

На переднем конце шпинделя находятся шариковый радиальный двухрядный подшипник и роликовый радиально-упорный с короткими цилиндрическими роликами. На заднем конце – роликовый радиально-упорный с короткими цилиндрическими роликами.

В результате динамического расчета получаем два графика: амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) и амплитудно-фазовую частотную характеристику (АФЧХ).

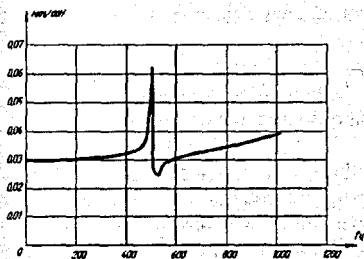


Рисунок 3 – Амплитудно-частотная характеристика ШУ

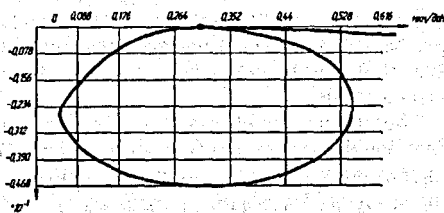


Рисунок 4 – Амплитудно-фазовая частотная характеристика ШУ

Как следует из графика АЧХ, резонансная частота составляет 500 Гц, что является хорошим показателем для низкоскоростного шпинделя с $(dn)_{\max} = 1.9 \cdot 10^5$ мм·мин⁻¹. Рабочие частоты станка не попадают в резонансную зону. При этом, в соответствии с критерием Найквиста – Михайлова [4], АФЧХ (рис. 4) показывает, что ШУ обладает высокой устойчивостью. Таким образом, рассматриваемая конструкция отвечает динамическим требованиям обработки.

Рассматриваемая методика динамического расчета позволяет путем подбора параметров получить наилучшие динамические параметры ШУ. Также могут быть получены различные конструктивные варианты шпинделей для дальнейшего анализа и выбора.

Список цитированных источников

1. Пономарев, К.К. Расчет элементов конструкций с применением ЭЦВМ. – М.: Машиностроение, 1972. – 424 с.
2. Ивович, В.А. Переходные матрицы в динамике упругих систем: справочник. – М.: Машиностроение, 1981. – 183с.
3. Бидерман, В.Л. Теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.
4. Михайлов, А.В. О новом подходе исследования замкнутых регулируемых систем // Автоматика и телемеханика. – 1973. – № 8.
5. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем / А.С. Проников, Е.И. Борисов, В.В. Бушуев [и др.]; под общ. ред. А.С.Проникова. – М.: Машиностроение, 1972. – Том 2. – Часть 1. – 374 с.
6. Орликов, М.Л. Динамика станков. – К.: Вища школа. 1989. – 272 с.

УДК 621.387.143

Ермолич М.В., Горбач Н.М.

Научные руководители: профессор Сазонов М.И., доцент Черноиван Н.В.

ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛЕЙ

Для повышения надежности, долговечности и эксплуатационных свойств деталей машин, экономии энергетических ресурсов используются различные способы упрочнения металлоизделий. Данная работа посвящена использованию плазмотрона для поверхностного упрочнения деталей из сталей.

Проведенные исследования [1-3] показали, что способность стали к закаливанию определяется составом и содержанием легирующих элементов. Испытания на износостой-

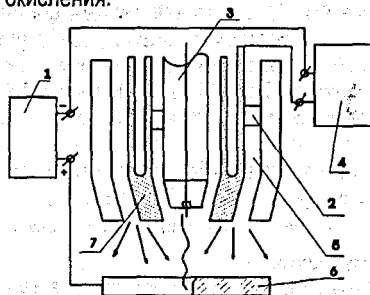
кость подтвердили эффект применения поверхностной плазменной заделки стальных изделий.

Высокая твердость и дисперсность упрочненного слоя при термообработке плазменной струей оказывает определяющее значение на эксплуатационные характеристики изделия.

Применение плазматрона эффективно с точки зрения повышения износостойкости только для сталей, содержащих менее 0.35% углерода.

