

УДК 621.9.048.9

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО В ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ ГИДРОАБРАЗИВНОГО ИЗНОСА

Тарельник В.Б., д.т.н., проф., Саржанов Б.А., аспирант
(Сумской национальной аграрный университет)

Поверхность любого устройства, взаимодействующая с гидросмесями со значительным количеством твердых частиц, нуждается в эффективной защите от абразива. Например, винтовые поверхности шнеков центрифуг, рабочие колеса и направляющие аппараты центробежных насосов подвергаются гидроабразивному износу. При длительной эксплуатации машин изнашивание деталей сопровождается снижением эксплуатационных показателей. Износ рабочих поверхностей деталей нередко требует их полной замены, что повышает себестоимость производимой продукции. Важнейшими задачами ремонтно-обслуживающего производства являются поддержание работоспособности, восстановление ресурса машин и оборудования, обеспечение их высокой надежности и возможности эффективного использования. Повышение износостойкости отремонтированных деталей машин - одна из актуальных задач технического обслуживания и ремонта.

Современные ремонтные технологии располагают достаточным количеством способов защиты от абразивного износа: наплавка износостойким материалом, газоплазменное напыление твердосплавными порошками, приваривание отдельных сегментов с наплавкой композиционным материалом типа стеллит, напайка твердосплавных пластин непосредственно на изнашиваемую поверхность и др. Одним из основных недостатков применяемых технологий является их негативное воздействие на окружающую среду.

В последние годы, для повышения качества поверхностных слоев деталей машин, все большую значимость приобретает метод электроискрового легирования (ЭИЛ) – процесс перенесения материала на поверхность изделия искровым электрическим разрядом. Его специфическими особенностями, которые привлекают технологов, являются: экологическая и техногенная безопасность, локальность действия, малая затрата энергии, отсутствие объемного нагрева материала, прочное соединение нанесенного материала с основой, простота автоматизации, возможность сочетания операций. Используя различные электродные материалы методом ЭИЛ можно проводить процессы, альтернативные ХТО, но со значительно меньшими затратами.

Анализ хозяйственной деятельности очистных сооружений показал, что одной из наиболее существенных проблем, возникающих при обработке бытовых и производственных сточных вод, является поддержание в рабочем состоянии осадительно горизонтально-шнековых (ОГШ) центрифуг, срок

эксплуатации которых лимитируется шнеком, который существенно изнашивается через 1,5 - 3 тыс. ч, стоимость которого составляет 30 % стоимости центрифуги. Традиционно, при ремонте витков (лопастей) шнеков центрифуг, подвергаемых в процессе эксплуатации абразивному износу, изношенные участки заменяют отдельными сегментами с наплавленными износостойкими покрытиями, которые приваривают к уцелевшим поверхностям. Недостатком такого способа ремонта является высокая трудоемкость и стоимость нанесения покрытий, а также их негативное воздействие на окружающую среду.

Основными преимуществами предложенного нового способа (Пат. UA140467U, UA140468U) является механическая фиксация сегмента и небольшой расход электроэнергии. При этом упрочнение восстанавливаемой детали осуществляют методом ЭИЛ до достижения заданной твердости сегмента, а перед созданием неразъемного соединения восстанавливаемой детали и сегмента поверхности паза сегмента покрывают металло-полимером (МПП). Предложен новый способ (Пат. UA138052U) восстановления изношенных поверхностей деталей из нержавеющей стали 12X18H10T методом ЭИЛ, электродами из твердого сплава T15K6 и стали 12X18H10T. При этом обеспечивается наибольшая толщина и сплошность покрытия при минимальном приращении шероховатости сформированной поверхности. Усовершенствована комбинированная технология (Пат. UA117980C2) восстановления поверхностей деталей, включающая экологически безопасные методы ЭИЛ и нанесение МПП, обеспечивающая путем армирования последних, повышение твердости и прочности нанесенного покрытия. Согласно (Пат. UA131805U) на восстанавливаемых и упрочняемых участках поверхности формируется композиционное покрытие, состоящее из твердого сплава T15K6 и МПП, предварительно армированного порошком в виде твердосплавной смеси ВК6, добавленной в двухкомпонентную эпоксидную систему, наполненную ферросиликоном марки Loctite 3478 при концентрации армирующего вещества ~ 60%. После обработки лазером толщина покрытия достигает 0,6 мм, микротвердость 7,3 – 10,0 ГПа и сплошность 100%. Разработана технология (Пат. UA136895U) защиты стальных деталей от абразивного и других видов износа путем нанесения на их изнашиваемые поверхности методом ЭИЛ износостойких композиционных покрытий, сформированных в последовательности ЦЭИЛ→ЭИЛА1→ЭИЛТ15К6.

