

Наиболее высокие прочностные свойства имеют сварные соединения, изготовленные по технологии ЭЛС с предварительным нагревом. При испытаниях разрушение происходит на значительном расстоянии от сварного соединения в зоне элемента, изготовленного из малоуглеродистой стали 10ХСНД. Это свидетельствует о том, что предел прочности сварного шва выше предела прочности стали 10ХСНД. Таким образом, режим ЭЛС-ПН можно считать наиболее перспективным режимом сварки исследуемых сталей.

Таким образом, метод электронно-лучевой сварки обеспечивает значительное энерго- и материалосбережение и отличается от других способов сварки тем, что обеспечивает получение узкой и глубокой зоны проплавления. Однако, при электронно-лучевой сварке разнородных сталей, одна из которых склонна к закаливанию и образованию частично перегретой крупнозернистой структуры в околошовной зоне и зоне сварного шва, в случае непринятия дополнительных мер, сварное соединения может оказаться хрупким, с низкими пластическими и прочностными характеристиками. Одним из возможных путей повышения качества сварного соединения, достаточно просто реализуемых на практике, является ограничение степени закалки околошовной зоны посредством повышения температуры окрестности шва при предварительном подогреве зоны сплавления расфокусированным лучом. Благодаря этому происходит снижение скорости охлаждения dT/dt и степени упрочнения материала. После такой предварительной обработки электронно-лучевое сварное соединения имеет значительно более высокие механические характеристики, чем соединения, полученное с использованием традиционной электродуговой сварки.

УДК: 669.295:621.785.53

Разработка аппаратных средств технологической установки ионно-плазменного азотирования

Аспирант – Назарова О.И.

Научный руководитель – Гордиенко А.И.

Аспирант – Ахмед М.Ш.

Научные руководители – Поболь И.Л., Татур В.Г.

НИЦ «Плазмотег» ФТИ НАН Беларуси
г. Минск

Одним из наиболее перспективных способов поверхностного упрочнения изделий из сталей, чугунов, сплавов титана, никеля, алюминия и др. металлов является обработка в плазме тлеющего разряда, горящего в среде азота, иногда с добавками углеводородов, в частности, его усовершенствованный вариант - газотермоциклическое ионное азотирование в прерывистом режиме. При осуществлении этого способа благодаря использованию пульсирующего тока разряда и газотермических циклов насыщения приповерхностных слоев значительно сокращаются время обработки, затраты электроэнергии и реакционных газов, улучшаются эксплуатационные характеристики деталей, поскольку из-за низких температур и малых времен воздействия не происходит разупрочнения сердцевины изделий.

Теоретические положения процесса азотирования характеризуются двумя подходами. Первый из них сформирован учеными школы Ю.М.Лахтина и учеными немецкой школы [1, 2]. Другой принцип сформулирован Б.Н.Арзамасовым с сотрудниками [3]. Обе модели основаны на движении положительных ионов от анода к катоду. В обеих моделях образующим началом является бомбардировка поверхности металла положительными ионами активного компонента азота. Это предполагает только один вариант полярности: подложка может иметь только отрицательный потенциал и служит катодом. Как бы ни отличались эти модели, они основаны на

движении положительных ионов в естественном направлении от анода к катоду. При ионной бомбардировке может происходить распыление поверхности подложки. В некоторых случаях может применяться последующая механическая обработка (шлифование, полирование).

Исследования азотирования в газовом дуговом разряде низкого давления (дуговой разряд с накаливаемым катодом в качестве эмиттера электронов) показали, что азотирование подложек из армо-железа, хромистых сталей и титана в смеси Ar-N, а также стали Р6М5 в азоте происходит в условиях поддержания их необходимой температуры и в «плавающем» (отрицательном) потенциале, т.е. при отсутствии распыления поверхности, поскольку величина плавающего потенциала значительно ниже порога распыления железа [4]. Однако при этом имеет место бомбардировка ионами азота. Автор статьи [5] в 1974 г. показал, что для процесса азотирования железа и стали в тлеющем разряде существенны только атомы азота и температура подложки. Но эта статья осталась незамеченной. В литературе продолжают называть азотирование в тлеющем разряде «ионным», а в зарубежной – «плазменным», хотя последнее определение нельзя назвать однозначным, так как плазма при азотировании может быть создана различными разрядами: тлеющим, высокочастотным, дуговым с накаливаемым катодом, дуговым с холодным катодом. Позже, в 1982 г., появились сведения об азотировании стали в тлеющем разряде в атмосфере аммиака (который легко разлагается в разряде с образованием атомарного азота) при положительном потенциале на образцах [6]. Однако эти исследования не получили дальнейшего развития.

Целью данной работы является создание экспериментального электронного оборудования для исследования физико-механических характеристик азотированных слоев, полученных при переменном импульсном напряжении на подложке в газовом дуговом разряде низкого давления, в частности, для уменьшения распыления поверхности подложки.

Функциональная схема предлагаемого к реализации оборудования представлена на рисунке.

