

УДК 621.793

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВЫ И НАКАТКИ КАРБИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, НАНОСИМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛА ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

В.С. ИВАШКО, В.А. КОВАЛЬ

*Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет», г. Минск*

В.В. САРАНЦЕВ

*Учреждение образования «Белорусский национальный
технический университет», г. Минск*

Быстрое разрушение изделий, работающих при высоких скоростях, нагрузках и температурах, а также в условиях абразивного, коррозионного и других видов воздействия, требует разработки и внедрения в производство новых методов их упрочнения и восстановления.

Основными причинами потери работоспособности изделий являются абразивное и другие виды изнашивания, усталостные поломки и выкрашивание материала, различного рода коррозионные и кавитационные разрушения, жидкостная и газовая эрозии и всевозможные сочетания отмеченных выше причин.

Увеличить износостойкость рабочих поверхностей изделий можно изменением химического состава материала поверхности путем внедрения легирующих компонентов для образования структур, хорошо сопротивляющихся процессам изнашивания; механическим и тепловым воздействием на поверхность металла, которые приводят к структурным и субструктурным превращениям, способствующим повышению стойкости при различных процессах изнашивания; нанесением на поверхности трения деталей износостойких покрытий.

Согласно вышесказанному, можно классифицировать многообразие технологических методов повышения износостойкости с учетом того, что в их основе лежат факторы химического, термического и механического воздействий, позволяющие существенно изменить поверхностные свойства изделий.

Разнообразные условия эксплуатации машин и механизмов в сочетании с современными требованиями обуславливают необходимость разработки и совершенствования технологических методов нанесения износостойких покрытий в целях получения биметаллических изделий и для проведения восстановительных операций [1].

Процессы изнашивания и коррозия являются основными причинами выхода из строя деталей машин. Как известно, у 70 % деталей износ находится в пределах 0,01–0,5 мм. Рабочая поверхность подвергается усталостному изнашиванию, имеет наклеп, а значит и высокую твердость, из-за чего ограничено число методов и способов восстановления работоспособности деталей.

Для решения задачи повышения ресурса работы изнашивающихся деталей, была предложена технология нанесения на рабочую поверхность твердого сплава с использованием экзотермического эффекта химической реакции. Сущность процессов СВС заключается в самопроизвольном распространении зоны химической реакции в

средах, способных к выделению химической энергии с образованием ценных конденсированных продуктов [2]. Так как СВС сопровождается саморазогревом продуктов до 1500 °С...3500 °С, то появляется возможность совмещения процессов синтеза тугоплавких соединений и их нанесения на поверхность основы в одну технологическую стадию. Термодинамическая вероятность осуществления химического взаимодействия материалов покрытия и основы характеризуется уменьшением свободной энергии системы, а кинетика-энергетическим барьером, который необходимо преодолеть атомам для перехода одного устойчивого состояния в другое (энергией активации взаимодействия). Таким образом, для осуществления химического взаимодействия необходимо создать благоприятные условия для активации поверхности. Наибольшее распространение получила пластическая деформация. Важную роль в обеспечении высокого качества покрытий, каким бы методом они не наносились, играет предварительная подготовка поверхности. Часто недостаточное внимание к подготовке поверхности может свести на нет все последующие технологические операции по нанесению покрытий и привести к неисправимому браку изделия. Наибольшее распространение получили термическая активация и предварительная пластическая деформация. Эффект активирования увеличивает переходную зону, что, в свою очередь, влияет на прочность сцепления и износостойкость поверхностного слоя, т. к. химическое взаимодействие материалов покрытия и основы характеризуется уменьшением свободной энергии системы, а кинетика-энергетическим барьером, который необходимо преодолеть атомам для перехода из одного устойчивого состояния в другое (энергией активации взаимодействия).

Экспериментальные исследования влияния предварительного деформационного упрочнения на величину переходной зоны проводились на образцах стали 45 с покрытиями TiC и CrV₂. Предварительная деформация поверхностных слоев осуществлялась дробеструйной обработкой. Степень наклепа поверхности оценивалась по относительному приращению микротвердости. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности предварительной пластической деформации, что можно объяснить тем, что она служит фактором накопления свободной энергии поверхностного слоя основы. Величина диффузионной зоны возрастает до двух раз. Вместе с тем, существует оптимум величины степени пластической деформации. Дальнейшее увеличение этого параметра сопровождается интенсификацией разрушения основы, в результате чего уменьшается накопленная ею энергия.

