

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЛИНЫ НОЖКИ МАГНИТОПРОВОДА НА СКОРОСТЬ НАГРЕВА

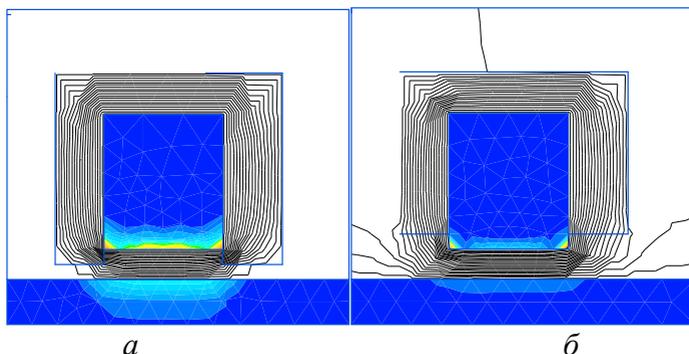
*Физико-технический институт, г. Минск,
Республика Беларусь*

В настоящее время перед разработчиками индукционного оборудования зачастую ставятся задачи термообработки внутренних, фасонных либо плоских поверхностей. В каждом из этих случаев невозможно обойтись без использования специального элемента - магнитопровода, позволяющего ограничивать рассеивание магнитного поля с одной стороны и наоборот концентрировать его с другой. Очень важным является определение оптимальных геометрических параметров магнитопровода, которые позволят нагреть деталь до нужной температуры и при этом минимизировать потери.

В качестве индуктора для исследования влияния длины ножки магнитопровода на распределение электромагнитного поля и как следствие определения изменения скорости нагрева, был выбран одновитковой индуктор, с проводником прямоугольного сечения. В качестве магнитопровода для моделирования процесса нагрева используется имеющийся в свободном доступе ферритовый сердечник, марки Epcos E65. Который имеет ширину профиля равную 27 мм, длина ножек которого подрезается до необходимой на специализированном оборудовании с использованием круга с алмазным напылением.

Промоделируем два случая, где в первом длина ножки магнитопровода превышает высоту индуктора, а во втором длина ножки магнитопровода меньше высоты индуктора. Для первичного анализа было выполнено моделирование нагрева стальной пластины плоским индуктором (один виток) со следующими параметрами: сила тока индуктора 2000 А, продолжительность нагрева 5 с. Картина электромагнитного поля полученная по ре-

зультатам моделирования в студенческой версии программы E1-cut представлена на рисунке 1 [1, 2].



a – распределение силовых линий при длине ножки магнитопровода больше высоты профиля индуктора; *б* – распределение силовых линий при длине ножки магнитопровода меньше высоты профиля индуктора:

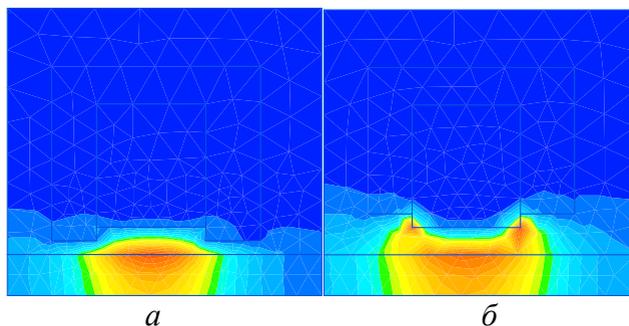
Рисунок 1 – Электромагнитное поле индуктора при различной длине ножки магнитопровода

Магнитные силовые линии при достаточной длине ножки, обеспечивают необходимую величину магнитного потока в зоне нагрева (рисунок 1, а), о чем свидетельствует равномерность распределения силовых линий в зазоре между витком и обрабатываемой деталью, а также концентрация и замкнутость всех силовых линий непосредственно в магнитопроводе.

При недостаточной длине, заметно рассеивание электромагнитного поля в окружающую среду (рисунок 1, б), а также снижение плотности тока в нагреваемой детали. В результате снижается интенсивность нагрева заготовки и увеличивается продолжительность. Температурное поле рассматриваемых случаев представлено на рисунке 2.

Из рисунка видно, что уменьшение длины ножки индуктора приводит к снижению интенсивности нагрева практически в 5 раз (время нагрева деталей представленных на рисунках 2, а, б, одинаковое и равно 5 с). Причем во втором случае в связи с повы-

шенной концентрацией магнитного поля не в самой детали, а смещением к индуктору, вследствие краевого эффекта наблюдается значительный нагрев рабочей части индуктора, что может привести к быстрому эрозионному износу, а также перегреву и разрушению самого магнитопровода.



максимальная температура нагрева: а – 931 °С; б – 137 °С

Рисунок 2 – Температурное поле при индукционном нагреве плоской поверхности при различной высоте ножки магнитопровода

Снижение интенсивности нагрева при уменьшении длины ножки магнитопровода обусловлено соответствующим снижением плотности магнитного потока в зоне нагрева.

Как видно из результатов моделирования, от размера длины ножки напрямую зависит эффективность нагрева при термообработке внешним полем внутренних, фасонных и плоских поверхностей. Полученные результаты позволяют говорить о том что правильный выбор размеров магнитопровода приводит к увеличению КПД нагрева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арбузов В. Н. Применение комплекса программ ELCUT для решения задач электростатики / В. Н. Арбузов. – М.: МИЭЭ, 2008. – 27 с.
2. Фризен В. Э. Моделирование индукционного нагрева с помощью программы ELCUT 4.2 / В. Э. Фризен. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ, УПИ, 2005. – 36 с.