Чунаков С.Г., Псюкало С.П., Соловьева Д.А.

Способы восстановления изношенных поверхностей нанесением покрытий

*Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской
государственный аграрный университет»
(Россия, Зерноград)*

doi: 10.18411/lj-06-2021-144

Аннотация

Проведен анализ способов восстановления изношенных поверхностей, повышающих их долговечность, путём нанесения различных покрытий: автоматическая и вибродуговая наплавки, наплавки с использованием деформационно-термической обработки и наложения ультразвуковых колебаний, наплавки в защитных, восстановительных и других средах, наплавка Т.В.Ч., гальванические способы наращивания, способы напыления (электродуговая, газовая, высокочастотная металлизация, плазменное, газопламенное напыление, а также электроконтактное напекание металлических порошков.

Ключевые слова: восстановление, наплавка, металлизация, напыление, электроконтактное напекание металлических порошков.

Abstract

The analysis of methods for restoring worn surfaces that increase their durability by applying various coatings is carried out: automatic and vibro-arc surfacing, surfacing using deformation-heat treatment and applying ultrasonic vibrations, surfacing in protective, reducing and other media, surfacing of T. V. Ch., galvanic methods of building up, methods of spraying (electric arc, gas, high-frequency metallization, plasma, gas-flame spraying, as well as electrocontact baking of metal powders.

Keywords: restoration, surfacing, metallization, sputtering, electrocontact baking of metal powders.

Детали машин, выбракованные по причинам их износа, могут быть восстановлены различными способами. Наиболее распространены следующие способы: автоматическая и вибродуговая наплавки, наплавки с использованием деформационно-термической обработки и наложения ультразвуковых колебаний, наплавки в защитных, восстановительных и других средах, наплавка Т.В.Ч., гальванические способы наращивания, способы напыления (электродуговая, газовая, высокочастотная металлизация, плазменное, газопламенное напыление, а также получающие в последнее время признание электроконтактное напекание металлических порошков.

Сущность этих способов восстановления изложена в соответствующих трудах отечественных ученых В.И. Казарцева, Л.Г. Вадивасова, Ю.Н. Петрова, И.Е. Ульмана, В.А. Шадричева, И.С. Левитского, И.И. Луневского и др.

Следует отметить, что металлопокрытия нашли широкое применение не только вследствие того, что позволяют восстанавливать изношенные детали до начального размера с обеспечением взаимозаменяемости, но еще и потому, что они позволяют создавать биметаллические поверхности – двухслойные металлы, которые часто более полно отвечают эксплуатационным условиям работы деталей и узлов машин, механизмов и приборов. Соответствующим подбором материала покрытия можно значительно повысить их износостойкость, антикоррозийность и т.п.

Учитывая, что качественная смазываемость трущихся деталей в процессе работы является одним из существенных факторов, определяющих надежность и долговечность

работы восстановленных деталей, представляет большой интерес исследование таких восстановительных процессов, которые обеспечивают получение пористости поверхностных слоёв.

Пористые покрытия при восстановлении деталей машин получают различными способами: напылением металлизацией, специальными способами гальванического наращивания, приёмами и методами порошковой металлургии, термодиффузионным припеканием и электроконтактным напеканием металлических порошков.

Металлизация (электродуговая, газовая, высокочастотная и др.) напылением позволяет получать покрытия практически не ограниченной толщины (до 10 мм и более), оказывает значительное термическое влияние на деталь (температура на поверхности металлизации не превышает 180 °С). При этом само покрытие обладает высокой износостойкостью.

Указанные достоинства металлизированных покрытий выдвинули её в ряд перспективных способов. При этом делались попытки применения металлизации для восстановления широкой номенклатуры изношенных деталей [2, 3, 4 и др.], в том числе и коленчатых валов автотракторных двигателей внутреннего сгорания.

Однако наличие таких недостатков, как малая прочность сцепления – до 24 МН/м² (2,4 кг/см²), довольно значительное снижение усталостной прочности – до 30–50% [5] при относительно больших потерях наносимого материала, особенно при восстановлении деталей малых диаметров, ограничили область применения металлизации в ремонтной практике и она не получила широкого распространения.

Лучшие показатели напылённых покрытий получаются при высокочастотной металлизации.

Покрытия, полученные способом металлизации напылением с применением токов высокой частоты, отличаются высокой однородностью и повышенными физико-механическими свойствами по сравнению с электродуговой металлизацией [3].

Улучшение качества покрытий объясняется отсутствием вредного влияния электрической дуги на расплавленный металл, вследствие чего уменьшается выгорание углерода, содержание окислов в покрытии и увеличивается плотность покрытия.

К недостаткам этого способа покрытия следует также отнести сложность технологического процесса, высокую стоимость оборудования и низкий КПД по расходу металла.

Представляет интерес попытка увеличения прочности сцепления металлизированного слоя за счёт последующего припекания его к основе путем электроконтактного нагрева [6].

Припекание достигается пропусканием электрического тока порядка 500–1000 А через слой. Напряжение в 2–3 В подводится от батареи селеновых выпрямителей через инструмент – ролик. Усиление поджатия ролика к детали – 294 + 392 Н, скорость вращения детали 0,01 + 0,11 м/сек.

