

УДК 621.893; 621.77; 621.78

В.Л. ЗОЗУЛЯ, генеральный директор, **Д.И. ИСАКОВ**, канд. техн. наук, с.н.с., начальник отдела
ООО «ХАДО» (XADO), г. Харьков

РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Дано принципиальное описание технологии ревитализации и представлены области ее применения на промышленном оборудовании. Результаты использования данной технологии подтверждают ее эффективность.

Ключевые слова: ревитализация, ревитализант, безразборный ремонт, упрочнение поверхностей трения, ресурсосбережение, энергосбережение.

Ресурс и надежная работа машин и механизмов напрямую связаны с поверхностной прочностью трущихся деталей. Известно большое количество способов упрочнения поверхностного слоя [1], которые обеспечивают детали определенным запасом износостойкости. Широкое распространение получили такие методы физико-термической обработки деталей, как закалка, цементация, поверхностно-пластическое деформирование. Эти методы включают в технологический процесс производства деталей сопряжений для получения высокой твердости поверхности и создания сжимающих напряжений в поверхностном слое.

Износ поверхностей приводит к необходимости замены деталей или восстановления их размеров. Существующие методы ремонта требуют остановки оборудования и значительных материальных затрат. Анализ технологий восстановления трибосопряжений [2] по-

казывает высокую эффективность использования технологии ревитализации, поскольку она работает непосредственно в режиме эксплуатации оборудования и не требует его остановки.

Эта технология безразборного ремонта и увеличения ресурса машин стала возможной благодаря разработке специального состава – ревитализанта (латин. *vita* – жизнь, дословно – возвращающий жизнь). Ревитализант – продукт нанотехнологии, который применяется как добавка к смазочным материалам, эксплуатационным жидкостям для формирования защитного металлокерамического покрытия на трущихся деталях механизмов непосредственно в процессе их работы. Состав и способ его получения запатентованы и являются разработкой специалистов предприятия ХАДО (г. Харьков). Понятие «ревитализант» вошло в учебник по трибологии [3].



Процесс формирования металлокерамического покрытия основан на физико-химическом взаимодействии поверхностей трения в присутствии ревитализанта при граничном или смешанном режиме смазки. Иначе говоря, когда слой смазочного материала, а соответственно, и расстояние между трущимися деталями не превышает величину шероховатости поверхностей. Вещества, входящие в состав ревитализанта, при определенных условиях, характерных для пятен фактического контакта (температура и давление), выступают в роли катализатора образования карбидов металлов и их диффузии в глубь поверхностей деталей сопряжения. В результате указанного процесса образуется металлокерамическое градиентное покрытие с положительными сжимающими напряжениями по всей его глубине и увеличивающейся к поверхности концентрацией углерода (рис. 1).

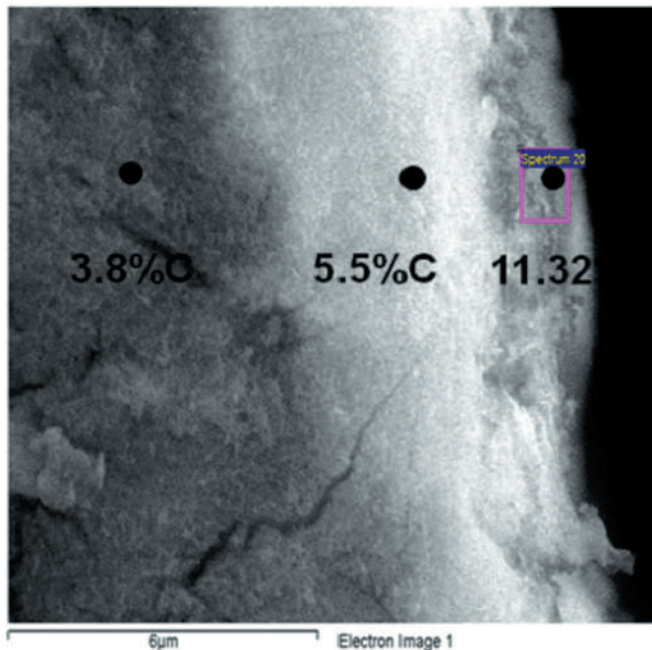


Рисунок 1 – Электронно-оптический снимок металлокерамического покрытия: концентрация углерода по глубине покрытия (3,8 %; 5,5 %; 11,32 %)

Особенностью процесса ревитализации является упрочнение поверхностного слоя с одновременным его самоорганизованным ростом. Покрытие формируется такой шероховатости, толщины и структуры, при которых пара трения переходит в режим практически безыносного состояния. Металлической составляющей покрытия является собственно материал деталей, а керамической – его карбиды и оксиды.

Возможности технологии ревитализации показывает демонстрационный эксперимент, объектом которого является упорный шариковый подшипник № 8202 с искусственно нанесенным на его рабочую поверхность дефек-

том (рис. 2а). Подшипник работает на пластичной смазке с ревитализантом при частоте вращения 1000 мин^{-1} и нагрузке 8000 Н. На рис. 2 (б, в, г) показано состояние дорожки качения в месте нанесенного дефекта. Исходное состояние поверхности со следами от шлифовального инструмента представлено на рис. 2б. Уже через 15 мин работы подшипника под нагрузкой наблюдается начало модификации поверхности и устранение следов шлифования (рис. 2в). Еще через 60 мин работы образовавшийся слой металлокерамики устраняет нанесенный дефект (рис. 2г).

