde{h} - p) + \operatorname{div}(\rho \tilde{u} \tilde{h} + \vec{Q} + \vec{W} + \sum h \vec{l}) = S_r, \quad (1)$$

где p — давление, \vec{Q} — вектор теплового потока, \vec{u} — вектор внешних вязкостных сил, S_r — источник энергии.

Внутреннюю энергию и работу потока можно объединить одним термодинамическим параметром — энтальпией $h=u+pv$, а энтальпию и кинетическую энергию — энтальпией торможения $\tilde{h} = h + v^2/2$.

В контрольном объёме происходит изменение внутренней, кинетической и потенциальной энергии.

Рассмотрение мгновенного теплового баланса произвольно выбранного элемента тела дает возможность получить дифференциальное уравнение теплопроводности. Предполагая, что температура по толщине пластины распределена равномерно и не зависит от координаты z , температурное поле в пластине отнесено к плоской системе координат. При нагреве пластин в один проход это допущение близко к действительности. Процесс распространения тепла представляется совокупностью мгновенных температурных полей для всех моментов времени в течение определенного промежутка и описывается уравнением $T=T(x,y,t)$, выражающим зависимость температуры от координат x , y и времени t .

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ МЕТАЛЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ЛОКАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА

**Гладковский В.И., Сазонов М.И., Смаль А.С., Хведчук В.И.,
Черненко В.П., Черненко Н.В.**

Основные физические процессы, изучаемые в газовой динамике, аэромеханике, атомной физике описываются существенно нелинейными системами уравнений в частных производных, для которых пока во многих случаях не имеется теоретических доказательств теорем существования решения соответствующих задач и не существует методов получения аналитических решений. В этих условиях основными методами решения таких задач становятся численные методы.

Возможность моделирования на ЭВМ процессов, экспериментальное воспроизведение которых дорого стоит или неосуществимо в настоящее время по каким-либо причинам, сделала численное моделирование необходимым элементом многих крупных научных и технических программ и проектов.

Конечная цель численного исследования — получение пространственно-временной зависимости изменения температуры пластины при воздействии локального высокоинтенсивного источника тепла.

Построение численного метода выполнено на основе принципа баланса для контрольного объёма.

Программа для ЭВМ по численному моделированию физического процесса распространения тепла в любой точке пластины в каждый момент времени может рассматриваться в качестве "экспериментальной установки" для исследования влияния различных определяющих пара-