

Моделирование процессов индукционного нагрева изделий сложной формы

Цыкунов П.Ю., И.А. Трусова

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время создание и реализация процесса термообработки деталей и заготовок, как правило, включает стадию компьютерного моделирования. Учитывая особенности индукционного нагрева, предварительный расчет конструктивных и технологических параметров установки является обязательным.

В рамках исследований был создан программный модуль, позволяющий смоделировать поведение заготовки при различных входных параметрах индукционного нагрева. В качестве метода решения уравнений Максвелла, как основы индукционного нагрева, использована конечно-разностная модель. Особенностью примененной модели является переход с сеточного разбиения заготовки на методику угловых координат для заготовок круглого сечения. Это позволило снизить погрешность расчета. Программирование производилось в среде *Lazarus*.

Созданный программный модуль имеет собственную базу данных материалов с возможностью ее пополнения. В расчетах используется температурная зависимость трех ключевых свойств материалов (теплоемкость, плотность, теплопроводность) от температуры, что сильно повышает точность расчетов. По критическим точкам материала есть специальная база данных.

Расчет температурного поля заготовок производится в реальном времени с параллельным графическим построением по сечению. Имеется возможность изменения шага по сечению и времени, усреднение свойств по температуре для ускорения расчетов. Использование программного модуля позволяет получить температурные поля заготовок типа: ограниченный цилиндр, ограниченная труба, прямоугольный профиль (брус и пластина).

На основе варьирования параметров индукционного нагрева выявлена их взаимосвязь с конечным результатом нагрева, что позволяет оценить время, необходимое для нагрева заготовки до требуемого состояния и выбрать способ и режим последующей операции. Среди ключевых параметров выделены: полезная мощность нагрева и ее влияние на скорость нагрева, толщина скин-слоя и его влияние на выбор частоты нагрева в соответствии с геометрическими размерами заготовки, влияние свойств материала заготовки на допустимую мощность и скорость нагрева, и температурный перепад по сечению.