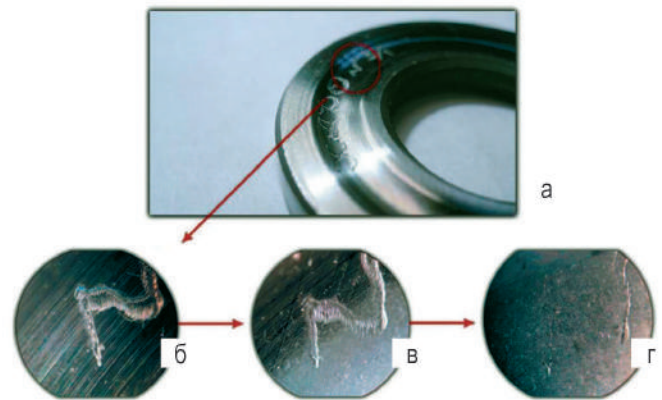


Рисунок 2 – а) исходная поверхность подшипника с нанесенной маркировкой; б) дорожка качения подшипника с дефектом и следами шлифования; в) начало ревитализации поверхности; г) устранение поверхностного дефекта за счет модификации поверхности металлокерамическим покрытием

Микротвердость дорожки качения подшипника увеличилась после работы на смазке с ревитализантом с HV 800 до HV 1200 единиц твердости, шероховатость поверхности уменьшилась с Ra 0.5 до Ra 0.06 мкм, улучшились ее противоизносные и антикоррозионные свойства.

Технологию ревитализации можно условно рассматривать с позиции традиционных методов поверхностного упрочнения и восстановления размеров изношенных деталей сопряжения.

Поверхностно-пластическое деформирование. Наклеп. Наночастицы ревитализанта имеют форму, близкую к сферической. Попадая между выступами пиков шероховатостей, частицы выступают в роли тел упрочнения поверхности, обеспечивают ее наклеп и формируют сжимающие напряжения.

Цементация. Насыщение поверхности углеродом и карбидами металла повышает ее твердость.

Восстановление размеров. Формирование металлокерамического покрытия ведет к восстановлению размеров изношенных деталей.

Результаты практического применения технологии ревитализации проявляются в восстановлении параметров работы изношенного оборудования, в продлении срока его службы и снижении энергопотребления. Это не означает, что технология ревитализации предназначена лишь для механизмов, снизивших параметры производительности вследствие изнашивания сопряжений. Использование технологии рационально и для нового оборудования. В присутствии ревитализанта сопряжение быстрее выходит на равновесную шероховатость, процессы приработки сопряжений проходят с меньшим износом – как следствие, увеличивается их ресурс.

Технология ревитализации проста в применении и сводится к добавлению ревитализанта в масло или эксплуатационную жидкость. Если смазочным материалом в узле является консистентная смазка, ее заменяют на смазку с ревитализантом. Детали узла после ревитализации ремонтпригодны и при необходимости могут быть подвергнуты механической обработке (шлифовке).

Область применения технологии ревитализации – любые механизмы, где есть трущиеся металлические детали и смазочная (рабочая) среда: металлорежущие станки и оборудование, ковочные молоты, прессы и штампы, дымососы и дутьевые вентиляторы, открытые зубчатые и цепные передачи, узлы прокатных и вальцовочных валков, электродвигателей и электрогенераторов, копирные системы, двигатели внутреннего сгорания и их топливная аппаратура и др. Данная технология показала свою эффективность в различных механизмах на транспорте и в промышленности (табл. 1).

Для каждого типа оборудования, указанного в табл. 1, с учетом условий работы сопряжений предприятие ХАДО предлагает определенный вид ревитализанта – для двигателя, редукторов и т.д.

Сертификационные испытания ТЮФ ревитализанта для автомобильного двигателя показали снижение расхода топлива в смешанном цикле на 5,3 %, снижение токсичности отработавших газов по показателям CO – на 16 %, CO₂ – на 5 %, CH – на 8 % и увеличение мощности более чем на 2,5 %.

Надано принциповий опис технології ревіталізації та окреслено галузі застосування технології на промисловому обладнанні. Наведено результати ефективного використання даної технології.

Таблица 1 – Данные о применении технологии ревитализации на промышленном оборудовании

Тип оборудования	Результаты применения технологии
Компрессоры	Увеличение производительности и максимального рабочего давления, снижение потребления электроэнергии
Редукторы	Упрочнение поверхности, компенсация износа на пятнах контакта, снижение нагрева, увеличение межремонтных сроков
Гидравлические системы	Повышение рабочего давления и производительности, устранение перетока распределителей и износа штоков клапанов, снижение шумности в работе и вибрации
Двигатели	Выравнивание и увеличение компрессии по цилиндрам, увеличение давления масла и моторесурса
Подшипники	Уменьшение люфтов, осевого биения и радиальных зазоров, увеличение срока службы в агрессивной среде

ВЫВОДЫ

Использование технологии ревитализации экономически целесообразно, так как позволяет восстанавливать производительность машин и механизмов непосредственно в режиме их эксплуатации, увеличивать ресурс и межремонтные интервалы, экономить топливно-энергетические ресурсы, что подтверждается результатами экспериментальных испытаний и проверкой на практике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поверхностная прочность материалов при трении : справ. / Под ред. Б.И. Костецкого. – К. : Техника, 1976. – 291 с.
2. **Войтов, В.А.** Технологии триботехнического восстановления, обзор и анализ перспектив / В.А. Войтов // Проблемы трибологии. – 2005. – № 2. – С. 86–94.
3. Трибологія : підручник / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – К. : НАУ-друк, 2009. – 392 с.

Поступила в редакцию 29.01.2013

A fundamental description of the revitalization technology is given. The areas of technology application to industrial equipment of enterprises are shown. The effects of technology application are specified.