

На термический коэффициент линейного расширения (ТКЛР) существенное влияние оказывает температурный режим нанесения покрытия: быстро охлаждаемые стеклообразные покрытия по сравнению с медленно охлаждаемыми имеют в несколько раз более высокий ТКЛР.

В зоне закалки плазменной струи, контактирующей с подложкой, имеющей протяженность $L < 1-2$ мм, наблюдается резкое снижение температуры (с $9 \cdot 10^3 - 11 \cdot 10^3$ К внутри плазматрона до $3 \cdot 10^3$ К на его срезе) за счет интенсивного охлаждения приповерхностных слоев плазменной струи металлической подложкой. Наличие значительного градиента температур обусловлено высокими скоростями охлаждения поверхностных слоев подложки, достигающих $10^5 - 10^6$ К/с. Снижение температуры плазмы приводит к изменению изобарно-изотермического потенциала (энергии Гиббса), в результате чего в газовой фазе начинают протекать химические реакции с образованием конденсированных фаз. Температура поверхностных слоев подложки при этом, как показали эксперименты, может составлять от 150 до 450°С. При последующем охлаждении из-за разницы в ТКЛР в ТП возникают термические напряжения, величина которых будет зависеть от химического состава ТП, его толщины и, как указывалось ранее, скорости охлаждения ТП. Последнее обстоятельство показывает, что работоспособность ТП (определяемая сплошностью, адгезией и когезией), зависит от внутренних напряжений в ТП, связанных с термическим циклом нанесения покрытия. При этом снижение времени обработки приводит к увеличению скоростей охлаждения и значительному росту ТКЛР при малой толщине ТП. Совместное действие этих двух факторов приводит к резкому снижению внутренних температурных напряжений в ТП малой толщины и оказывает положительное влияние на эксплуатационные свойства покрытия.

УДК 621.7

ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ МАШИН

В.С.Ивашко, д-р техн. наук, проф.

Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Республика Беларусь)

Приведены современные методы ремонта соединений и устранения неисправностей, подробно рассмотрены способы восстановления и упрочнения деталей машин.

Введение. Неисправности деталей появляются в результате постоянного или внезапного снижения физико-механических свойств материала, истирания, деформирования, смятия, коррозии, старения, перераспределения остаточных напряжений и других причин, в конечном итоге вызывающих потерю работоспособности узла. Практически любая неисправность является следствием изменения состава, структуры или механических свойств материала, конструктивных размеров деталей и состояния их поверхностей.

Различный срок службы (ресурс) деталей обусловлен многими причинами, основными из которых являются следующие:

- разнообразие функций детали в машине;
- широта диапазона изменения действующих нагрузок;
- наличие других как активных (движущихся), так и пассивных (неподвижных) деталей;
- разнообразие видов трения в сопряжениях, использование в сопряжениях деталей из разных материалов;
- отклонения в свойствах материалов, точность и качество обработки сопрягаемых деталей, условия эксплуатации.

Основная часть. Изнашивание отдельных соединяемых элементов приводит к нарушению посадки в соединении, проявляющемуся в увеличении зазоров и уменьшении первоначальных натягов. Посадку деталей соединений можно восстанавливать тремя методами:

1 – без изменения размеров деталей:

- с помощью имеющихся регулировок,
- перестановок детали,
- заменой на запасную часть;

2 – применение деталей ремонтных размеров и восстановленных способом дополнительных деталей;

3 – применение деталей, восстановленных до номинальных размеров.

Для ремонта соединений широкое применение получил метод безразборного сервиса (восстановления), основанный на теории самоорганизации. К нему относится эффект пластифицирования в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ), явление избирательного переноса при трении (эффект безызносности), а также эффект аномально низкого трения [1]. Особое место занимают методы и средства частичного восстановления изношенных поверхностей трения узлов и агрегатов. Известные в настоящее время ремонтно-восстановительные препараты (РВП) по компонентному составу, физико-химическим процессам взаимодействия с трущимися поверхностями, свойствам получаемых покрытий (защитных пленок), а также механизму функционирования в процессе можно разделить на три основные группы: реметаллизанты (металлоплакирующие соединения), полимерсодержащие препараты и геомодификаторы.

При втором методе посадку восстанавливают наращиванием поверхностей, увеличивая размер вала на величину износа и уменьшая размер отверстия: метод дополнительных деталей; запрессовка свертных втулок; постановка спиральной вставки; пластическим деформированием, добиваясь получения в соединении номинального зазора или натяга. При этом методе сохраняются номинальные удельные давления и прочность, не нарушаются другие показатели работы машины.

К третьему методу, восстановлению изношенных поверхностей относятся нанесение полимерных материалов в том числе аэробных материалов; магнитно-импульсное нанесение порошковых покрытий; газофазное осаждение по-

крытий из тугоплавких соединений и оксидов; вакуумно–плазменные, магнетронные, газотермические покрытия; химические и электрохимические методы; наплавка электрической дугой; газопламенная, центробежная, диффузионная наплавки; приварка листовых вставок; восстановление погружением заготовки в расплав присадочного материала; электроконтактная приварка металлического слоя (ленты, проволоки, порошковых материалов); термическая и химико–термическая обработка и другие.

При восстановлении быстроизнашивающихся деталей основными факторами, влияющими на их работоспособность являются все виды механической, термической, упрочняющей и финишной обработки при их изготовлении, приемы, способы, точность получения деталей и заготовок, правильность сборки, регулирования, приработки и испытания узлов, агрегатов и машин.

Заключение. Проанализированы современные методы ремонта соединений и устранения неисправностей, подробно рассмотрены способы восстановления и упрочнения деталей машин, показана перспективность их применения.

Литература

1. Балабанов В.И. Все о присадках и добавках. – М.: Эксмо, 2008. – 240 с.
2. Харламов Ю.А., Будагьянц Н.А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин. Том 1. – Луганск: Изд–во Восточно–украинский национальный университет им. В. Даля, 2003. – 496 с.
3. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь, В.С. Ивашко, А.Ф. Ильющенко и др. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 583 с.

УДК 621.793

ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ МЕТОДАМИ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

В.А. Оковитый, канд. техн. наук
Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение. Плазменные покрытия и технологии их нанесения являются одним из прогрессивных, динамически развивающихся направлений по созданию поверхностных слоев с высокими защитными и упрочняющими свойствами. Их применение способствует увеличению ресурса работы и надежности, снижению материалоемкости ответственного оборудования и позволяет восстанавливать быстроизнашиваемые детали. Среди методов плазменного напыления, покрытия, полученные воздушной плазмой, благодаря формированию быстрозакаленных и метастабильных структур, универсальности, доступности и сравнительной дешевизны, представляет наибольший интерес для получения покрытий на различных деталях машин и оборудовании. Помимо этого плазменное напыление на воздухе все чаще рассматривается в качестве способа формирования аморфных, нанокристаллических, сверхпроводящих и других специальных