

должно быть снижено. Для торцовых уплотнений на высокое давление необходимо применение материалов контактных колец, обладающих высокими прочностными характеристиками. К ним следует отнести кольца из хромоникелевых сталей, на контактные поверхности которых нанесен износостойкий слой из композиционных порошковых смесей.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Майер, Э. Торцовые уплотнения. – М.: Машиностроение, 1978.
2. Федосеев, В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1974.
3. Транспорт и хранение нефти и газа / Н.И. Тугунов [и др.]. – М.: Недра, 1975.
4. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1980. – Т.1.
5. Голубев, Г.А. Контактные уплотнения вращающихся валов / Г.А. Голубев, Г.М. Кукин, Г.Е. Лазарев, А.В. Чивчинадзе. – М.: Машиностроение, 1976.
6. Харламенко, В.И. Эксплуатация насосов магистральных нефтепродуктопроводов / В.И. Харламенко, М.В. Голуб. – М.: Недра, 1978.

УДК 678.027.3

Медведев Т.А., Сушков Д.А.

Научные руководители: доцент Веремейчик А.И., профессор Сазонов М.И.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЕЙ

Введение

Генераторы низкотемпературной плазмы – плазмотроны, находят все более широкое применение в различных технологических процессах. Внедрение высококонцентрированных источников нагрева таких, как лазерный и электронный лучи, плазменная струя позволяют осуществить экономию материальных и трудовых ресурсов. Исследования и практика промышленного применения показали, что плазменный источник нагрева не только эффективно применяется наряду с лазерным и электронно-лучевыми источниками, но в некоторых процессах экономически более обоснован.

Одним из процессов, где применяются источники с высокой плотностью энергии, является поверхностное упрочнение. За счет быстрого концентрированного нагрева поверхности изделия и отвода тепла внутрь материала происходят термические фазовые и структурные превращения. В результате эксплуатационные характеристики изделия повышаются в несколько раз. Особенно целесообразна и актуальна разработка таких процессов для повышения эксплуатационных свойств изделий из дорогостоящих нержавеющей сталей.

Экспериментальная установка и методика исследований

Плазменная установка состоит из типового силового источника электропитания, плазмотрона постоянного тока, устройства поджига дуги, систем газо- и водоснабжения, манипуляторов перемещения плазмотрона и образцов.

Исследования проводили с применением плазмотрона удельной мощности $2,5 \cdot 10^7 - 6,0 \cdot 10^7$ Вт/м². В экспериментах использовали образцы из нержавеющей стали 14X17N2.

Микростроение металла в зоне плазменного воздействия изучали металлографическим способом с помощью приборной системы НЕОРНОТ-21. Микротвердость по глубине зоны воздействия плазменной дуги определяли по Виккерсу с использованием на-

грузки 0,981 Н ($HV_{0,1}$). Фазовый состав упрочненного слоя определяли с помощью дифрактометра Philips PW 1830.

Основные результаты и их обсуждение

В процессе исследований установлено, что скорость охлаждения поверхностного слоя металла, структура и свойства упрочненной зоны сильно зависят от степени локализации ввода тепла в зону нагрева.

Для генерирования плазменного источника нагрева широко используются плазмотроны прямого действия (с открытой дугой) и косвенного действия (с закрытой дугой). Как известно [1], энергетические характеристики плазмотрона в прямой степени влияют на степень локализации вводимого тепла. При функционировании плазмотрона преобразование электрической энергии в тепловую и кинетическую энергии плазменной струи происходят в зоне ее действия, и выделяемая энергия расходуется на нагрев плазмообразующего газа и, частично, на нагрев деталей плазмотрона. Согласно [1], силовые параметры плазменной струи можно изменять током и напряжением дуги, видом и расходом защитного и плазмообразующего газов, расстоянием от среза сопла плазмотрона до поверхности изделия и т.д.

Практическое применение плазменного упрочнения показало, что на термический цикл нагрева и охлаждения материалов существенное влияние оказывает изменение тока дуги, скорости движения источника нагрева, а также вид и расход плазмообразующего газа.

В работе [2] проведены исследования поверхностного упрочнения нержавеющей стали 14X17H2, которая содержит около 17% хрома и является высоколегированной сталью. Следует отметить, что такие стали трудно поддаются упрочнению с помощью традиционных методов: объемная закалка, закалка ТВЧ и др. В этой работе определены оптимальные параметры процесса при варьировании скорости движения источника и расхода плазмообразующего газа. Однако широкие исследования при изменении энергетических параметров плазмотрона, распространением этого метода на упрочнение других марок нержавеющей сталей в работе не проводились.