Процесс осуществляется в нанесенном тонком слое смеси исходных реагентов электрической дугой инициирующей реакцию. Качество покрытия зависит от целого ряда физико-химических параметров. К ним относятся: термодинамические параметры (теплота образования нового химического соединения, теплоемкости продуктов реакции, начальная температура процесса, состав смеси); физические параметры (теплопроводность и плотность смеси порошков, форма и размер частиц порошков, наличие внешних воздействий); технологические (равномерность перемешивания компонентов смеси, степень активации порошков); химические (степень увлажненности порошков, концентрация в них адсорбированных примесей и растворенных газов) [3].

Износостойкий карбидный слой (Ti-сажа-Ni) формируется как за счет элементов исходной смеси, так и за счет поверхностного слоя основы. Толщина расплавленного слоя основы, переходящего в состав покрытия, зависит от условий наплавки, соотношения масс шихты стальной основы, температуры горения и т. д. Толщина покрытия, в зависимости от режимов нанесения, составляет 0,2–0,3 мм на сторону.

Покрытие имеет сложную поверхность, состоящую из микровпадин и выступов, которая имеет ряд преимуществ, а именно, уменьшение напряжений на поверхности детали с покрытием, наличием на рабочей поверхности карманов, в которых хорошо удерживается смазка. Данная технология рекомендована для восстановления работоспособности деталей, работающих со смазкой, а именно, коленчатые валы (рис. 1), шейки подшипников, режущий инструмент, работающий с СОЖ (рис. 2) и др.



Рис. 1. Рабочая поверхность коленчатого вала с нанесенным твердым сплавом

В связи с тем, что нанесенное покрытие имеет значительные неровности и поры, предложено совмещать процесс нанесения покрытия с процессом уплотнения (рис. 3). Она производится ротационным шариковым инструментом с упругим контактом с обрабатываемой поверхностью, пока покрытие находится еще в разогретом состоянии или вибрирующим электродом параллельно с инициированием реакции. Такая обработка уменьшает шероховатость поверхности покрытия, увеличивает его твердость и формирует в поверхностном слое сжимающие остаточные напряжения, повышающие усталостную прочность обработанных деталей, улучшает качество покрытия, повышает его сплошность, изменяя топографию.



Рис. 2. Сверла, фасонный резец и центровка после обработки

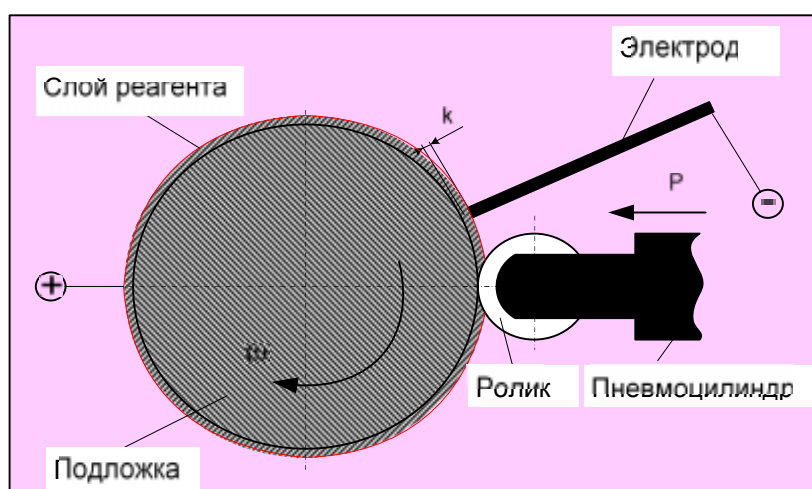


Рис. 3. Схема процесса нанесения покрытий на деталях типа «вал»

Обкатывание или удары электрода (рис. 4) позволяют уменьшить высоты микронеровностей, достигать требуемых параметров точности для получения определенного микрорельефа поверхности и т. д. В зависимости от целей обработки эти методы могут быть рекомендованы для совместного или последовательного процесса обработки для деталей, работающих в режимах жидкостного, полусухого и сухого трения.