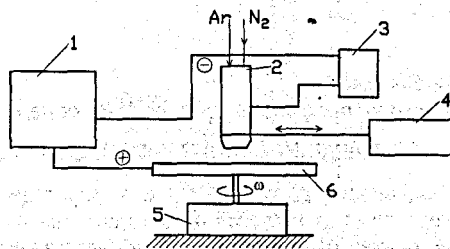
К конструктивным элементам плазматрона (рис. 1) относятся электрод и сопло, которые определяют его основные характеристики. Электрод изготавливается обычно из гафния и вольфрама. Сопло формирует и стабилизирует прикатодную область плазменной струи.

Обжиг дуги осуществляется подачей защитного газа, в качестве которого используют аргон, азот или смесь инертных газов. Источник питания включен между катодом и нагреваемым изделием (анод) 6. С помощью 4 возбуждается основная дуга, которая после возбуждения дежурной, горит между катодом 3 и анодом (изделие) 6, обжиг дуги осуществляется также и дополнительным соплом 2. Через канал 5 подается плазмообразующий газ (аргон, азот), а через сопло 2 защитный газ, который стабилизирует дугу и защищает зону нагрева от окисления.



1 - источник питания; 2 - сопло; 3 - катод; 4 - высокочастотный генератор;
5 - канал вдува газов; 6 - нагреваемая деталь (анод); 7 - электрод
Рисунок 1 - Принципиальная схема установки с генератором плазмы

Для реализации процесса поверхностного упрочнения деталей была создана плазменная установка (рис. 2). Эта установка состоит из плазматрона постоянного тока, силового источника питания дуги, устройства ВЧ-поджига дуги, щитка газоснабжения плазматрона аргонем и азотом; системы водоохлаждения плазматрона.

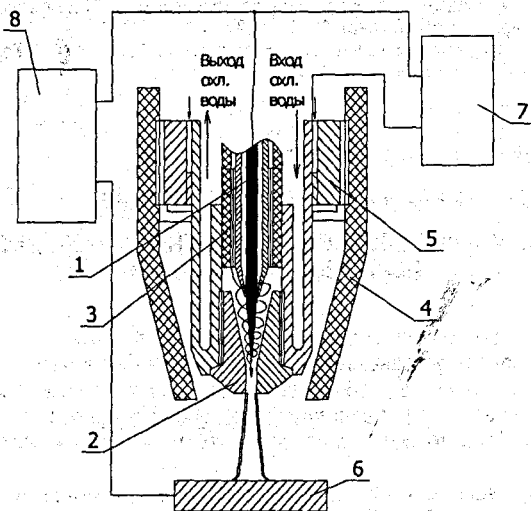


1 - силовой источник питания; 2 - модернизированный плазматрон; 3 - высокочастотный генератор; 4 - манипулятор; 5 - манипулятор; 6 - упрочняемая деталь
Рисунок 2 - Принципиальная схема установки для поверхностного упрочнения деталей

Поджиг дуги производится при помощи высоковольтного ВЧ-генератора, который подключен одним полюсом к катоду плазматрона, другим – к его соплу. Перед запуском плазматрона устанавливаются заданные расходы рабочего газа аргона и защитного газа азота. Кроме того, задается определенная скорость перемещения плазматрона на основе предварительно проведенных экспериментов по упрочнению на образцах. Затем на плазматрон подается напряжение от силового источника и включается ВЧ-генератор, который обеспечивает пробой газового зазора между катодом и соплом; в этот момент сопло служит поджигающим электродом. По образовавшемуся искровому каналу развивается дежурная дуга между катодом и соплом, ток дуги ограничивается переменным сопротивлением, которое включено в электрическую цепь между соплом и анодом и устанавливается в пределах 4...6 А. Под действием потока аргона через плазматрон слаботочная дуга выдувается из плазматрона и замыкается на анод-деталь. Приложенное напряжение к плазматрону от силового источника обеспечивает загорание основной дуги между катодом и анодом, а дежурная дуга автоматически отключается.