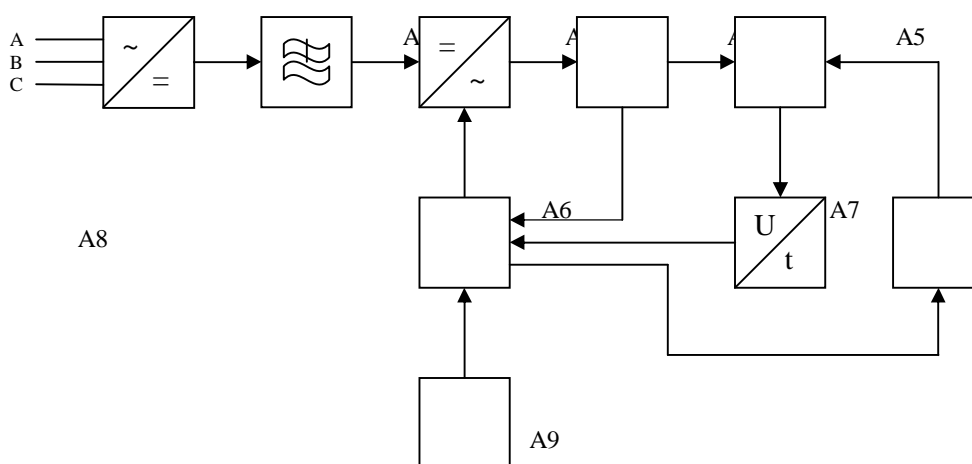


Рисунок. Функциональная схема аппаратных средств технологической установки ионно-плазменного азотирования: А1 – сетевой выпрямитель, А2 – сетевой фильтр, А3 – инверторный преобразователь напряжения, А4 – токовый датчик, А5 – камера ионного азотирования, А6 – блок управления процессом, А7 – температурный датчик, А8 – система напуска технологических газов, А9 – устройство ввода параметров процесса

Сетевое трехфазное напряжение, выпрямленное мостом Ларионова А1, поступает через сетевой фильтр А2 на инверторный DC-AC преобразователь А3,

выполненный по полумостовой схеме на мощных IGBT транзисторах. С выхода трансформатора преобразователя А3, обеспечивающего гальваническую развязку от промышленной сети, переменное импульсное напряжение 500 В с частотой 25 кГц через токовый датчик А4 подается на подложку камеры плазменного азотирования А5. Величина тока азотирования задается методом регулирования длительности заполнения питающего импульса при неизменной частоте импульсов (ШИМ-метод) блоком управления процессом А6, на входы которого подаются сигналы о величине тока с датчика А4, температуре подложки с датчика А7 и заданные величины параметров с устройства ввода параметров процесса А9.

Блок управления обеспечивает также работу системы напуска технологических газов А8 в соответствии с циклограммой процесса азотирования.

Литература

1. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д., Шпис Г., Бемер З. Теория и технология азотирования. – М.: “Металлургия”, 1991. 320 с.
2. Edenhofer V. Physikalische und metallkundliche Vorgänge beim Nitriren in Plasma einer Glimmentladung // Harterei-Technische Mitteilungen. 1974. Vol. Bd. 29, № 2. P. 105-112.
3. Арзамасов Б.Н., Братухин А.Г., Елисеев Ю.С., Панайоти Т.А. Ионная химико-термическая обработка сплавов. М.: Изд. МГТУ им Баумана, 1999. 400 с.
4. Крейндель Ю.Е., Пономарёва Л.П., Пономарёв В.П., Слосман А.И. Об азотировании анода в тлеющем разряде // Электронная обработка материалов. 1983. № 4 (118). С. 32-34.
5. Tibbets G.G. Role of nitrogen atoms in “ion-nitriding”//Journal of Applied Physics. 1974. V. 45, No. 11. P. 5072-5073.
6. Андреев А.А., Кунченко В.В., Саблев Л.П., Ступак Р.И., Шулаев В.М. Азотирование стали в плазме модифицированного вакуумно-дугового разряда // Технология машиностроения. 2002. № 5. С. 27-30.

УДК 621.7

Структурное состояние сталей 38Х2МЮА и 38ХС после ионно-плазменного азотирования

Аспирант – Назарова О.И.

Научный руководитель – Гордиенко А.И.

Аспирант – Ахмед М.Ш.

Научный руководитель – Поболь И.Л.

Физико-технический институт НАН Беларуси
г. Минск

Целью работы является получения комплекса данных о состоянии упрочненного слоя сталей 38Х2МЮА и 38ХС после ионно-плазменного азотирования (ИПА).

ИПА находит все большее распространение в промышленности среди различных методов поверхностного упрочнения. Процесс используется для повышения надежности разнообразных деталей и инструмента. Расширение использования ИПА для поверхностного упрочнения деталей машин обусловлено достоинствами метода, обеспечивающего повышение износостойкости, усталостной выносливости, теплостойкости и коррозионной стойкости.

По сравнению с традиционными способами упрочняющей химико-термической обработки (цементация, газовое азотирование в печах и др.) метод ИПА имеет множество преимуществ, например, получение более высокой твердости поверхности, возможность обработки глухих и сквозных отверстий и др.