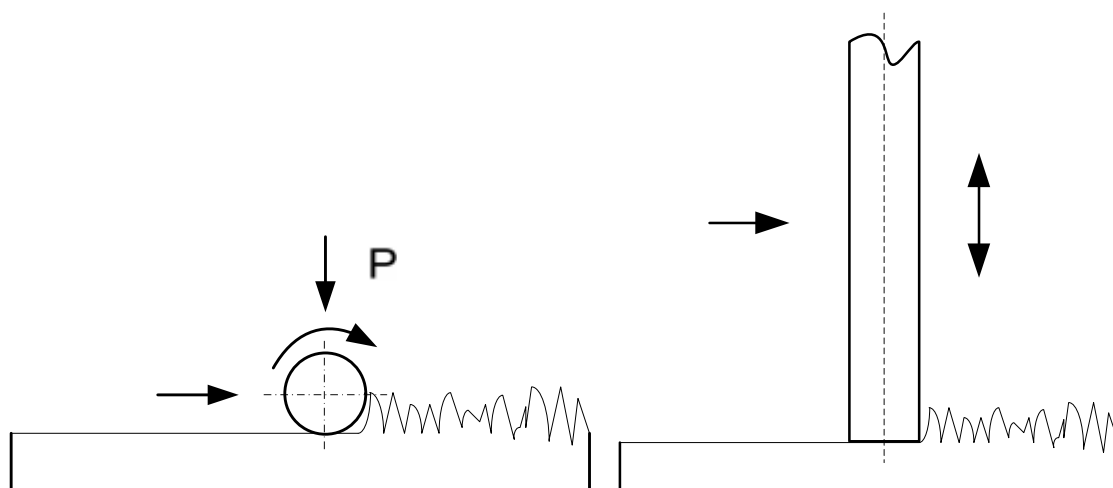


Рис. 4. Схемы контактного взаимодействия инструмента с обрабатываемой поверхностью

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о целесообразности активирования основы предварительным деформационным упрочнением и совмещать метод накатки с нанесением тугоплавких покрытий для уменьшения шероховатости и повышения контактной усталостной прочности деталей. Обработанное покрытие обладает хорошей адгезией к поверхности, высокой твердостью и хорошо удерживает масляную пленку.

К основным особенностям разработанного метода можно также отнести возможность локальной обработки поверхности (рис. 5) (наплавку можно осуществлять в строго определенном месте, не защищая остальную поверхность детали); отсутствие нагрева детали в процессе обработки; высокую прочность сцепления нанесенного материала с основой; отсутствие необходимости специальной предварительной подготовки обрабатываемой поверхности.

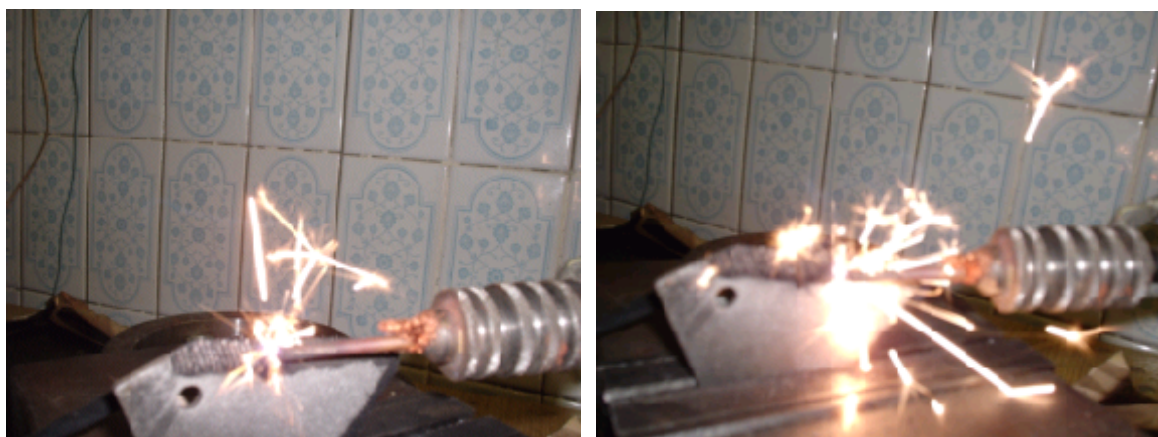


Рис. 5. Процесс протекания экзотермической реакции при неоднократном (вибрирующем) инициировании реакции

Литература

1. Мрочек Ж.А., Кожуро Л.М., Филонов И.П. Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин. – Мн.: УП «Технопринт», 2000. – 186 с.
2. Химия синтеза сжиганием /Ред. М. Коидзуми. Пер. с японск. – М.: Мир, 1998. – 247 с.

3. Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза /Е.А. Левашов, А.С. Рогачев, В.И. Юхвид, И.П. Боровинская. – М.: Бином, 1999. – 176 с.

Получено 02.07.2004 г.