Нами в работе в качестве плазмообразующего газа использовался аргон и защитного – азот. Опыт применения процесса поверхностного плазменного упрочнения показал, что его можно осуществлять в нескольких вариантах: с оплавлением и без оплавления поверхности, с зазором и без зазора между упрочненными зонами (дорожками) [3]. Из этих вариантов наиболее распространенным является процесс без оплавления поверхности, так как в этом случае обеспечивается сохранение качества поверхности изделия.

При изучении плазменного упрочнения использовались стальные образцы толщиной 7-11 мм со слоистой текстурой хромистых сталей, ориентированной в направлении прокатки.

Проведен ряд экспериментов по исследованию структуры и механических свойств образцов после термообработки при различных значениях энергетических характеристик: тока I и напряжения U дуги плазмотрона.

Ток дуги изменяли в диапазонах с 13 до 28 А, напряжение дуги – с 21 до 34 В.

Проведенный металлографический анализ микроструктуры упрочненных образцов показал существенные изменения в структуре материалов в при поверхностной зоне. Во всех случаях наблюдались три более или менее выраженные отличающиеся слоя.

Установлено, что изменение напряжения в меньшей степени влияет на размер зоны теплового воздействия дуги, чем изменение тока. Так, изменение напряжения в указанных диапазонах не оказало значительное влияние на структурообразование поверхностного слоя. В то же время, изменение тока дуги заметно влияет на зону термического упрочнения.

Это обстоятельство можно объяснить тем, что при использовании плазматронов, где в качестве плазмообразующего газа используется аргон, вольтамперные характеристики восходящие [1].

В процессе экспериментов установлено, что основным критерием, влияющим на зону термического упрочнения, следует принять мощность плазматрона.

Проведена термообработка образцов из стали 14X17H2 при различных значениях мощности плазматрона (рис. 1).

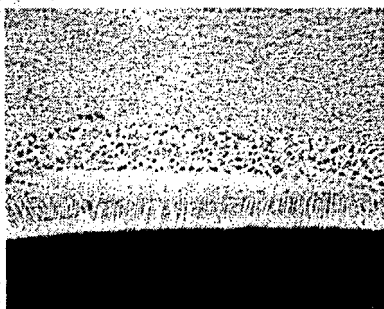


Рисунок 1 – Микроструктура стали 14X17H2 (мощность $P = 510$ Вт, $\times 270$)

Анализ фотографий микроструктуры упрочненного приповерхностного слоя показал, что при малой мощности плазматрона, равной $P = 440$ Вт, зона упрочнения просматривается незначительно. Увеличение мощности приводит к увеличению зоны термического влияния дуги и резкому выделению трех характерных зон. Во внутренней зоне, которая плавно переходит в исходный материал, наблюдается преимущественная ориентировка зерен. Вторая зона состоит из равноосных зерен, предположительно мартенситной структуры. Поверхностный слой содержит дендритную структуру. При увеличении мощности до $P = 510$ Вт происходит оплавление поверхности (рис. 2).

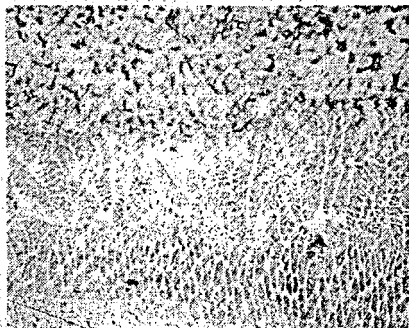


Рисунок 2 – Микроструктура стали 14X17H2 (мощность $P = 540$ Вт, $\times 765$)

При большем увеличении участка (рис. 2) поверхностного слоя видна зона столбчатых кристаллов, ориентированных в направлении источника нагрева.

Изучен фазовый состав упрочненного поверхностного слоя зоны воздействия плазмы (рис. 3).

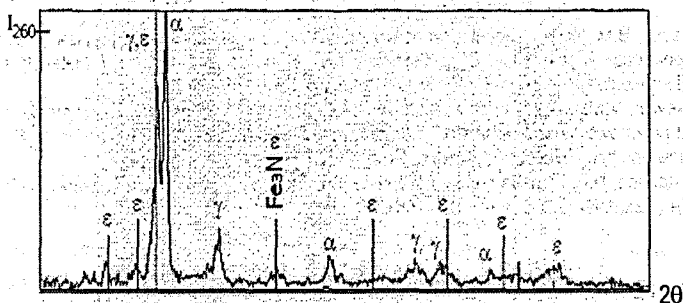


Рисунок 3 – Дифрактограмма фазового состава материала в зоне поверхностного слоя

На дифрактограмме видны пики от вновь образованных фаз. Раздвоение пиков с появлением ряда новых можно объяснить мартенситным превращением в структуре поверхностного слоя. Идентификация новых пиков указывает на присутствие нитрида железа Fe_3N . Предположительно в поверхностном слое образовался азотный мартенсит.

