

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБОРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

С.П. Казанцев, канд. техн. наук, докторант

МГАУ им. В.П. Горячкина

(г. Москва, Российская Федерация)

Для восстановления и упрочнения изношенных деталей, работающих в соединениях типа “вал – втулка” предложена технология основанная на комбинировании электролитического железнения и диффузионного борирования в вакууме. Приведено описание технологического процесса восстановления деталей железоборидными покрытиями.

Диффузионная металлизация (хромирование, титанирование и др.) позволяет получать на железоуглеродистых сплавах покрытия с высокими физико-механическими свойствами: износостойкостью, коррозионной стойкостью, прочностью сцепления с металлом основы. Поверхностная твердость таких покрытий находится в пределах 16000 – 22000 МПа. После диффузионной металлизации в большей степени, чем после других видов химико-термической обработки, наблюдается изменение линейных размеров стальных деталей (0,01 – 0,1 мм). Эта особенность была использована при разработке технологий восстановления и упрочнения прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры [1]. Необходимо указать следующие недостатки разработанных способов.

Во-первых, детали машин, имеющие величину износа более 0,04 мм на сторону, восстанавливать диффузионной металлизацией невозможно, учитывая необходимые припуски на механическую обработку. Комбинированные технологии (хромотитанирование, борохромирование и др.) при незначительном выигрыше в толщине получаемых покрытий существенно усложняются применением многокомпонентных порошковых смесей.

Во-вторых, необходимость использования дорогостоящих диффузантов – Cr, Ti, Ni, что особенно актуально в настоящее время. По данным [2] доля материалов в структуре затрат на восстановление изношенных деталей с 50 – 65% в 1985 г. возросла до 90% в 2002 г. (Витебский мотороремонтный завод).

В-третьих, зависимость разработанных методов от химического состава стали в поверхностном слое изношенных деталей.

Практика внедрения указанных технологий, показала трудности с механической обработкой карбидных и нитридных покрытий. Потребовалось применение алмазного и эльборового инструмента, были уменьшены припуски на обработку.

С целью устранения указанных недостатков разработана комбинированная технология получения диффузионных железоборидных покрытий [3]. Перед упрочнением предлагается использовать электролитическое железнение, позволяющее компенсировать износы деталей, на порядок превышающие величину износов прецизионных деталей. Технологии получения электролитических железных покрытий (ЭЖП) при использовании относительно простого оборудования, дешевых и доступных материалов отличаются высокой производительностью.

Для повышения твердости ЭЖП предлагается использовать диффузионное борирование – известный и широко применяющийся в промышленности метод упрочнения стальных изделий. Борирование, применительно к упрочнению ЭЖП, не исследовалось. Преимуществом бора (металлоида), имеющего в сравнении с хромом, титаном и никелем меньший атомный радиус, является более высокий коэффициент диффузии в железоуглеродистых сплавах.

Диффузия бора происходит по механизму внедрения в атомную решетку насыщаемого сплава, а хром и другие металлы диффундируют в основном по механизму замещения вакансий. Поэтому борирование позволяет получать на стальных изделиях в 2 – 3 раза большую толщину упрочняющего покрытия в сравнении с хромированием и другими способами диффузионной металлизации при меньшей температуре и времени выдержки.

На электролитическом железе были получены однофазные (Fe_2B) боридные слои глубиной от 0,01 до 0,25 мм за меньшее время по сравнению с борированием малоуглеродистых и среднеуглеродистых сталей.

Поверхностная твердость боридного слоя на ЭЖП составляет 14000 – 16000 МПа – величина оптимальная по двум взаимноисключающим требованиям – износостойкости и обрабатываемости полученного покрытия. Установлено, что в результате диффузионного борирования на 20% увеличивается прочность сцепления ЭЖП с основным металлом.

Для нанесения электролитического железного покрытия использовался электролит состава: $\text{FeCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ – 580 – 600 г/л; $\text{pH} = \pm 0,5 - 0,7$; $t = 30 - 35^\circ\text{C}$. Анодное травление образцов проводится в

электролите железнения. Осаждение железа в начале процесса проводится на переменном токе, далее – на постоянном при катодной плотности $D_k = 20 \text{ А/дм}^2$.

