

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКОЙ

Ж. А. Мрочек

Белорусский национальный технический университет, Минск

Представлены результаты измерений физико-механических и эксплуатационных свойств восстановленных рабочих поверхностей деталей с использованием электромагнитной наплавки (ЭМН).

Физико-механические и эксплуатационные свойства рабочих поверхностей деталей машин, в том числе восстановленных, в значительной степени определяют их долговечность [1]. В связи с этим придается большое значение обеспечению высокого качества поверхностей деталей после их восстановления методами наплавки.

Поскольку наплавленный металл отличается неоднородностью структуры и химического состава, наличием сварочных дефектов (пор, трещин, шлаковых включений и др.), значительными показателями твердости, высокой внутренней напряженностью и другими дефектами, представляет большой интерес оценка эксплуатационных свойств покрытий, полученных ЭМН и ЭМН с поверхностно-пластическим деформированием (ППД) порошков. Известно, что скорость изнашивания находится в обратной зависимости от качества поверхности детали, а качество – в прямой зависимости от химического состава материала, микро- и субмикро-структуры. Процессы изнашивания зависят и от сил трения, о природе которых существует несколько теорий: механическая (теория Амонтона – Кулона), молекулярная (Б. В. Дерягина) и молекулярно-механическая (И. В. Крагельского).

Результаты измерений износостойкости покрытий были получены в условиях гидроабразивного изнашивания при трении скольжения с использованием машины 2070 СМТ-1. Количественная оценка износостойкости покрытий осуществлялась по схеме «вал-колодка» линейным методом при условиях: удельная нагрузка – 3 МПа, относительная скорость скольжения – 1,2 м/с, среда – масло индустриальное 20, содержащее 2% карбида бора зернистостью 4-5 мкм. Компоненты и условия испытаний выбирались как наиболее объективно отражающие условия работы ряда деталей соединений «вал – подшипник скольжения» тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных, транспортных, дорожно-строительных и ряда

других машин, которые обычно подвергаются разрушению по причине абразивного изнашивания [2...5].

Износостойкость покрытий измерялась на образцах, наплавленных и обработанных при оптимальных условиях и режимах формирования покрытий (образцы после наплавки подвергали абразивному шлифованию и магнитно-абразивной обработке для получения шероховатости поверхности $Ra = 0,63$ мкм), в сопоставлении с эталоном (сталь 45 нормализованная, закаленная на глубину 1,2...1,6 мм до 52...54 HRC).

Кроме того, учитывали, что абразивное изнашивание имеет преимущественно механический характер разрушения поверхности. Интенсивность его при этом в наибольшей степени зависит от твердости сопрягаемых материалов, удельной нагрузки и скорости перемещения поверхностей.

Анализ износостойкости покрытий для различных материалов порошков показывает, что решающее влияние на износостойкость электромагнитных покрытий оказывает химический и фазовый составы покрытий и способ их нанесения. Так, покрытия, полученные ЭМН с ППД, для всех исследуемых материалов порошков имеют более высокую износостойкость по сравнению с покрытиями, полученными ЭМН. Обусловлено это тем, что ППД повышает плотность и однородность покрытия; воздействует на формирование его структуры, обеспечивая ее дисперсность; изменяет характер распределения упрочненного слоя, в котором происходят превращения, соответствующие полной закалке; переводит тангенциальные остаточные напряжения растяжения в напряжения сжатия. В связи с этим повышается твердость покрытий и соответственно сопротивление механическому разрушению их поверхности, что и увеличивает износостойкость покрытий. Наибольшей износостойкостью обладают покрытия из порошков быстрорежущих сталей Р6М5Ф3 и Р6М5К5, а также ферробора ФБ-3 и сплава С-300.

Износостойкость этих покрытий значительно выше износостойкости эталона (сталь 45). Так, она в 1,7...2,1 раза больше для ЭМН и в 1,8...2,6 раза – для ЭМН с ППД. Далее в порядке убывания износостойкости следуют покрытия из порошков Fe%-10V и ПР-Сталь 45-1%B. Покрытия из порошка Fe-Ti, полученные ЭМН и ЭМН с ППД, имеют износостойкость почти равную эталону. Такую низкую износостойкость по сравнению с остальными составами порошков можно объяснять отсутствием карбидных фаз в структуре покрытия из порошка Fe-Ti.

Следовательно, в порядке убывания износостойкости покрытий последние можно как для ЭМН, так и для ЭМН с ППД расположить в следующей последовательности: Р6М5Ф3 → Р6М5К5 → С-300 → ФБ-3 → Fe%-10V → ПР-Сталь 45-1%B → Fe-Ti.

Минимальный износ контртела и соединения в целом получен для покрытия из порошка С-300, что обусловлено наличием в структуре покрытия остаточного аустенита – пластичной и более мягкой фазы, которая играет роль демпфера, снижающего динамические нагрузки на поверхностный слой, и ускоряет приработку деталей соединения. Соединение деталей с таким покрытием имеет небольшой момент и коэффициент трения как со смазкой, так и без нее. Износостойкость соединений с покрытиями из порошков С-300, Р6М5ФЗ и Р6М5К5 по сравнению с износостойкостью эталона, полученных как ЭМН, так и ЭМН с ППД, уменьшилась соответственно на 1,8 и 1,86; 1,50 и 1,57; 1,38 и 1,4. Для покрытий из порошков Fe%-10V, Fe-Ti, ПР-Сталь45-1%B и ФБ-З износостойкость увеличилась соответственно в 1,2 раза. Последние соединения имеют по сравнению с первыми наибольший момент и коэффициент трения со смазкой и без нее. Следовательно, для соединений, работающих при трении скольжения, желательно использовать покрытия из порошков С-300, Р6М5ФЗ и Р6М5К5, а для неподвижных соединений лучшими будут покрытия из порошков ФБ-З Fe%-10V, ПР-Сталь45-1%B и Fe-Ti.

Важнейшими показателями качества процессов формирования рабочих поверхностей трения при любых технологических схемах является стабильность и воспроизводимость неизменных эксплуатационных свойств изделий. Для ЭМН с ППД разброс параметров измерений не превышает 5...8%, для ЭМН – 12%, что свидетельствует о стабильности процесса электромагнитной наплавки.

Таким образом, износостойкость образцов с покрытием удовлетворяет требованиям, предъявляемым к деталям, изготовленным из низко- и среднеуглеродистых, а также низколегированных сталей, не подвергаемых упрочнению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П. А. Витязь [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 1998.
2. Кожуро, Л. М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л. М. Кожуро, Б. П. Чемисов. – Минск : Наука и техника, 1995.
3. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле / П. И. Ящерицын [и др.]. – Минск : ВТИ НАН Беларуси, 1997.
4. Ракомсин, А. П. Упрочнение и восстановление изделий в электромагнитном поле / А. П. Ракомсин; под ред. П. А. Витязя. – Минск : Парадокс, 2000.
5. Остаточные напряжения / Ж. А. Мрочек [и др.]. ; под ред. С. С. Макаревича. – Минск : УП «Технопринт», 2003.