Проведены измерения микротвердости упрочненных образцов. Результаты показали существенный рост микротвердости по глубине поверхностного слоя по сравнению с исходным состоянием (рис. 4).

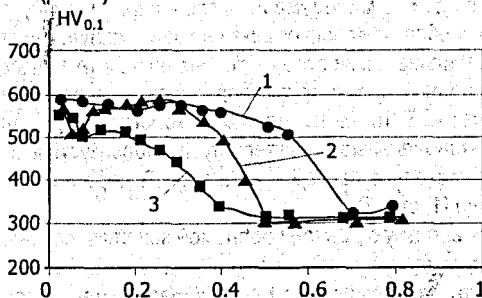


Рисунок 4 – Распределение микротвердости упрочненного слоя по глубине

1 – P = 540 Вт; 2 – P = 510 Вт; 3 – P = 440 Вт

Из приведенных зависимостей видно, что глубина упрочненного слоя достигает 0,43–0,68 мм.

Выводы

Выполненные исследования энергетических характеристик плазмотрона в процессе поверхностного упрочнения показали, что существенную роль на микростроение и тонкую структуру нержавеющей (хромистых сталей) оказывает мощность плазмотрона.

За счет высокой концентрации тепла в зоне нагрева, быстрых проникновения и отвода тепла в поверхностном слое привели к структурным и фазовым превращениям и образованием азотистого мартенсита.

Микротвердость поверхностного слоя увеличилась почти в два раза, а упрочненный слой достигает глубины 0,68 мм.

Процесс поверхностного плазменного упрочнения в ряде приложений не требует дополнительных финишных операций по обработке изделий.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хвисевич, В.М. Использование генераторов плазмы с высокой концентрацией энергии в технологических процессах упрочнения / В.М. Хвисевич, М.И. Сазонов, С. Якушевич // *Materialy seminaryjne IV Konwencji naukowo – praktycznej*. – Białystok – Suwałki, 2005. – S. 17-23.

2. Chvisevich, V.M. Jakuszewicz. Kształtowanie mikrostruktury powierzchni stali chromowej H17N2 podczas obróbki plazmowej w środowisku ochronnym azotu / V.M. Chvisevich, M.I. Sazonow, S. Jakuszewicz // *Inżynieria powierzchni – Wąszawa*; 2005. – № 4. – S. 34-38.

3. Спиридонов, Н.В. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н.В. Спиридонов [и др.]. – Мн.: Вышэйшая школа, 1988. – 158 с.

УДК 693.22.004.18

Парфиевич А.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Драган А.В.

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ ПЕРЕДАЧ ТОКАРНОГО СТАНКА МОД. СН-401 ПО ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Практикуемые в настоящее время способы контроля технического состояния зубчатых передач и приводов часто предполагают разборку изделия. Эта процедура нарушает приработку деталей и вследствие этого сокращает срок их службы, поэтому остается актуальной проблема свести до минимума их число в период эксплуатации изделия. Это позволило бы перейти к обслуживанию объекта в ходе эксплуатации по его фактическому состоянию. Использование в качестве критериев оценки технического состояния зубчатых передач вибрационных параметров в определенной степени отвечает принципам безразборной диагностики. В то же время можно констатировать, что практикуемые в настоящее время функциональные характеристики виброакустического сигнала характеризуют техническое состояние передачи не в полной мере и не раскрывают весь потенциал данного метода [1, стр. 2].

В настоящее время вплотную данной проблемой занялись специалисты БрГТУ. В качестве средства для проведения экспериментальных исследований многовального привода в БрГТУ совместно со специалистами БГУ разработан аппаратно-программный комплекс (рис.1), воплотивший в себе все основные возможности в соответствии с современными тенденциями развития данного направления.

Комплекс позволяет проводить точные измерения по 6 независимым каналам параметров виброускорений, шума и угловых перемещений. При этом в синхронном режиме фиксируются колебательные процессы от очень медленных (так называемых квазистатических) до высокочастотных, которыми характеризуется процесс в механических приводах.

В качестве датчиков для замера кинематической погрешности и угловых колебаний, а также для контроля частот вращения валов с использованием комплекса используются фотоэлектрические преобразователи угловых перемещений ЛИР – 158Б.000ПС1, устанавливаемых на входном и выходном валах передачи.