

Рис. 1. Вид поверхности после ЭИО (x4) – толщина нанесенного слоя 0,4 мм.



Рис. 2. Примеры толстослойных покрытий повышенной сплошности: 1 – бронза БрКМц 3-1 – толщина 4,5 мм; 2 – никром (Х20Н80) – 4,7 мм; 3 – сталь 65Г – 5,7 мм; 4 – никром (4,7 мм) + БрКМц 3-1 (+2,4 мм) + никром (+3,1 мм) + Т15К6 (+0,1 мм) – 10,3 мм. Обра-зец (основа) – сталь 10 толщиной 3 мм.

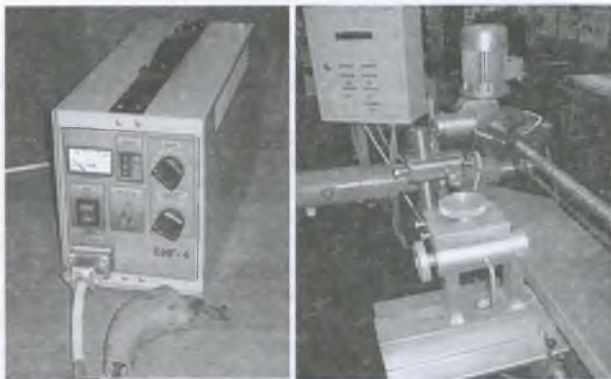


Рис. 3. Современное оборудование для ЭИО: а – установка “БИГ-4”; б – вращатель с обрабатываемым устройством.

ванием стальных электродных материалов или твердых сплавов. При этом восстановлению подлежат обычно поверхности деталей в неподвижных соединениях. Препятствием для восстановления пар трения служила ограниченная толщина ЭИ покрытий и специфичный рельеф поверхности (рис. 1). Поясним: для обеспечения достаточной несущей способности восстановленной поверхности требу-

ется удаление значительной части нанесенного покрытия – 60...80 %, что ограничивает применение ЭИО для восстановления изношенных поверхностей трения скольжения.

Перспективное техническое решение указанной проблемы – новый способ ЭИО, разработанный в ГОСНИТИ. При его применении формируется толстослойное покрытие повышенной сплошности (ТСП) с требуемыми эксплуатационными свойствами [15]. На рис. 2 показано несколько таких покрытий, образованных с использованием разных электродных материалов. Видно, что толщина их значительно превосходит обычные значения. Кроме того, в отличие от покрытий, нанесенных по традиционной технологии, поверхность обладает высокой контактной сплошностью.

Указанный способ используют при восстановлении размеров изношенных поверхностей или устранении локальных дефектов таких деталей, как шатунов, коленчатых валов, блоков цилиндров ДВС, корпусов КПП и т.д.

Работы по ЭИО можно условно разделить на два класса: первый – не определяет ресурс всей детали и второй – влияет на него преобладающим образом.

При увеличении размеров второстепенных поверхностей на 0,15...0,20 мм по первому классу обработки вполне обоснованно применяют распространенные и дешевые мало- или среднеуглеродистые конструкционные стали, которые склонны к окислению и не способствуют получению покрытий значительной толщины, при этом покрытия не обладают высокими качественными характеристиками. Сильно изношенные поверхности требуют применения легированных сталей, в частности, хромоникелевых, способных образовывать неограниченные твердые растворы с материалом детали и толстослойные покрытия повышенной сплошности.

Иного подхода требует восстановление поверхностей деталей по второму классу обработки. Здесь необходимо покрытием обеспечить нормативный ресурс. Поэтому электродный материал подбирают с учетом факторов, инициирующих и форсирующих процесс изнашивания для противодействия им. В таблице приведены наиболее часто применяемые электродные материалы для ЭИ восстановления и упрочнения деталей и инструментов [7].

В России и за рубежом создают новые электродные материалы для ЭИО и исследуют свойства покрытий, полученных с помощью этих материалов. Например, твердые сплавы типа “СТИМ”, в том числе с добавками наночастиц разработки (НПО “Металл” при Московском институте стали и сплавов) [8 и др.], сплавы на основе карбидов титана, вольфрама, боридов и оксида циркония (Хабаровский научный центр ДВО РАН) [9 и др.], силицидные материалы (Институт физики твердого тела РАН и ГНУ ГОСНИТИ) [5], твердые сплавы с тугоплавкими и высокотвердыми добавками [Институт проблем материаловедения НАНУ (Украина)] [3] и др. Использование для ЭИО новых электродных материалов способствует большему переносу легирующих элементов на обрабатываемую поверхность, улучшению качественных характеристик покрытия и увеличению ресурса восстанавливаемого или упрочняемого изделия, создавая этим новые перспективы для эффективного применения ЭИО.

Процесс ЭИО реализуется с помощью установок, которые, в зависимости от конструкции, позволяют наносить покрытия в ручном, механизированном или автоматизированном режимах. Это широкий класс оборудования разных наименований,

моделей, технических характеристик и стоимости. Его выпускают и эффективно используют во многих технически развитых странах мира [1]. На рис. 3 приведены примеры созданного в нашем институте ЭИ оборудования для выполнения работ в ручном и механизированном режимах.

Дальнейшее совершенствование такого оборудования в значительной мере связано с оптимизацией параметров и обеспечением энергетической стабильности искровых импульсов, как генераторов, так и электродных инструментов.

