

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МЕТОДА УПРОЧНЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТИ И ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

С. В. Рогов

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

В условиях эксплуатации машин и механизмов между контактирующими поверхностями деталей возникает износ. Это приводит к их быстрому выходу из строя. Чтобы продлить долговечность, необходимо увеличить твердость, тем самым – износостойкость. Одним из перспективных упрочняюще-восстанавливающих способов повышения износостойкости поверхностей является магнитно-электрический метод упрочнения или восстановления деталей машин. Суть метода состоит в том, что при комбинированном воздействии электрических и магнитных полей микрочастицы ферромагнитного порошка ориентируются, распределяются и переносятся, при расплаве на упрочняемую поверхность.

Суть наиболее перспективной и производительной разновидности данного способа заключается в следующем (рис. 1).

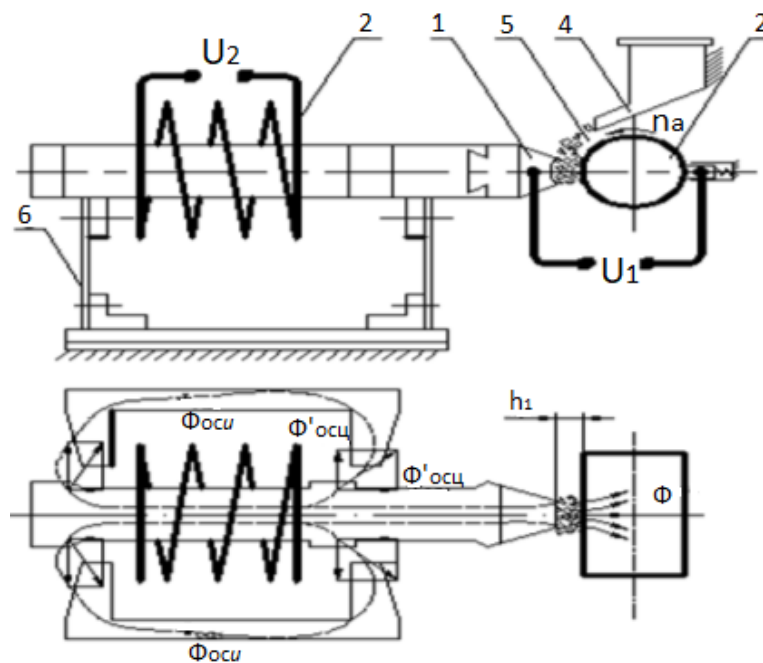


Рис. 1. Схема магнитно-электрического упрочнения с осцилляцией полюсного наконечника

В рабочий зазор h_1 между полюсным наконечником 1 электромагнита 2 и упрочняемой деталью 3 подается из дозирующего устройства 4 порошок 5 электропроводящего ферромагнитного материала (ферробор, феррохромбор, порошкообразное железо и др.). Наконечник и деталь электрически соединены с полюсами источника технологического тока. Зерна порошка (микроэлектроды) удерживаются в зазоре магнитным полем. При подаче импульсов напряжения U_1 на наконечник и деталь происходит пробой окисных пленок с образованием канала проводимости и по цепочкам микроэлектродов начинает течь ток. В точках контакта микроэлектродов

с упрочняемой поверхностью за счет выделяющего тепла осуществляется наплавка микрообъемов материала порошка на поверхность детали. По мере появления в точках контакта жидких перемычек металла, электродинамические силы разрывают цепочки-мостики из микроэлектродов с образованием кратковременных микродуговых разрядов (электрический взрыв). При этом часть микроэлектродов и капля расплава выбрасывается из рабочего зазора. Убыль микроэлектродов вследствие наплавки и выброса восполняется непрерывным поступлением в рабочий зазор порошка из дозатора.

При подаче на катушку электромагнита импульсного напряжения U_2 определенной скважности полюсный наконечник приводится в возвратно-поступательное (осциллирующее) движение на упругой подвеске (комплект плоских пружин 5) перпендикулярно упрочняемой поверхности с ударом по ней в конце каждого поступательного хода. При поступательном ходе наконечник прижимает микроэлектроды к детали, повышая надежность электрического контакта и ограничивая микродуговые процессы.

Конечный технологический эффект магнитно-электрического упрочнения с силовым активированием процесса обусловлен воздействием на микроэлектроды и расплав трех основных факторов: электрического тока (электрический фактор), осциллирующего движения полюсного наконечника (механический фактор), магнитного потока в рабочем зазоре (магнитный фактор). Все эти факторы носят циклический характер и смещены во времени относительно друг друга. Комплексные исследования позволили определить оптимальные параметры фазового сдвига между электрическим и механическим факторами; установить зависимость технологических режимов от фазового сдвига.

