

Кульгейко М.П., Мельников Д.В.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для упрочнения и восстановления изношенных поверхностей применяются различные технологические методы. В настоящее время в машиностроении интенсивно развиваются направления, связанные с применением нескольких видов энергии. Одним из таких методов является магнитно-электрическое упрочнение. На обрабатываемую деталь и ферромагнитный порошок действуют импульсы нескольких видов энергии: электрической, магнитной и механической, с помощью которых порошок расплавляется и наносится на обрабатываемую поверхность. Данный метод позволяет получать на поверхности детали небольшой по толщине слой, обладающий необходимыми свойствами. Однако из-за нестабильности процесса магнитно-электрического упрочнения покрытие имеет низкое качество, что ограничивает применение данного метода.

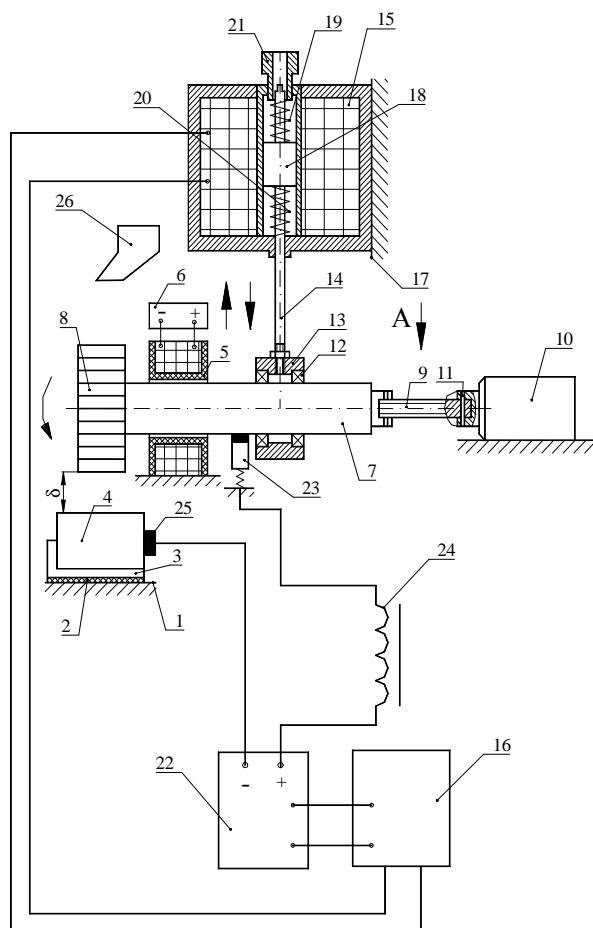
Одной из задач технологии магнитно-абразивного упрочнения является стабилизация энергетического воздействия и обеспечение устойчивости протекающих в рабочей зоне тепловых процессов для увеличения сплошности и равномерности геометрических и физико-механических свойств поверхности. Анализ всех факторов и параметров процесса магнитно-электрического упрочнения позволили сформулировать основные принципы регулирования и управления контактным взаимодействием в рабочей зоне. Физико-механические процессы в контактной зоне характеризуются целым рядом факторов, основным из которых является сила технологического тока. Поэтому, для стабилизации процесса магнитно-электрического упрочнения предлагается регулировать рабочий зазор между обрабатываемой деталью и электродом-инструментом с помощью линейного возвратно-поступательного перемещения оправки.

Устройство работает следующим образом (рисунок). На стол 1 широкоуниверсального станка на электроизоляционную прокладку 2 устанавливают сменное приспособление 3, в котором базируют и закрепляют обрабатываемую деталь 4. Катушку 5 основного электромагнита устанавливают жестко относительно стола 1 на консоли станка. Внутри катушки 5 основного электромагнита размещают оправку 7 с электродом-инструментом 8, корпусом 13 и подшипниками 12. С помощью гибкого элемента 9 ее связывают с приводом 10, также жестко установленным относительно стола 1. Гибкоупругий элемент 9 имеет форму кольца, выполненного из троса, и соединен с оправкой 7 и приводом 10 с помощью штифтов 11. Дополнительный электромагнит 15 механизма изменения положения оправки 7 с помощью стойки 17 устанавливают в вертикальном суппорте станка и соединяют его сердечник 14 с корпусом 13. Регулировочным винтом 21 определяют требуемое усилие в пружинах 19 и 20, а вертикальной подачей суппорта устанавливают рабочий зазор  $\delta$  между электродом-инструментом 8 и обрабатываемой поверхностью детали 4.

При необходимости нанесения покрытия на плоские поверхности детали 4 совместно со столом сообщают продоль-

ное движение подачи и приводит во вращение электрод-инструмент 8. От источника технологического тока 22 через щетки 23 и 25 на оправку 7 с электродом-инструментом 8 и деталь 4 подают технологический ток. От источника питания 6 на обмотку катушки 5 основного электромагнита подается постоянный ток. Одновременно из бункера-дозатора 26 на электрод-инструмент 8 подается порция ферромагнитного порошка, которая при вращении электрода-инструмента транспортируется в зону обработки, т.к. удерживается на нем магнитным полем. В рабочем зазоре  $\delta$  частицы ферромагнитного порошка замыкают цепь источник технологического тока 22 - электрод-инструмент 8 - деталь 4 и расплавляется под действием тока. Магнитные поля электрода-инструмента 8 и проходящего тока способствуют распределению расплава по поверхности детали 4.

