4. Литовченко Н.Н., Куликов В.Н., Коротков В.Н. Восстановление деталей с упрочнением вибродуговым методом // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2017. № 12. EDN: PCPECV.

5. Байниязова А.Т. Разработка технологического процесса вибрационного метода плазменного упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин: автореферат диссертации. – Казань, 2025. – 24 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

КОМБИНИРОВАННАЯ УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ СЕРИИ ХЦМ

А.В. Миранович, канд. техн. наук, доцент,
Д.Е. Афанасенко, аспирант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
amir@bsatu.by

Аннотация. В работе приведены сравнительные исследования физико-механических свойств поверхностей деталей электронасосных агрегатов, полученных магнитно-электрическим упрочнением и комбинированной упрочняющей обработкой.

Abstract. The paper presents comparative studies of the physical and mechanical properties of the surfaces of electric pump unit parts obtained by magnetic□electric hardening and combined hardening treatment.

Ключевые слова: электронасосный агрегат, центробежный химический насос, износ, дефект, способ, технологическая схема, комбинированная упрочняющая обработка, толщина покрытия, износостойкость, шероховатость.

Keywords: electric pump unit, centrifugal chemical pump, wear, defect, method, process flow diagram, combined hardening treatment, coating thickness, wear resistance, surface roughness.

Одними из наиболее широко используемых на предприятиях АПК, пищевой, нефтехимической промышленности и работающих в контакте с агрессивными средами, являются электронасосные агрегаты (ЭНА) с типичными представителями электрооборудования машин и технологических комплексов – центробежными химическими насосами (ЦХН) [1]. При этом долговечность деталей этих насосов определяется их прочностью и износостойкостью.

Следует отметить, что ЭНА серии ХЦМ (герметичные центробежные насосы с магнитной муфтой) имеют бессальниковую конструкцию, что позволяет минимизировать утечки перекачиваемых химически активных и нейтральных жидкостей (кислот, щелочей, органических растворителей, горючих и токсичных жидкостей, ре-

активов, растворов технических моющих средств, жидких пищевых продуктов и др.) [2, 3]. Для этих электронасосных агрегатов (например, агрегат электронасосный ХЦМ 12/25М) характерны такие условия работы как, значительные пусковые нагрузки, длительная работа при высоких нагрузках, повышенное содержание солей, щелочей и других примесей и средств, высокая концентрация взвешенных твердых частиц, превышение допустимой вязкости перекачиваемой жидкости [1, 4]. Все это существенно снижает надежность работы сборочных единиц и отдельных деталей ЭНА.

Устранение существующих дефектов (закалочные трещины, надрывы, задиры, поры и раковины) этих агрегатов в ремонтном производстве насосного оборудования возможно посредством разработанного в БГАТУ способа комбинированной упрочняющей обработки (КУО) магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) с дополнительным электромеханическим воздействием (ЭМО) цилиндрических деталей электронасосных агрегатов (например, валов роторов электродвигателей различных серий) (рисунок).

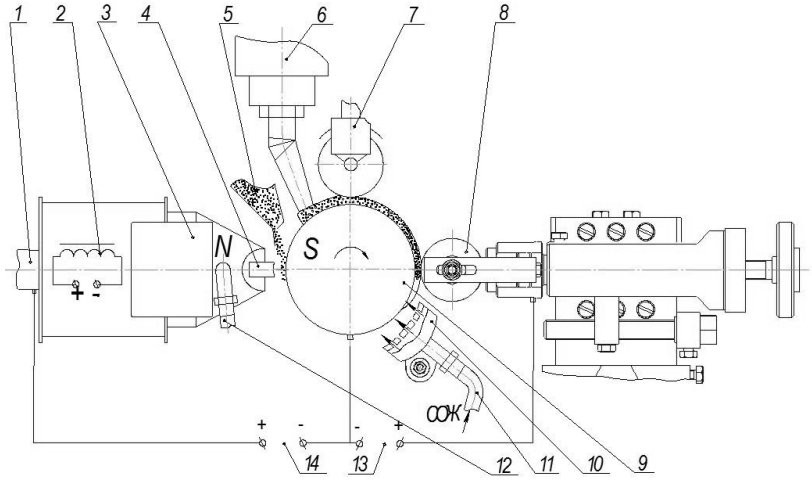


Рисунок – Технологическая схема комбинированной упрочняющей обработки КУО МЭУ с ЭМО цилиндрических деталей ЭНА ХЦН

1 – сердечник; 2 – электрический магнит; 3 – постоянный магнит; 4 – сменный полюсный наконечник; 5 – смеситель бункера-дозатора для подачи композиционного ферромагнитного порошка и легирующих компонентов; 6 – дозирующее устройство для нанесения пасты; 7 – ролик; 8 – роликовый накатник; 9 – деталь;. 10 – спрейер; 11 – канал спрейерной системы; 12 – канал для подачи охлаждающей жидкости к полюсному наконечнику; 13 и 14 – источники технологического тока

Технологическая схема КУО МЭО с ЭМО включает нанесение наплавочной пасты (смесь композиционного ферромагнитного порошка на основе железа и связующего в виде эпоксидной смолы и жидкого стекла), подачу легирующих компонентов в рабочую зону устройства, расплавление частиц порошка импульсами электрического тока в рабочей зоне, полярный перенос, распределение по поверхности детали, упрочнение формируемого покрытия накатным устройством и обработку наплавленного слоя потоком СОЖ. При этом сначала осуществляется подача композиционного ферромагнитного порошка (КФМП) и легирующих компонентов из смесителя бункера-дозатора в рабочую зону устройства, причем упрочнение детали осуществляется посредством нанесения расплавленных частиц КФМП и легирующих компонентов на ее поверхность, а формирование покрытия на упрочненной поверхности детали путем распределения и плавления частиц порошка наплавочной пасты (смесь эпоксидной смолы ЭДП (ТУ 2395 – 001 – 49582674 – 99).

С целью проверки эффективности разработанного способа КУО и установки реализующей его выполнен сравнительный анализ толщины наносимого покрытия, износостойкости и шероховатости поверхностей, полученных МЭУ и комбинированной упрочняющей обработкой МЭУ с ЭМО. Толщина упрочненных поверхностных слоев КФМП из ФБХ 6-2 определялась по распределению микротвердости на приборе ПМТ-3М, износостойкость – на машине трения СМЦ-2, достигаемая шероховатость поверхностей – на профилографе-профилометре Mitutoyo SJ-201P.

В результате проведенных исследований установлено, что в результате применения КУО МЭУ с ЭМО в сравнении с МЭУ максимальная толщина покрытий увеличивается до 0,8–1,0 мм на диаметр обрабатываемой детали. Износостойкость повышается в 1,4–2,2 раза по сравнению со сталью 45. Шероховатость обработанной поверхности находится в пределах Ra = 0,8 – 3,2 мкм.

Список использованной литературы

1. Моргунов, К.П. Насосы и насосные станции : учеб. пособ. / К. П. Моргунов. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 308 с.

2. Increasing the Wear Resistance of the Impellers of Electrical Centrifugal Submersible Pumps Through Repair» (Повышение износостойкости рабочих колес погружных центробежных электронасосов при ремонте) / L. Pashayev [и др.] // Revista de Gestão Social e Ambiental. – 2024. – Vol. 18, № 11.

3. Electrical Submersible Pumps Manual: Design, Operations, and Maintenance / Gabor Takacs, Ph.D. – Gulf Professional Publishing, 2018–2024.

4. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л.М. Акулович и др. – Полоцк : ПГУ, 1999. 240 с.