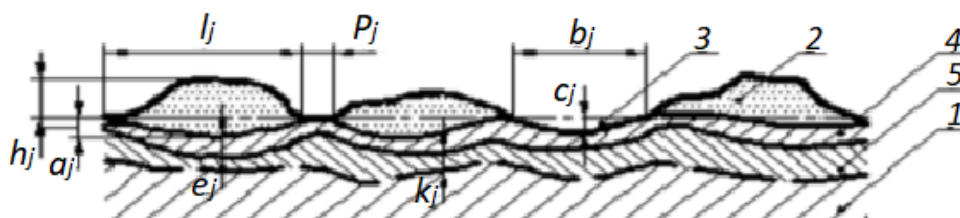


Рис. 2. Микрорельеф и микроструктура упрочненного слоя

Формообразование упрочненного слоя детали происходит дискретно, в результате одновременного протекания двух процессов: наплавки и контактной приварки микроэлектродов к упрочняемой поверхности и ее электрической эрозии под воздействием микродуговых разрядов. Упрочненная поверхность (рис. 2) представляет собой множественное сочетание наплавленных на металл подложки 1 куполообразных выступов 2 высотой 0,1–0,15 мм (максимально до 0,3 мм), состоящих из материала микроэлектродов.

Между выступов могут располагаться относительно небольшие незаплавленные участки P_i , а также электроэрозионные микрократеры 3 глубиной C_i до 0,05–0,1 мм. Под слоем наплавленных выступов имеется переходной диффузионный слой 4 толщиной 0,03–0,07 мм. Еще ниже находится зона термического влияния 5 со средней толщиной $K_i = 0,15–0,2$ мм. Образуется расплав трех основных факторов: электрического тока (электрический фактор), осциллирующего движения полюсного наконечника (механический фактор), магнитного потока в рабочем зазоре (магнитный фактор). Все эти факторы носят циклический характер и смещены во времени отно-

сительно друг друга. Комплексные исследования позволили определить оптимальные параметры фазового сдвига между электрическим и механическим факторами, а также установить зависимость технологических режимов от фазового сдвига.

По мере увеличения сплошности слоя, процесс переноса материала микроэлектродов на материал подложки затухает, «слой на слой» не ложится.

Исследованиями микропрофиля и путем построения кривых опорной поверхности установлено, что сплошность нанесенного слоя на исходном, номинальном уровне не превышает 85–95 % даже после электроконтактного сглаживания упрочненной поверхности.

Возможности МЭУ при восстановлении посадки подшипника в корпус были исследованы при восстановлении работоспособности центробежного насоса ЦНТ-60. Для восстановления посадки на наружное кольцо подшипника диаметром 100 мм способом МЭУ был нанесен слой ферробора.

В результате проведения экспериментов с использованием различных экспериментальных установок был исследован ряд параметров: твердость, шероховатость, микрорельеф и микроструктура сформировавшейся поверхности с помощью магнитно-электрического упрочнения. Закономерности изменения содержания дисперсных включений боридов и карбиборидных соединений типа В4С, В56С по глубине упрочненной зоны в зависимости от химического состава ферромагнитных порошков и основы металла. Проведены исследования основных параметров микротопографии поверхности и твердости поверхности (сталь 45, сталь 40Х) после магнитно-электрического упрочнения ферропорошками ФБ-17 и ФХБ-1.

Литература

1. Способ наплавки порошкообразных ферромагнитных материалов : а. с. 696699 (Россия), МКИ В24В31/10 / Б. П. Борисов, В. П. Рябчун. – № 2594594.
2. Установка для нанесения покрытий ферромагнитными порошками : а. с. 742119 (Россия), МКИ В24В31/10 / Б. П. Борисов, В. П. Рябчун, И. Ф. Марченко. – № 2585488.
3. Борисов, Б. П. Исследование и разработка процесса магнитоэлектрического упрочнения деталей машин в условиях фазового сдвига активирующих факторов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 / Б. П. Борисов. – Минск, 1983. – 19 с.
4. Кожуро, Л. М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л. М. Кожуро, Б. П. Чемисов. – Минск : Наука и техника, 1995. – 19 с.
5. Хейфец, М. Л. Электромеханика импульсных процессов наплавки покрытий ферромагнитными порошками / М. Л. Хейфец, Н. Л. Грецкий, Л. М. Кожуро // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2008. – № 3. – С. 51–56.
6. Инновации в науке и образовании – 2008 : VI Юбилейн. междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию пребывания КГТУ на Калинингр. земле : труды / КГТУ. – Калининград, 2008. – Ч. 2. – С. 235–238.