

УДК 621.791.92

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В. Г. Гаврилин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»,
г. Гомель, Республика Беларусь

В современном машиностроении большое внимание уделяется вопросу повышения надежности и износостойкости изделий. Как известно, одними из причин износа деталей в узлах машин являются процессы трения, коррозии и др. Так, в процессе трения происходит разрушение поверхностного слоя материалов деталей, обусловленное возникновением сопротивления относительно перемещению в зоне их контакта, а при коррозии происходит разрушение материалов в результате взаимодействия с окружающей средой. В условиях нынешней экономической ситуации одной из приоритетных проблем в машиностроении является сохранение и увеличение параметров стойкости и долговечности деталей машин в узлах, что привело к возникновению множества методов упрочнения их поверхностного слоя. Одним из таких методов является электромагнитная наплавка.

Сущность метода электромагнитной наплавки (ЭМН) заключается в совокупном одновременном воздействии на обрабатываемую поверхность детали и порошок, подаваемый в зону наплавки, нескольких видов энергии: электрического тока, внешнего магнитного поля, кругового магнитного поля электрического тока и механической энергии, с помощью которых порошок расплавляется, наносится на обрабатываемую поверхность и диффундирует в глубь её [1].

Упрочнение и восстановление производят как для цилиндрических, так и плоских деталей. Сущность метода электромагнитной наплавки при этом схожа, однако различны схемы установок. Главным образом различие заключается в том, что при работе с цилиндрическими деталями происходит их вращение. В частных случаях на некоторое расстояние от детали, называемое величиной зазора, располагают электрод-инструмент. В этот зазор наплавляемый порошок подается дозатором с его последующей наплавкой на деталь [2]. При упрочнении плоских деталей движение, как правило, совершает электрод-инструмент, а деталь фиксирована [1].

На данный момент имеется множество работ, предлагающих различные способы осуществления электромагнитной наплавки, более совершенные схемы и установки, новые составы наплавляемых порошков.

Так, например, в работе [3] показаны принципиальные схемы электромагнитной наплавки наружных поверхностей тел вращения, представленные на рис. 1, 2.

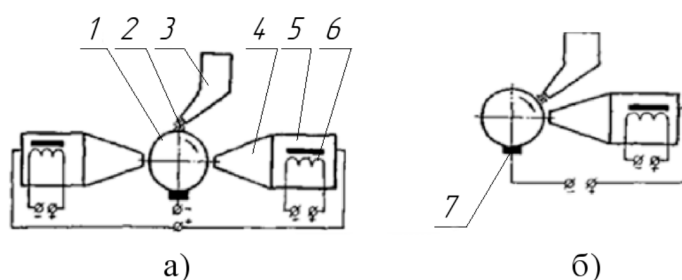


Рис. 1 – Принципиальные схемы электромагнитной наплавки наружных поверхностей тел вращения: а - двухполюсная; б - однополюсная (1 – восстанавливаемая деталь; 2 – порошок; 3 – бункер-дозатор; 4 – полюсный наконечник; 5 – сердечник электромагнита; 6 – электромагнитная катушка; 7 – скользящий контакт)

Заготовка 1 располагается на некотором расстоянии от полюсного наконечника 4 сердечника 5 электромагнитной катушки 6. Сердечник и заготовка подключаются к источнику электрического тока. В зазор между обрабатываемой поверхностью и полюсным наконечником подается порошок 2 из дозатора-бункера 3. Порошок обладает магнитными свойствами, его частицы выстраиваются вдоль силовых линий магнитного поля и замыкают электрическую цепь «деталь - наконечник». Зерна порошка под действием энергии проходящего по ним тока нагреваются, расплавляются, и капли расплава порошка переносятся на обрабатываемую поверхность вращающейся детали. Первая схема обеспечивает более высокую стабильность и производительность наплавки, вторая же обладает большей универсальностью. Перспективным методом электромагнитной обработки является метод электромагнитной наплавки с поверхностным деформированием, принципиальная схема которого показана на рис. 2.

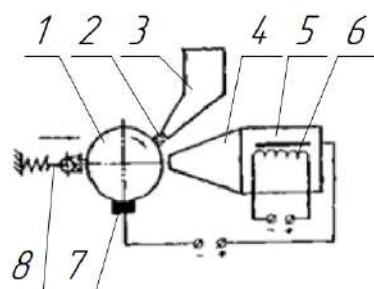


Рис. 2 – Принципиальная схема метода электромагнитной наплавки с поверхностным пластическим деформированием наружных поверхностей тел вращения: однополюсная с одношариковым накатником (1 – восстанавливаемая деталь, 2 – порошок, 3 – бункер-дозатор, 4 – полюсный наконечник, 5 – сердечник электромагнита, 6 – электромагнитная катушка)

Пластическое деформирование уменьшает шероховатость поверхности покрытия, увеличивает его твердость и формирует в поверхностном слое сжимающие остаточные напряжения, повышающие усталостную прочность обработанных деталей [3].

В исследовании [4] повышение стабилизации процесса нанесения покрытий было достигнуто за счет обеспечения в рабочей зоне постоянной во времени величины магнитной индукции, а также устойчивой обратной связи разрядного тока и напряжения с изменяемыми технологическими параметрами. Для этого предлагается применять электромагнитные системы с постоянными магнитами и инверторным источником регулируемого импульсного сварочного тока и напряжения.

