

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

**А. И. Гордиенко, В. В. Ивашко, И. И. Вегера,
А. И. Михлюк, И. А. Хайтин**

Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск

Рассматриваются новые производственные технологии индукционного нагрева, применяемые для поверхностной термообработки деталей и нагрева полуфабрикатов под деформацию.

В настоящее время в суммарном потреблении тепло- и энергоресурсов предприятиями промышленности Беларуси доля производств с применением операций нагрева в газовых, электрических печах и индукционных установках составляет свыше 10 %, причем процессы с использованием индукционного нагрева занимают менее 1 %. Устройства, в которых применяется индукционный нагрев, имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными нагревательными устройствами. Это, прежде всего, высокий КПД (90 – 97 %), компактность индукционных установок, что позволяет встраивать их в линии механической обработки, высокая производительность операций нагрева, формирование на поверхности деталей термически упрочненных слоев, обеспечивающих повышение эксплуатационных характеристик и специальных свойств. Следует отметить, что индукционный нагрев чаще всего применяют при проведении операцийковки, штамповки, прессования, объемной и поверхностной термической обработки металлов и сплавов [1].

Термообработка при индукционном нагреве более экономична и менее трудоемка и по качеству готовых изделий не уступает, а в ряде случаев и превосходит процессы печной обработки. При индукционном нагреве резко сокращаются время нагрева, окисление и обезуглероживание поверхности деталей, снижается коробление деталей при закалке, что позволяет существенно уменьшить припуски на механическую обработку. При поверхностной индукционной закалке вместо цементации в сотни раз сокращается длительность процесса, снижается трудоемкость и стоимость упрочнения, в несколько раз снижаются затраты электроэнергии, отпадает необходимость использования природного газа, минеральных масел, асбеста,

жаропрочных и жароупорных материалов, предотвращаются выбросы в окружающую среду применяемых вредных веществ и продуктов их распада.

Однако необходимо отметить, что темпы расширения области применения индукционного нагрева сдерживаются проблемами приобретения современного оборудования, необходимостью разработки или корректировки технологических процессов, позволяющих обеспечить высокое качество выпускаемой продукции и снижение себестоимости. Не менее остро для республики стоят проблемы замены или модернизации оборудования, нагревательных устройств, совершенствования технологических процессов термической обработки.

На сегодняшний день на промышленных предприятиях Республики Беларусь в наличии находится и используется более 1000 индукционных установок, причем около 70 % из них имеют 100 %-ный износ. Поэтому в настоящее время перед промышленными предприятиями стоит очень важная задача по модернизации и замене имеющегося индукционного оборудования, выработавшего свой ресурс. При этом речь должна идти не о замене физически изношенного, а о приобретении современного оборудования нового поколения, к которому относятся установки на транзисторных или тиристорных модулях. Они имеют более высокий КПД (выше 95 %) по сравнению с машинными (КПД 75 %) и ламповыми (КПД 70 %), меньшие размеры (от 1/3 до 1/10 объема ламповых генераторов), большой срок службы силовых транзисторов и тиристоров (при сроке службы генераторных ламп от 4000 до 6000 часов), низкий расход охлаждающей воды. Второй не менее важной задачей является разработка новых перспективных технологий индукционной термической обработки различных деталей и заготовок для замены устаревших энергозатратных технологий печного нагрева с использованием природного газа [2].

Для решения этих задач авторским коллективом на протяжении последних лет проделана огромная работа. В рамках ГППНИ «Металлургия» был проведен мониторинг наличия, технического состояния и применения оборудования индукционного нагрева более чем на 60-и предприятиях Республики Беларусь, а также изучена потребность этих предприятий в модернизации и приобретении нового оборудования. Кроме того, сделан обзор современного оборудования индукционного нагрева отечественного и импортного производства, по итогам которого было показано, что при замене существующих физически и морально устаревших ламповых и машинных преобразователей ТВЧ на транзисторные или тиристорные только за счет экономии электроэнергии при работе на холостом ходу и под нагрузкой срок окупаемости нового оборудования составляет от 1,5 до 3 лет.

Разработаны рекомендации по выбору индукционного оборудования, описаны методики расчета преобразователей, созданы методики по расчету, проектированию и изготовлению индукторов, обладающих высоким КПД. Для разработки новых технологий индукционной обработки машиностроительных деталей и различных полуфабрикатов изучены особенности механизма и кинетики фазовых и структурных превращений, процессов рекристаллизации и фазовой перекристаллизации высокопрочных сталей и сплавов, их механические и эксплуатационные свойства в зависимости от режимов нагрева и охлаждения.

На сегодняшний день в рамках ГНТП «Технологии и оборудование машиностроения» совместно с ОАО «МАЗ» и ГНУ «ОИМ НАН Беларуси» ведутся работы по созданию энергосберегающей технологии и комплекса автоматизированного индукционного оборудования для нагрева под пластическую деформацию на горизонтально-ковочной машине для производства деталей номенклатуры ОАО «МАЗ». Эта разработка позволит повысить экономию топливно-энергетических ресурсов в 3,8 раза и улучшить качество выпускаемых деталей за счет исключения угара и обезуглероживания металла. Начиная с 2013 года по этой технологии будет выпускаться около 400000 деталей в год на сумму 130 млн долларов, в том числе на экспорт – около 100 млн долларов. Кроме того, будет создана технология и комплексная установка для поверхностной термообработки деталей автомобильной техники. Ее внедрение на ОАО «МАЗ» позволит получить экономию около 100 тыс. долларов в год за счет сокращения потребления электроэнергии и наладить выпуск около 140000 деталей в год на сумму около 40 млн долларов, в том числе на экспорт – около 30 млн долларов.

Такие комплексы индукционного оборудования будут включать в себя современный преобразователь частоты на полупроводниковой основе, нагревательную установку с полной автоматизацией, программируемый блок системы управления и контроля. Кроме того, на базе ГНУ «ФТИ НАН Беларуси» в 2011 году планируется создание сертифицированного производства универсальных индукционных установок и дополнительного оборудования, а также разработка современных технологических процессов обработки различных деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обработка изделий машиностроения с применением индукционного нагрева / А.И. Гордиенко [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 287 с.
2. Актуальные проблемы прочности / А.И. Гордиенко [и др.]; под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: УО «ВГТУ», 2010. – 435 с.