

УДК 539.3

**НЕСТАЦИОНАРНЫЙ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТАЛЬНОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ
ПЛАСТИНКИ ПРИ ЗАКАЛКЕ**

А. И. Веремейчик, М. И. Сазонов, В. М. Хвусевич

Брестский государственный технический университет, Беларусь

К. С. Юркевич

Белорусский государственный университет, г. Минск

Закалка является наиболее распространенным способом обработки стали, благодаря которому материал обретает наивысшую твердость. Процесс закалки состоит из двух этапов: нагрев до высокой температуры, а затем быстрое охлаждение. Быстрое охлаждение позволяет избежать изменений в металле, которые происходят при медленном охлаждении. В зависимости от марки стали выбирают способ ее охлаждения и параметры процесса. Быстрее всего сталь охлаждается в холодной воде, медленнее – в масле, а самую умеренную скорость охлаждения обеспечивает воздух. Главным недостатком закалки, особенно плоских тел, является возникновение опасности коробления при быстром охлаждении. Поэтому в этом аспекте актуальной является задача определения оптимальных параметров процесса закалки и, в частности температуры, скорости и времени нагрева и охлаждения тела. В данной работе для определения таких параметров используется известный конечно-элементный вычислительный комплекс ANSYS.

В ходе проведения вычислительного эксперимента по определению полей температуры и напряженно-деформированного состояния пластинки, возникающего при охлаждении стальной пластинки, нагретой до температуры 800 °С, в результате погружения торцевой поверхностью в емкость с водой, находящейся при комнатной температуре, разработана трехмерная модель пластинки с геометрическими размерами 100 × 100 × 7 мм. При решении поставленной нестационарной температурной задачи использовался предназначенный для анализа переходных процессов восьмиузловой термический элемент SOLID70, который имеет одну степень свободы (температура в каждой точке). Теплопроводность стали принималась равной 25 Вт/(К · м).

Проведение вычислительного эксперимента заключалось в выполнении двух этапов. На первом этапе осуществлялся нестационарный тепловой анализ, при котором определялось распределение температуры в пластинке, затем на основании результатов, полученных при температурном анализе, проводился расчет перемещений в узлах модели. В ходе выполнения температурного анализа в программном комплексе ANSYS пластинка разбивалась по оси Ox (в направлении погружения) на 5 равных частей. К узлам каждой из частей последовательно, через определенные промежутки времени, для имитации погружения пластинки в воду прикладывалась тепловая нагрузка в виде таблицы зависимости температуры от времени.

В результате получены зависимости изменения абсолютной температуры от времени для точек, принадлежащих различным частям пластинки. Помимо определения полей температур, найдены деформации и напряжения, возникающие в пластинке при охлаждении. Найдены значения перемещений в пластине и исследованы зависимости напряжений от координат для различных моментов времени. Получены распределения полей перемещений для различных направлений, соответствующие произвольным моментам времени охлаждения пластинки.

Полученные результаты нестационарного термостатического анализа могут быть непосредственно использованы для установления оптимальных режимов процесса закалки и последующего охлаждения.