В результате исследования было установлено, что использование постоянных магнитов в устройствах упрочнения стабилизирует технологические параметры процесса и повышает качество покрытий. Выявлено, что у покрытий, полученных упрочнением на установке с магнитной системой на постоянных магнитах по сравнению с магнитной системой на электромагните, удельная длина трещин уменьшается в 1,75-2,2 раза, что объясняется увеличением длительности сохранения жидкой фазы в процессе кристаллизации капель расплава порошков в условиях ее скоростного охлаждения [4].

Стоит отметить, что в целом метод магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) имеет широкую классификацию технологических способов и схем упрочнения и восстановления цилиндрических и плоских поверхностей в электромагнитном поле. Так, в работе [5] предлагается классификация МЭУ по следующим признакам: форма обрабатываемой поверхности; характер распределения электрической энергии во времени в рабочем зазоре; род технологического тока источника питания; характер распределения магнитной энергии во времени в рабочем зазоре; род электрического тока источника питания электромагнитной катушки; характер распределения механической энергии во времени в рабочем зазоре; функциональное назначение механической энергии, подводимой в рабочий зазор. Рассматривая данные признаки, конкретному способу упрочнения присваивается шифр, опираясь на который, можно подобрать схему способа МЭУ.

В качестве материала для электромагнитной наплавки преимущественно используются ферромагнитные порошки различного состава на основе железа. Так, в качестве примеси может выступать бор, который при взаимодействии с железом образует бориды железа, обладающие высокой твердостью и придают поверхностному слою износостойкость. Содержание хрома же придает покрытию коррозионную стойкость, однако способствует появлению трещин [2].

В работе [6] предлагается применение специальной пасты для ЭМН, которая представляет собой смесь ферромагнитного порошка и

связующего вещества. Предложены следующие составы паст: состав №1 – эпоксидная смола ЭДП, растворенная в органическом растворителе марки 646 (ГОСТ 18188-72); состав №2 – эпоксидная смола, растворенная в жидком стекле. Применение пасты обусловлено следующими преимуществами: защита наплавочной ванны от воздействия окружающей среды, точное дозирование расхода порошкового материала, возможность легирования наплавленного слоя необходимыми компонентами.

В качестве наплавляемых порошков также предлагаются составы из быстрорежущих сталей (Р6М5, Р6М5Ф3, Р6М5К5) [7]. Установлено, что применение наплавки в электромагнитном поле из быстрорежущих сталей для восстановления и упрочнения деталей машин, работающих в условиях повышенного абразивного изнашивания и циклического нагружения, позволяет технологическим методом увеличить их износостойкость до 2,5 раз и усталостную прочность до 1,5 раз по сравнению со сталью 45, закаленной с нагрева ТВЧ на глубину 1,2-1,6 мм до 52-54 HRC.

Таким образом, опираясь на проведенный обзор некоторых исследований, приведенных выше, можно отметить, что метод электромагнитной наплавки обладает перспективами в усовершенствовании, что обусловлено наличием множества путей его развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульгейко М. П. Основы магнитно-электрических способов обработки материалов [Электронный ресурс] : краткий курс лекций по дисциплине "Технология и оборудование магнитно-электрических способов обработки материалов" для студентов специальности 1-36 01 01 "Технология машиностроения" дневной и заочной форм обучения / М. П. Кульгейко, Г. В. Петришин. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. - 39 с.

2. Гаврилин В. Г. Метод магнитно-электрического упрочнения деталей и его особенности / В. Г. Гаврилин, С. В. Рогов // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : сборник научных статей 7-ой международной научно-практической конференции : в 2 частях, Гомель, 17 ноября 2023 года / Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш». – Гомель : НТЦК ОАО «Гомсельмаш», 2023. – Часть 2. – С. 246–247.

3. Мрочек Ж. А. Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин : [учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов] / Ж. А. Мрочек, Л. М. Кожуро, И. П. Филонов. – Минск : Технопринт, 2000. – 267 с.

4. Щурский Д. С. Влияние источников внешнего магнитного поля в устройствах магнитно-электрического упрочнения на стабильность

качества покрытий / Д. С. Щурский, Д. С. Матяс; науч. рук. А. В. Миранович // Техсервис-2018: материалы научно-практической конференции студентов и магистрантов, Минск, 24-25 мая 2018 г. - Минск: БГАТУ, 2018. - С. 106-110.

5. Акулович Л. М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л. М. Акулович, А. В. Миранович; Минсельхозпрод РБ, УО "БГАТУ". - Минск: БГАТУ, 2016. - 236 с.

6. Повышение эксплуатационных свойств деталей машин наплавкой пастой в электромагнитном поле / И. Н. Василевский [и др.] // Агропанорама. - 2003. - № 4. - С. 11-12.

7. Романова Т. К. Эксплуатационные свойства покрытий из порошков быстрорежущих сталей / Т. К. Романова, Ж. А. Мрочек, В. В. Тризна // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники: материалы международной научно-практической конференции, Минск, 6-8 апреля 2004 г.: в 3 ч. Ч. 3. - Минск: БГАТУ, 2006. - С. 98-104.