

ТЕХНОЛОГИЯ И УСТАНОВКА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ЗАГОТОВОК В КУЗНЕЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

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

В настоящее время перед промышленностью остро стоит проблема выпуска качественной и конкурентоспособной продукции. Требования качества в полной мере относятся и к процессам нагрева металлов под последующую деформацию.

На сегодняшний день в кузнечных производствах для нагрева заготовок используется различное оборудование, это прежде всего проходные газовые или электропечи. Основными недостатками их являются: большое потребление энергии; низкое качество заготовок за счет длительной выдержки; низкая степень механизации; низкий к.п.д.; большие финансовые затраты на обслуживание. Современное развитие кузнечных производств последние годы ориентируется на замену печного оборудования на более энергоэффективные и производительные технологические процессы [1–4].

Применение индукционного нагрева для заготовок имеет ряд преимуществ: высокий к.п.д. (0,95–0,97); оперативность выхода на рабочий режим работы, компактность оборудования. Данное оборудование позволяет встраивать его в линию кузнечно-прессового оборудования; обеспечивает высокую производительность; уменьшение на поверхности заготовок окалины, исключение обезуглероженного слоя.

Несмотря на то, что основным преимуществом индукционного нагрева является энергоэффективность и высокий КПД, проблема его использования в кузнечных цехах сохраняется. Основные проблемные вопросы связаны с проектированием индукторов для нагрева каждого типоразмера заготовок. В связи с этим снижается производительность из-за частых переналадок, необходимо нести затраты на изготовление и содержание большого парка индукторов. Также существует проблема наладки большой номенклатуры индукторов с преобразователями частоты. Не менее остро стоит задача разработки технологии нагрева и управление ее параметрами.

Для решения вышеперечисленных проблем будет разработана энергоэффективная технология и многофункциональный комплекс оборудования для индукционного нагрева заготовок в кузнечном производстве «ГОМСЕЛЬМАШ», которое обладает широчайшей номенклатурой, при низкой годовой серийности от нескольких десятков и сотен до нескольких тысяч поковок. Комплекс, который планируется укомплектовать специальными индукторами, позволяющими нагревать заготовки, объединенные в типовые группы, и таким образом, будет в несколько раз сокращена номенклатура индукторов.

Для нагрева такой широкой номенклатуры индукторы будут типовые и смогут работать на любой линии. Для запитывания индукторов будет разработана серия преобразователей частоты, позволяющая работать с широкой номенклатурой индукторов в режиме автоподстройки. Данные источники питания имеют возможность хранения в памяти большого количества настроек и не требуют постоянной переналадки. В разрабатываемом комплексе будет впервые применена система промышленного интернета, которая заключается в том, что все источники и их нагрузки объединены в локальную сеть с возможностью выхода в сеть интернета.

В соответствии с техническим заданием спроектированы следующие типы кузнечных нагревателей: КИН 250 кВт для КГШП 1600, КИН 550 кВт для КГШП 2500, КИН 1000 кВт для КГШП 4000.

Для каждого индуктора и группы заготовок проведен комплекс расчетов с моделированием распределения электромагнитных полей по поверхности и построены оптимальные распределения температурных полей по глубине детали, позволяющие получить градиент по температуре не более 100 °С.

Произведя сравнение энергетических показателей комплекса из преобразователя частоты и индуктора при работе на разных частотах были выбраны варианты с максимальной мощностью 250 кВт, 500 кВт, 1000 кВт с диапазоном рабочих частот 2.4-20 кГц.

В таблице 1 приведены результаты расчета заготовок.

Таким образом установлено, что для получения максимальной производительности при заданной неравномерности нагрева в диапазоне 50 °С, для установок мощностью 250 и 500 кВт выбран индуктор длиной 2000 мм, а для установки мощностью 1000 кВт – индуктор длиной 3000 мм. Данные режимы нагрева обеспечивают

нагрев заготовок максимально диаметра для каждого типа КИН от 90 до 150 мм с высоким темпом выдачи. Кроме того, установлено, что возможен нагрев заготовок большого сечения на установках с индуктором длиной 2000 мм при увеличении времени нагрева одной заготовки.

Таблица 1. Расчет габаритных заготовок

Частота	Гц	2400	2400	2400
Длина индуктора	мм	2000	2000	3000
Диаметр индуктора	мм	150	190	180
Диаметр заготовки	мм	90	120	120
Длина заготовки	мм	125	180	180
Количество заготовок в индукторе	шт	15	11	16
Мощность	кВт	450	600	680
Темп нагрева	сек	17	32	25
Температура	С	1270	1270	1250
Неравномерность температуры	С	170	260	220
Неравномерность температуры через 20 сек	С	70	70	60

При внедрении технологии и оборудования будет получен экономический эффект за счет экономии электроэнергии, а также за счет отказа от газопотребляющего оборудования. Замена машинных генераторов (с к.п.д. не более 70 % и потреблением на холостом ходу до 30 % электроэнергии впустую), используемых в настоящий момент на предприятии, на современный полупроводниковый источник питания с к.п.д. не менее 95 %, при двухсменной работе оборудования при коэффициенте загрузки 0,8 повлечет экономию энергоресурсов не менее, чем на 50 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головин Г.Ф., Зимин Н.В. Технология термической обработки металлов с применением индукционного нагрева. – Л. Машиностроение, 1979.

2. Андрушкевич В.В. Энергоэффективные технологии с применением индукционного нагрева в трубной промышленности: дис. ... канд. техн. наук : 05.09.10 / В.В. Андрушкевич. – С.-Петербург, 2016. – 141 с.

3. Обработка изделий машиностроения с применением индукционного нагрева // Гордиенко А.И., Гурченко П.С., Михлюк А.И., Вегера И.И. – Минск: Беларус. Навука. – 2009. – 287 с.

4. Актуальные проблемы прочности / Под редакцией В.В. Клубовича – Витебск: Из-во УО «ВГТУ», 2010. – 435 с. Глава 1 «Перспективы развития оборудования и технологий индукционного нагрева в Республике Беларусь».– С. 5–42.

УДК 621.81

Витько Ю.В., Орлова Е.П., Опиок Н.Э., Мрочек Ж.А.

ВЛИЯНИЕ СМЕСИ АЗОТ-АЦЕТИЛЕН НА ЦВЕТОВУЮ ГАММУ ТИТАНОВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

В общем объеме функциональных покрытий постоянно растущий вес представляют покрытия защитно-декоративного назначения, позволяющие не только обеспечить высокие защитные свойства изделий, но и придать им надлежащее декоративное оформление, соответствующее требованиям технической эстетики и дизайна.

К декоративным свойствам покрытий относят фактуру (блеск, шероховатость, рисунчатость), текстуру (кристаллит, слоит, искрит) и цвет. Наиболее значимым параметром декоративности покрытий является цвет, определяемый в колориметрии как аффинная векторная величина трех измерений, выражающая свойство, общее всем спектральным составам излучения, визуально неразличимым в колориметрических условиях наблюдения.

Исследования по созданию цветowych декоративных плазменных покрытий, при соединении в вакуумной камере азота с ацетиленом, осуществлялись с использованием инструментальных методов определения характеристик цвета в виде колориметрических показателей: координат цвета и координат цветности. В качестве измерительных комплексов использовались спектрофотометры и компараторы цвета различных конструкций. Использование компараторов осуществлялось с наличием образцов, предварительно аттестованных колориметрическими показателями.