За счёт спекания прочность сцепления слоя с основой значительно увеличивается и достигает 85 МН/м² (8,5 кг/мм²).

Однако введение дополнительной технологической операции – электроконтактного припекания – приводит к уменьшению пористости покрытия и, следовательно, к ухудшению его маслоспытывающей способности (с 4,7 до 1,3%).

С целью увеличения прочности сцепления напылённого слоя с основой и улучшения механических показателей слоя предлагается [7] химико-термическая обработка – нагрев металлизированной детали в атмосфере двуокиси углерода до 980–1100 °С и выдержка в течение 3–5 часов.

Такая операция, наряду со значительным усложнением самого техно-логического процесса восстановления, предполагает обязательный нагрев. Этим самым нарушается основной принцип и достоинство металлизации напылением – нанесение покрытия без термовлияния.

Определенное развитие получает плазменное напыление металлокерамических материалов [8, 9]. Прочность сцепления плазменных покрытий с основным телом выше прочности сцепления, обеспечиваемого электродуговой металлизацией и изменяется в зависимости от условий напыления в пределах 12,5–125 МН/м² (1,25–12,5 кг/мм²). При этом значительное влияние на прочность сцепления оказывает подготовка поверхности под напыление [10].

Плазменное напыление обеспечивает меньше выгорание легирующих элементов [8]; пористость и маслоспитывающая способность этих покрытий в 1,5 раза меньше, чем при электродуговой металлизации. Однако износостойкость их выше за счёт лучших показателей механической прочности слоёв.

Одним из способов создания пористых материалов и поверхностей является применение методов порошковой металлургии.

В ряде работ отечественных и зарубежных авторов показано, что применяя эти методы можно получать весьма качественные покрытия [11, 12, 13, 14].

Полученные путем спекания изделия обладают высокой микропористостью и маслоёмкостью. Постановка таких пористых изделий в сопряжении приводит к уменьшению суммарного износа сопряжения.

Более прогрессивным в отношении создания пористых поверхностей является рассматриваемое ниже электроконтактное напекание металлических порошков, которое объединяет процесс формирования и спекания слоя. Этим самым упрощается процесс наращивания изношенной детали.

Сущность способ заключается в следующем: между вращающейся деталью и поджатым к ней медным роликом насыпается металлический порошок, который при прохождении электрического тока по нему нагревается, спекается и припекается к поверхности восстанавливаемой детали, образуя покрытие определенной толщины. Вследствие высокой теплопроводности меди, к поверхности поджимного ролика порошок не припекается и она остается чистой.

Проведенные Ю.С. Тарасовым [15] сравнительные экономические и технико-экономические расчеты показали, что электроконтактное напекание металлических порошков по целому ряду элементов затрат и стоимости восстановления 1 дм² изношенной поверхности более экономично по сравнению с известными способами восстановления.

Таким образом, проведенный краткий обзор способов восстановления, обеспечивающих получение пористых поверхностей, показывает, что электроконтактное напекание металлических порошков является одним из прогрессивных и эффективных.

1. Костецкий, Б.И. Сопротивление изнашиванию деталей машин. – Машгиз. – М.-К., 1959.
2. Виноградов, Г.А. и др. Прокатка металлических порошков. – Изд-во "Металлургия". – М., 1969.
3. Власов, А.П. Высокочастотная металлизация / А.П. Власов, К.П. Савинков. – Машгиз, 1960.
4. Козлов, И.П. Исследование износостойкости стальных покрытий нанесенных высокочастотной металлизацией. Труды МИЭСХ. – Т. XII. – М., 1960.
5. Шадричев, В.А. Основы выбора рационального способа восстановления автомобильных деталей металлопокрытиями. – Машгиз. – Москва-Ленинград, 1962.

6. Крылов, В.С. Исследование газовой металлизации со спеканием слоя как способа восстановления автотракторных деталей / Автореферат к.т.н. – Ленинград-Пушкино, 1969.
7. Тарновский, М.Я. Деформация и усилия при обработке металлов давлением. – Машгиз, 1959.
8. Готлиб, Л.И. Плазменное напыление. – М., 1970.
9. Кречмар, Э. Напыление керамики металлов и пластмасс. – "Машиностроение". – М., 1966.
10. Ляшенко, Б.А. Прочность сцепления плазменных покрытий / ж. "Порошковая металлургия". – № 4. – 1969.
11. Бебнев, П.И. Пористые подшипники на железной основе с повышенными антифрикционными и механическими свойствами. Труды ЦНИИМАШ. – Кн.: 56. – Машгиз. – М., 1953.
12. Мошков, А.Д. Пористые антифрикционные материалы. – Машиностроение. – М., 1968.
13. Янчуковский, Б.А. Исследование влияния способов восстановления свинцовисто-бронзовых подшипников на их работоспособность / Автореферат к.т.н. – М., 1967.
14. Goetzel C., Physics of Powder metallurgie. W.E. Kingston, Ed. Me. Graw Hill Book Co, N.Y. 1951.
15. Тарасов, Ю.С. Влияние режимов электроконтактного напекания металлических порошков на качество слоя / Ю.С. Тарасов, Г.Ф. Смирнягин и др. // Наука – производству. – Челябинск, 1969.