С целью совершенствования технологии ремонта винтовых поверхностей шнеков, предложен экологически безопасный способ изготовления деталей из нержавеющей стали 12X18H10T с толстослойным комбинированным электроискровым покрытием (КЕИП) на изнашиваемых плоских и / или криволинейных поверхностях, при котором на поверхности полых детали типа тела вращения из нержавеющей стали 12X18H10T формируют толстослойное износостойкое КЕИП, характеристические параметры которого соответствуют заданному покрытию на плоской и / или криволинейной поверхности детали из нержавеющей стали 12X18H10T, от полых детали типа тела вращения отрезают кольцо с нанесенным покрытием, после чего отрезанное кольцо разрезают на отдельные сегменты, разгибают их до заданных размеров и обеспечивают при

этом окончательную обработку покрытия методом пластической деформации (ПД) сегмента. В результате металлографических и дюрометрических исследований установлено, что толщина сформированного покрытия составляет ~ 1,3 мм, микротвёрдость верхнего участка составляет 10500 – 11000 МПа, светлого слоя 9500-7500 МПа, а микротвердость подложки возрастает с 2150 до 2450 МПа. При этом сплошность покрытия составляет 100%, а шероховатость, Ra ~ 1,0 мкм (подан патент UA на полезную модель).

Апробацию нового способа формирования КЭИП, сформированного в последовательности ЦЭИЛ → ЭИЛА1 → ЭИЛТ15К6 → ОШ → МПМ, армированный порошком твердого сплава ВК6 → ПД, проводили для восстановления изношенных витков шнека центрифуги марки ОГШ-631К-02.

При ремонте винтовых поверхностей шнеков центрифуг, изготовленных из листового проката стали 20 для повышения твердости сегментов нами предложен способ, включающий в себя ЭИЛ стальных поверхностей графитовым электродом (ЦЭИЛ), отличающийся тем, что для достижения температуры закалочных процессов и отпуска, при ЭИЛ поверхностей деталей из листовой стали толщиной от 1,0 до 10 мм, используется энергия разряда в пределах 4,6 – 6,8 Дж и производительность 0,2 – 3,0 см²/мин (подан патент UA на полезную модель).

Необходимо отметить, что в результате цементации и последующей локальной термической обработки сталей 65Г, 40Х и 30Х13 методом ЭИЛ происходит значительное повышение твердости поверхностного слоя. В результате вышеперечисленных процессов, происходящих при ЭИЛ, можно достичь твердости до 72 HRC на поверхности, подвергаемой ЭИЛ, и до 69 HRC на обратной стороне тонкой листовой заготовки.

С целью оценки гидроабразивной износостойкости образцов из нержавеющей стали 12Х18Н10Т с различными покрытиями и сталей 65Г, 40Х и 30Х13 после ЦЭИЛ, применяемых для изготовления сегментов для ремонта винтов шнеков центрифуг типа ОГШ, определяли интегральный износ по потере массы образцов через каждые 8 часов испытаний. Наилучшие результаты по гидроабразивной износостойкости показали образцы с толстослойным покрытием, сформированным по интегрированной технологии в последовательности: ЦЭИЛ → ЭИЛА1 → ЭИЛТ15К6 → ППД → МПМ (армированный ВК6) → ПД. Незначительно больше (~ на 10 и на 15%) износ образцов с покрытием нанесенным, соответственно, в последовательности: ЭИЛТ15К6 ($W_p = 0,55$ Дж) → ЭИ Т15К6 ($W_p = 0,90$ Дж) → МПМ → ЛО и сформированным по традиционной технологии наплавкой стеллита.

Таким образом, целью исследований являлось совершенствование технологии изготовления и ремонта винтовых поверхностей шнеков за счет применения новых экологически безопасных технологий формирования их поверхностных слоев и выбора, наиболее стойких против гидроабразивного износа, путем проведения сравнительных испытаний образцов, изготовленных из выше приведенных сталей, упрочненных различными способами.