

УДК 621.791.927.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ

Могиленко Д.И., студент гр. 8МС-01, I курс

Ощепков А.А., ассистент

Научный руководитель: Сейдуров М.Н., к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

В современных условиях развития мировой промышленности ежегодные потери металла в результате абразивного износа деталей ответственного назначения составляют сотни тысяч тонн. Эксплуатация деталей машин и механизмов с изнашиваемой поверхностью в России зачастую также отличается тяжелонагруженными условиями работы при низких температурах окружающей среды. Соответственно, необходимо стремиться к экономически выгодным вариантам эксплуатации такого оборудования. В связи с этим восстановление поверхностей деталей машин и механизмов весьма актуально. Одним из наиболее перспективных способов упрочнения и восстановления изношенных деталей является индукционная наплавка [1-5].

При индукционной наплавке деталь помещают в электромагнитное поле индуктора, который питается переменным током высокой частоты (ТВЧ). Вторичные переменные токи той же частоты распределяются в поверхностном слое металла и нагревают его. Чем выше частота тока, тем меньше глубина нагреваемого слоя. Детали или компактные присадки нагревают до плавления металла и соединяют. Для защиты от окисления и улучшения качества наплавленного слоя применяют флюс с температурой плавления ниже температуры плавления металла шихты (для удаления оксидных пленок). Шлак при наплавке должен иметь наименьшую плотность и вязкость для легкого удаления из сварочной ванны. Также для используют порошки, изготавливаемые путем распыления струи жидкого сплава на основе кобальта и никеля водой или газом высокого давления. Форма частиц может быть сферической или осколочной. Сфероидизированные порошки отличаются хорошей сыпучестью, не застревают в дозирующих устройствах. При наплавке поверхностей, не требующих глубокого проплавления, применяют стальную ленту толщиной 0,3...1,0 мм и шириной 20...200 мм из стали 50, 65, 65Г, 1Х13, 2Х13.

В настоящее время существует большое количество программно-аппаратных комплексов для индукционной наплавки, отличающихся мощностью установки ТВЧ, размерами и формами индукторов, размерами и формами наплавливаемых деталей, степенью механизации и автоматизации процесса ин-

дукционной наплавки, способами охлаждения детали после наплавки, механизмами подачи заготовок к зоне наплавки. Установка для высокоскоростной индукционной наплавки представляет собой комплекс оборудования, в который входят высокочастотный генератор с комплектом индукторов для наплавки различных плоскостей и манипулятор для перемещения детали.

На рисунке 1 представлен комплекс оборудования для индукционной наплавки клапанов двигателя внутреннего сгорания, позволяющий производить индукционную наплавку в инертной среде. Комплекс оборудования представляет собой механическую систему зажима и вращения клапана в индукторе с последующим нагревом ТВЧ и охлаждением спрейером. Комплекс укомплектован установкой индукционного нагрева мощностью 80 кВА. Индуктор совмещен с газовой камерой, в которую подается инертный газ. Нагрев клапана производится шестью ступенями с различными временными и токовыми значениями на каждой ступени в соответствии с технологическим процессом. После окончания процесса нагрева к клапану подводится спрейер и производится охлаждение наплавленного слоя, после чего клапан освобождается от зажима и падает на стол.



Рисунок 1 – Комплекс для наплавки клапанов

Механизмы комплекса управляются пультом управления в соответствии с заданной программой. На дисплее отображаются текущее состояние процесса и значения параметров индукционного нагрева. Параметры и режимы технологических операций наплавки программируются технологом, который может создавать до 100 программ в различном сочетании режимов и значений их параметров.

Автоматические установки индукционной наплавки имеют позиции загрузки деталей, насыпки шихты, наплавки, сброса или укладки деталей в тару. При необходимости в линию могут быть включены позиции охлаждения и термообработки. Все позиции объединены межоперационным транспортным устройством линейного или карусельного типа, системами контроля и управления процессом индукционной наплавки.

Выбор вида компоновки установки зависит от применяемого способа индукционной наплавки, конструктивных размеров наплавляемых деталей и геометрических параметров ее упрочняемого участка, типа применяемого высокочастотного оборудования. Для наплавки длинных деталей с протяженными участками упрочнения и постоянным по длине сечением металла предпочтительнее оборудование линейного типа. Для наплавки деталей небольших габаритов – оборудование карусельного типа.

Роль оператора программно-аппаратных комплексов для высокоскоростной индукционной наплавки сводится к управлению установкой с пульта, смонтированного на станине и по мере необходимости пополнения магазина заготовками, а бункера шихтой.

Экспериментальные исследования проводили с помощью компьютерного моделирования (рисунок 2).