Для перемещения плазматрона относительно закаливаемой детали использован манипулятор с двигателем с магнитным роликом, который приводится во вращательное движение ротором, в свою очередь ролик катится по торцу модели закаливаемой детали. Кроме того, разработан и изготовлен специальный манипулятор, который непосредственно вращает упрочняемую деталь с заданной скоростью, причем угловая скорость детали может изменяться в пределах 0.5...180 об/мин при помощи разработанной электронной системы управления двигателем. Таким образом, на созданной установке могут проводиться исследования с целью разработки основ поверхностной закалки образцов и деталей.

С целью повышения мощности теплового КПД плазматрона и плотности теплового потока в анодное пятно был модернизирован плазматрон ПА-16 (рис. 3), который эффективно использовался для сварки и наплавки.



1 – катод, 2 – медное сопло, 3 – деталь закрутки рабочего газа, 4 – дополнительное сопло, 5 – кольцо закрутки защитного газа, 6 – анод-упрочняемая деталь, 7 – высокочастотный генератор, 8 – силовой выпрямитель

Рисунок 3 – Принципиальная схема модернизированного плазматрона

Защита от окисления металла упрочняемой детали обеспечивается постановкой в плазмотроне дополнительного керамического сопла 4 с внутренним диаметром 18 мм, а между соплами 2 и 4 подается защитный газ азот с расходом 1.2...4.0 л/мин. Кроме того, за счет высокой скорости течения плазмы в дуге происходит эжекция азота в зону анодного пятна, что предположительно может привести к плазменному азотированию поверхностного слоя детали, что подтверждается исследованиями физических свойств этого слоя.

Выпрямитель 2 включен между катодом 1 и упрочняемой деталью 6. Для поджига основной дуги использован высокочастотный генератор 3 малой мощности, включенный между катодом и соплом 2 плазмотрона. После поджига дежурной дуги по ее проводящему каналу загорается основная дуга между катодом и деталью-анодом. Перед включением плазмотрона в зону катода для его защиты подается аргон с расходом 1.2...4.1 л/мин, а для защиты детали в зоне анодного пятна от окисления через дополнительное сопло 4 – азот с расходом 0.8...2.4 л/мин.

При закалке использовались аргон и азот высокой чистоты из баллонов. Измерение расходов газов производится при помощи ротаметров типа РМ-0,025 и РМ-0,63.

Проведенные эксперименты показали, что подача азота позволяет увеличить напряжение дуги и, соответственно, мощность плазмотрона почти в 2 раза и достичь плотности теплового потока в анодном пятне вплоть до 6×10^7 Вт/м² при диаметре пятна 2.0...2.4 мм.

Использование модернизированного плазмотрона позволяет повысить твердость и износостойкость сталей за счет воздействия плазменной струи в защитной среде аргона.

Список цитированных источников

1. Райцес, В.Б. Термическая обработка. – М.: Машиностроение, 1980. – 247 с.
2. Спиридонов, Н.В. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н.В. Спиридонов, О.С. Кобяков, И.Л. Куприянов. – Мн.: Высшая школа, 1988. – 155 с.
3. Лещинский, Л.К. Плазменное поверхностное упрочнение / Л.К. Лещинский, С.С. Самотугин, И.И. Пирч, В.И. Комаров. – Киев: Техника, 1990. – 109 с.
4. Коротеев, А.С. Плазмотроны: конструкции, характеристики, расчет / А.С. Коротеев, В.М. Миронов, Ю.С. Свирчук. – М.: Машиностроение, 1993. – 296 с.

УДК 621.9.06

Кардаш Н.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Горбунов В.П.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ КООРДИНАТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПРИВОДА СТАНКА

Введение

В настоящее время одной из основных тенденций развития в технологии механической обработки является повышение точности изготавливаемых деталей: точность ее размеров, формы, взаимного расположения и шероховатости поверхности. Ужесточение точности изготавливаемых деталей влечет за собой повышение требований к точности станка: геометрической точности, кинематической точности, точности позиционирования и жесткости.

В автоматизированном производстве наибольшее значение имеет использование станков с ЧПУ, где точность обработки должна обеспечиваться автоматически за счет точного перемещения рабочих органов станка, использования систем автоматического управления и других факторов. Особенностью станков с ЧПУ является применение передачи винт-гайка качения в качестве тягового устройства рабочих органов станка.