Непостоянство электрического сопротивления в зоне раз-



Общий вид устройства для магнитно-электрического упрочнения плоских поверхностей

**Кульгейко Михаил Петрович.** К.т.н., доцент, зав. каф. "Технология машиностроения" Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого.

**Мельников Дмитрий Витальевич.** Ассистент каф. "Технология машиностроения" Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого.

ГГТУ им. П.О. Сухого, Беларусь, г. Гомель, пр. Октября, 48.

Машиностроение, автоматизация, ЭВМ

ряда, вызванное непостоянством электрического сопротивления ферромагнитного порошка в рабочем зазоре, а также относительная неравномерность подачи ферромагнитного порошка в зону обработки и непостоянство электрических и магнитных свойств материала детали 4 и электрода инструмента 8 приводит к изменению силы технологического тока.

В соответствии с величиной этого изменения датчик 24 подает команду в цепь блока управления 16. В зависимости от величины полученного сигнала открывается один, два, три и т.п. симистора (число симисторов определяется экспериментально и зависит от пределов регулирования величины рабочего зазора) блока управления и на электромагнитную катушку 15 подается различное напряжение. В результате в катушке изменяется ток, и сердечник вместе с оправкой совершает линейные возвратно-поступательные перемещения. Совместно с сердечником совершает линейные возвратно-поступательные перемещения оправка с электродом инструментом, тем самым регулируется величина рабочего зазора и, как следствие, сила технологического тока.

УДК 621.9.06

Щербаков С.А., Кульгейко М.П.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ОБРАБОТКИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЕЁ РАЧЕТОВ

Одной из важнейших задач технологии машиностроения является обеспечение заданной точности обработки деталей. На практике точность обработанных деталей измеряется на контрольных операциях техпроцесса или в ходе проверок работниками служб технического контроля. В этом случае определяются реальные значения заданных параметров, т.е. действительная точность обработки. Однако в процессе технической подготовки производства, при проектировании технологических процессов и оснастки важно знать прогнозируемый разброс значений параметров, т.е. расчетную (ожидаемую) точность.

Анализ работ по этой проблеме за несколько десятилетий [1-13] выявил наличие различных принципиальных подходов и методик проектного определения суммарной погрешности обработки. Кроме того, имеются различия в составе влияющих факторов (первичных погрешностей), методах их суммирования, нормативных данных. Практическое применение этих методик связано с определенными трудностями и ограничениями: наличие противоречий между формулами и нормативными данными, отсутствие четких правил определения и суммирования первичных погрешностей, недостаточное количество нормативных данных [4, 12]; представление нормативной базы в терминах и единицах измерения устаревшей системы стандартов [9] и т.п.

Все это ограничивает область применения методик и позволяет производить расчет суммарной погрешности обработки лишь для частных случаев механической обработки.

Очевидна необходимость формализации подходов и синтеза методики определения суммарной погрешности обработки на основе известных разработок этой проблемы с последующим созданием системы автоматизированного расчета в виде проблемной программы обучающего типа. Это позволит сократить трудоемкость расчетов, уменьшить вероятность внесения субъективных ошибок и расширить область приме-

Таким образом, несмотря на относительную сложность элементной базы схемы управления, применение предлагаемой системы стабилизации технологического тока позволяет существенно повысить экономичность и эффективность процесса магнитно-электрического упрочнения. Авторегулирование параметров в зоне контактного взаимодействия системы инструмент – порошок – деталь способствует увеличению сплошности покрытия, равномерности его геометрических и физико-механических свойств, т.е. повышению поверхностной стабильности упрочненного слоя.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой. – Л.: Машиностроение, 1977. – 184с.
2. Барон Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов. – Л.: Машиностроение, 1986. – 172с.

нения методики.

Существуют два принципиальных подхода к определению суммарной погрешности обработки, которые в [7] названы расчетно-аналитическим и статистическим.

При статистическом подходе, варианты которого можно найти в [1,2,5,7,11,13], суммарная погрешность обработки  $\Delta_{\Sigma}$  определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = 1,2 \cdot \sqrt{(\delta \cdot \sigma)^2 + \mathcal{E}^2 + \Delta_n^2 + \Delta_u + \Sigma \Delta_m + \Sigma \Delta_{\phi}}, \quad (1)$$

где

$\delta \cdot \sigma$  - предельный разброс фактических размеров при обработке ( $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение генеральной совокупности фактических размеров от математического ожидания). Выборочная оценка среднего квадратического отклонения  $\sigma$  определяется по формуле:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (R_i - R'_{cp})^2}{m}}, \quad (2)$$

где

$R_i$  - фактическое значение размера при обработке;

$R'_{cp}$  - оценка математического ожидания всех размеров обработки;

$$R'_{cp} = \sum_{i=1}^m R_i / m; \quad (3)$$

$m$  - объем выборки для определения оценок  $\sigma$  и  $R'_{cp}$  генеральной совокупности обрабатываемых размеров;

Кульгейко Михаил Петрович. К.т.н., доцент, зав. каф. "Технология машиностроения" Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого.

Щербаков Сергей Александрович. К.э.н., доцент каф. "Технология машиностроения" Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого.

ГГТУ им. П.О. Сухого, Беларусь, г. Гомель, пр. Октября, 48.