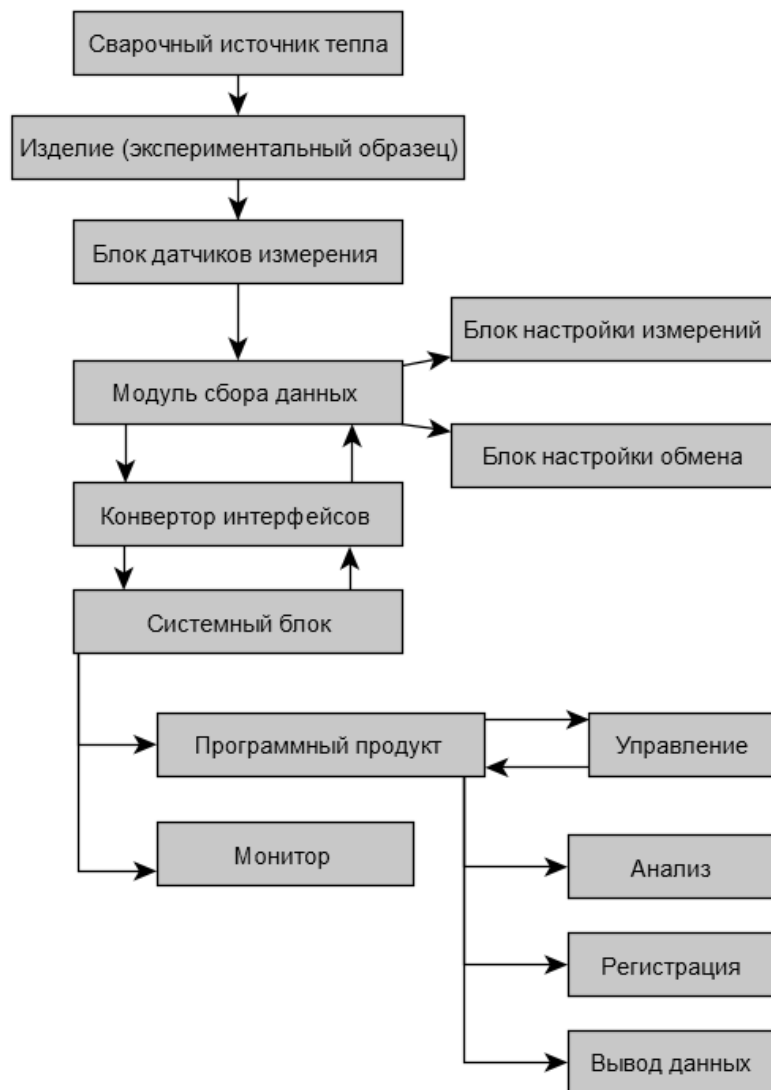


Рисунок 2 – Блок-схема программно-аппаратного комплекса

Для расчета режимов индукционной наплавки, выбора компонентов шихты и анализа распределения температурного поля детали использовался программно-аппаратный комплекс на основе модуля сбора данных и блока термомпар [6, 7]. За счет прикладного программного обеспечения результаты преобразовывались в графоаналитические данные и представлялись оператору для настройки режимов индукционной наплавки.

Связь с регулятором-измерителем «ОВЕН ТРМ 138» осуществляется через СОМ-порт с учетом значения базового адреса прибора. Для сбора данных указывается 8 каналов, привязанных к термопарам на детали. Математическая модель с формированием графика в виде набора кубических сплайнов [6] наиболее точно описывает индукционный процесс. Участки между парами экспериментальных точек, представляющие кубический многочлен, подбираются так, чтобы производная в их общих точках совпадала. Аппроксимированный график обладает достаточной степенью гладкости. Полиномиальная аппроксимация функций от двух переменных используется для восстановления температуры в точках детали, где снятие данных не проводилось. Для построения адекватной модели необходимо и достаточно трех термопар, приложенных к трем различным точкам на детали, не лежащим на одной прямой. В этом случае строится двумерный полином, который бы давал минимальное среднее квадратичное отклонение от показаний в известных точках.

Разработанная адаптивная модель может применяться для деталей, подверженных интенсивному износу деталей машин и механизмов в машиностроении. Применение программно-аппаратных комплексов для высокоскоростной индукционной наплавки износостойких ответственных деталей позволяет сократить число обслуживающего персонала, увеличить повторяемость изготовления продукции, сократить число брака и минимизировать влияния человеческого фактора на процесс наплавки.

Список литературы:

1. Индукционная наплавка твердых сплавов / В.Н. Ткачев, Б.М. Фиштейн, Н.В. Казинцев, Д.А. Алдырев. – М.: Машиностроение, 1970. – 182 с.
2. Индукторы для индукционного нагрева / А.Е. Слухоцкий, С.Е. Рыскин. – Л.: Энергия, 1974. – 264 с.
3. Упрочнение деталей сельхозмашин и тракторов методом индукционной наплавки. Обзор. / Иванайский В.В., Ахмедзянов Р.К. – М.: ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1989. – Вып. 6.
4. Технология индукционного нагрева в процессах центробежного нанесения покрытий / И.А. Сосновский, К.Е. Белявин, А.Л. Худoley // Перспективные материалы и технологии. Под редакцией В.В. Клубовича. В 2-х томах. Т.1. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2015. – Гл. 17. – С. 300-313.

5. ГОСТ Р 57177-2016. Индукционно-металлургический способ наплавки. Технологический процесс. – М.: Стандартинформ, 2020. –12 с.
6. Акиншин А.А. Разработка программного комплекса по автоматизации расчета режимов индукционной наплавки на основе анализа экспериментальных данных и компьютерного моделирования / А.А. Акиншин, М.Н. Сейдуров, А.А. Иванайский // Ползуновский альманах. – 2011. – № 1. – С. 90-92.
7. Киреев С.И. Инженерный программно-аппаратный комплекс «Индукционная наплавка» / С.И. Киреев, М.Н. Сейдуров, Е.А. Иванайский, А.А. Иванайский // Ползуновский альманах. – 2012. – № 1. – С. 165-166.