

3. Кожуро Л.М., Мрочек Ж.А., Миранович А.В. Повышение эффективности процесса электромагнитной наплавки // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии в машиностроении: Материалы межд. науч.-техн. конф., Мн., 26-30 мая 2003 г / Машиностроение. – Мн., 2003. – Вып. 19. – С. 97-100.

## **РОЛЬ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ В УСТРОЙСТВАХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ И ВЫСОКОПРОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ**

*А.В. Миранович, Д.М. Шербо*

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Л.М. Кожуро*  
*Белорусский государственный аграрный технический университет*

В устройствах для электромагнитной наплавки (ЭМН) композиционных порошков на железной основе энергия магнитного поля выполняет одну из основных ролей – удержание ферропорошка и формирование цепочек-электродов в рабочей зоне, устройств реализующих процесс [1].

Известно, что в качестве источников магнитного поля в рабочей зоне применяются электрические магниты на выпрямленном или пульсирующем токе, использование которых не позволяет получать однородное магнитное поле. Это обстоятельство приводит к формированию недостаточно качественного (поры, трещины, микровыступы) и неравномерного по толщине покрытия.

Вследствие этого магнитные системы, работающие на электрических магнитах и применяемые в устройствах для наплавки, не в полной мере удовлетворяют требованиям, необходимым для получения покрытий с требуемыми физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Поэтому совершенствование этих систем является актуальной задачей.

Так, для получения стабильных по толщине и высокопрочных покрытий необходимо близкое к однородному в пространстве и постоянное по времени магнитное поле в рабочем зазоре. Если требование однородности поля не будет достаточно точно выполняться, то формирование цепочек-электродов в исследуемой области рабочей зоне будет содержать трудноконтролируемые погрешности, связанные с неравномерным распределением величины индукции магнитного поля [2].

Известно [3], что величина индукции магнитного поля зависит не только от намагниченности магнитотвердого материала, но и от его формы. Поэтому в работе проводились исследования по оптимизации конструкции, габаритов и массы систем с постоянными магнитами. Для решения поставленной задачи использовались методы теории поля и моделирование магнитных систем на ПК. Задача расчета параметров магнитного поля в устройстве для ЭМН предполагала два этапа: 1) расчет поля системы постоянных магнитов; 2) расчет распределения намагниченности магнитопровода и вычисление поля, созданного металлом.

В результате проведенных исследований получены данные, позволившие создать магнитную систему установки на основе магнитотвердого материала ЮНДК 24 (ГОСТ 9575), которая обеспечивает в рабочей зоне однородное магнитное поле. Полученная форма магнитной системы позволяет сконцентрировать магнитный поток в рабочем зазоре и ослабить поле размагничивания. При этом стоимость устройств на постоянных магнитах почти в 3 раза ниже аналогичных на основе электрических магнитов, кроме того, магнитная система имеет компактный размер, практически не требует технического обслуживания и сложной системы управления, что обеспечивает ресурсо- и энергосбережение процесса упрочнения изделий.

С целью проверки эффективности применения созданной магнитной системы были проведены сравнительные испытания на установках с постоянными и электрическими магнитами. Полученные результаты исследований показали, что использование постоянных магнитов, позволяет повысить производительность наплавки до 25 %, снизить пористость

покрытия до 6...9 %, а также получить равномерное и стабильное по толщине покрытие, равное 0,6 мм.

#### **Литература**

1. Кожуро Л.М., Чемисов Б.П. Обработка деталей машин в магнитном поле. – Мн.: Навука і тэхніка, 1995. – 232 с.

2. Курбатов П.А., Аринчин С.А. Численный расчет электромагнитных полей. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 168с.

3. Кожуро Л. М., Мрочек Ж. А., Миранович А. В. Повышение эффективности процесса электромагнитной наплавки // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии в машиностроении: Материалы межд. науч.-техн. конф., Мн., 26-30 мая 2003 г / Машиностроение. – Мн., 2003. – Вып. 19. – С. 97-100.

## **РЕСУРСО-И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

*А.В. Миранович, Д.М. Щербо*

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Л.М. Кожуро*  
*Белорусский государственный аграрный технический университет*

Повышение эффективности и ремонтного производства Республики Беларусь в современных рыночных условиях предусматривает ресурсо - и энергосбережение на всех этапах производства.

Одними из этих методов обработки являются: размерно-чистовая и упрочняющая обработка, осуществляемая на металлорежущих станках без снятия стружки посредством поверхностного пластического деформирования (ППД); электромагнитная наплавка (ЭМН) легированных порошков на железной основе, а также их сочетание – ЭМН с ППД; абразивная обработка (МАО).

При обработке ППД изменяются не только шероховатость поверхности, которая может достигнуть без особых затруднений до  $Ra=0,025$  мкм, и размеры заготовки, но и практически все физико-механические свойства поверхностного слоя металла, а также его структуру: повышаются твердость, пределы упругости, текучести и прочности, а также усталостная прочность металла, одновременно снижаются показатели пластичности – относительное удлинение и ударная вязкость. Кроме того применение ППД позволяет снизить трудовые, энергетические и материально-сырьевые затраты, а также по сравнению с традиционными методами финишных операций, осуществляемых, как правило, абразивными инструментами, имеет высокую производительность.

Отказы машин и механизмов обусловлены в основном процессами износа или комплексными причинами. Около 90 % деталей цилиндрической формы имеют износ не более 0,6 мм. Учитывая это, для их восстановления и упрочнения можно рекомендовать электромагнитную наплавку легированных порошков на железной основе. ЭМН является электрофизическим методом, основанным на использовании концентрированных потоков энергии. Она формирует тонкие слои покрытий, не превышающие 0,5 мм на сторону. К достоинствам ЭМН следует отнести высокую прочность соединения наплавленного покрытия с основой, повышенную износостойкость, минимальное тепловыделение и расплавление материала основы, что исключает термическое деформирование обрабатываемых деталей, эффективна при упрочнении и восстановлении посадочных поверхностей под подшипники, зубчатые колеса и другие детали.

Сочетание ЭМН с ППД позволяет улучшить геометрические и физико-механические параметры качества восстановленной и упрочненной поверхности. Так, ППД изменяет остаточные напряжения растяжения после наплавки на напряжения сжатия и увеличивает плотность покрытия, что положительно влияет на износостойкость и усталостную прочность деталей машин; значительно снижает шероховатость поверхности после наплавки и повышает точность.