Резервы ЭИ технологий связаны с совместным использованием ЭИО и других методов обработки. Так, ЭИО с поверхностно-пластическим деформированием улучшает качество поверхности и преобразовывает растягивающие напряжения в поверхностном слое на сжимающие. Совмещение ЭИО с детонационным напылением, лазерной, ультразвуковой, плазменной и другими видами обработки позволяет решать технические проблемы наиболее эффективно.

Интерес представляют также успешно применяемые ГОСНИТИ технологии восстановления изношенных деталей, включающие ЭИО и холодное газодинамическое напыление или ЭИО и металлополимерные покрытия. При таком совмещении на деталях получают покрытия значительной толщины с высокой несущей способностью и контактной сплошностью. Обычно их применяют для восстановления сильно изношенных посадочных поверхностей неподвижных соединений.

Прикладные ЭИ технологии, реализуемые с помощью современного оборудования, дают высокий технико-экономический эффект. Срок окупаемости капитальных затрат, связанных с приобретением и освоением новой техники ЭИО, не превышает одного года. Это подтверждают результаты работ многих российских предприятий, а также Украины, Казахстана, Узбекистана, Сербии, Индии, Мексики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурумкулов Ф.Х., Иванов В.И. Состояние и развитие электроискровых технологий и оборудования в России и за рубежом // Тр. ГОСНИТИ. Т. 109. Ч. 2. С. 127-139.
2. Верхотуров А.Д., Муха И.М. Технология электроискрового легирования металлических поверхностей. -Киев: Техника, 1982.
3. Верхотуров А.Д., Подчерняева И.А. Прядко Л.Ф., Егоров Ф.Ф. Электродные материалы для электроискрового легирования. -М.: Наука, 1988.

4. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. -Кишинев: Штиинца, 1985.
5. Гнесин Б.А., Поддубняк В.Я., Бурумкулов Ф.Х., Иванов В.И., Борисенко Е.Б., Гнесин И.Б. Электроискровое легирование поверхности на углеродистых сталях и чугуна с помощью электродов из силицидов молибдена и вольфрама // Материаловедение. 2007. № 7. С. 41-54.
6. Иванов Г.П. Технология электроискрового упрочнения инструмента и деталей машин. —М.: Машгиз, 1961.
7. Иванов В.И., Бурумкулов Ф.Х. Упрочнение и увеличение ресурса объектов электроискровым методом: классификация, особенности технологии // Электронная обработка материалов. 2010. № 5. С. 27-36.
8. Замулаева Е.И. Разработка наноструктурированных электродов и покрытий на основе WC-Co. Особенности формирования и свойства // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. S. 107.
9. Лялякин В.П. Состояние и перспективы ремонта машин в АПК // Тр. ГОСНИТИ. 2008. Т. 101. С. 33-37.
10. Николенко С.В., Верхотуров А.Д. Новые электродные материалы для электроискрового легирования. -Владивосток: "Дальнаука", 2005.
11. Черноиванов В.И., Краснощекоев Н.В., Есаков Д.И., Ежевский А.А., Горячев С.А. О модернизации инженерно-технической системы АПК // Тр. ГОСНИТИ. 2009. Т. 104. С. 4-9.
12. Электроискровое легирование металлических поверхностей. Библиографический указатель литературы за 1943-1973 гг.-Кишинев: Штиинца, 1974.
13. Электроискровое легирование металлических поверхностей. Библиографический указатель литературы за 1974-1979 гг.-Кишинев: Штиинца, 1981.
14. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика)/МГУ им. Н.П.Огарева и др.; Ф.Х.Бурумкулов, П.П.Лезин, П.В.Сенин, В.И.Иванов, С.А.Величко, П.А.Ионов.—Саранск: тип. "Красный Октябрь", 2003.
15. Электроискровой способ нанесения толстослойных покрытий повышенной сплошности/Иванов В.И., Бурумкулов Ф.Х., Денисов В.А. Евразийский патент № 017066 от 28.09.2012 по заявке № 201100015 от 08.11.2010, опубл. Бюллетень ЕАПВ "Изобретения (евразийские заявки и патенты)" № 9 за 2012, 18.09.2012.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ

РАЗРАБОТЧИК: ГОСНИТИ

Анализатор технического состояния цилиндро-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания

Предназначен для экспресс-диагностирования на предприятиях технического сервиса сельскохозяйственной техники АПК, машинно-технологических станциях.

Новизна разработки:

- установлены зависимости между номинальными технико-экологическими параметрами КГ и текущими при износе, аварийных режимах работы узлов и деталей ЦПГ ДВС;
- разработано новое конструктивное решение, обеспечивающее универсальность анализатора;
- отработаны новые технологические приемы, обеспечивающие оперативность и достоверность

проверки по технико-экологическим показателям ДВС стандарта Евро 1,2,3.

Эффективность разработки:

- повышение достоверности экспресс-диагностирования ДВС на 20...30%;
- повышение оперативности диагностирования на 15...20%;
- снижение затрат на проведение диагностирования ЦПГ ДВС на 25...30%.

Годовой экономический эффект от использования анализатора с технологией составит около 70 тыс. руб.

ВИД ПРОДУКЦИИ: опытный образец.

ПОТРЕБИТЕЛИ: ремонтные и сервисные предприятия, машинно-технологические станции, автотранспортные предприятия, фермерские хозяйства, учебные заведения.