После железнения детали шлифуют, упаковывают в контейнер для проведения диффузионного борирования. Процесс проводится в электрической печи типа СНО в контейнерах с плавким затвором. Состав порошковой смеси, % по массе: карбид бора (B_4C) – 65%, остальное – оксид алюминия (Al_2O_3).

Рабочая температура процесса – 980°C , время выдержки 2 – 6 ч.

По окончании выдержки нагреватели отключают и контейнер остывает вместе с печью до температуры окружающей среды. После остывания контейнер выгружают из рабочей камеры вакуумной печи и распаковывают.

При необходимости борированные детали подвергают изотермической закалке или закалке ТВЧ для повышения несущей способности железоборидного покрытия.

В настоящее время технология усовершенствована путем применения вакуумного способа борирования. Это обусловлено тем, что борирование в электрических печах с окислительной атмосферой имеет следующие существенные недостатки:

- необходимость использования плавкого затвора. Расплавленное и остывшее стекло при распаковке разбивают молотком, что небезопасно для обслуживающего персонала. На стенках контейнера остается приваренная и трудноудаляемая часть затвора, в связи с чем увеличивается трудоемкость технологического процесса на подготовительно-заключительных операциях;

- необходимость использования листового асбеста в качестве изолирующей прокладки между расплавленным стеклом и реакционным пространством контейнера;

- необходимость предварительного прокаливания компонентов смеси с целью удаления абсорбированной влаги, что увеличивает трудоемкость процесса;

- низкая долговечность контейнеров и соответственно значительный расход жаростойкой стали на их изготовление. Ресурс контейнера в зависимости от толщины стенок и режимов борирования составляет 10 – 20 задов.

Предлагается борирование деталей производить в вакууме с предварительной откачкой камеры в течение 20 – 30 мин до остаточного давления $\sim 1,33 \times 10^{-1} \text{ Па}$ и последующим нагревом при мо-

нотонном возрастании температуры до 850 °С, отключением системы откачки газов, дальнейшим повышением температуры до 980 °С при общем времени нагрева 40 – 100 мин, выдержкой в течение 3 – 7 часов и дальнейшим охлаждением деталей в смеси порошков до температуры окружающей среды, при этом в качестве боросодержащих порошков используют карбид бора и буру при следующем соотношении компонентов, мас. %: карбид бора (B_4C) – 84; бура ($Na_2B_4O_7$) – остальное. Соотношение компонентов было принято по рекомендациям [4].

Кроме того, прокаливание смеси предлагается проводить непосредственно в условиях предварительного вакуумирования камеры с находящимися в ней контейнером, смесью и деталями при температуре 250 – 300 °С в течение 1,5 – 2 часов.

Упаковку деталей в порошковую смесь, состоящую из карбида бора и буры, необходимо производить обычным способом. Схема упаковки контейнера показана на рисунке 1.

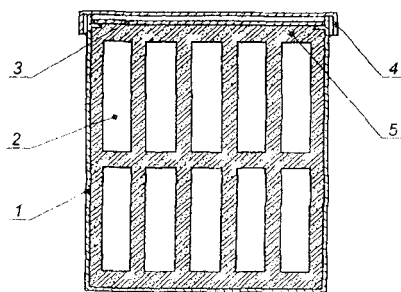


Рис 1. Схема упаковки контейнера при борировании в вакууме

Результаты диффузионного борирования в вакууме сопоставимы с борированием в контейнерах с плавким затвором при увеличении времени выдержки на 1 – 1,5 ч.

Применение предлагаемого способа позволяет при высоком качестве эффективно восстанавливать и упрочнять изношенные стальные детали, с величиной износа до 0,3 мм, уменьшать затраты ремонтного производства, улучшать условия труда рабочего персонала и экологическую безопасность.

Технология железоборирования апробирована на примере восстановления и упрочнения валов привода картофелеуборочных комбайнов, гильз гидрораспределителя гидравлического привода коробки передач трактора Т-150К, золотников гидрораспределителя Р-75.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ачкасов К.А., Бугаев В.Н. Повышение надежности ремонт дизельной топливной аппаратуры // Тезисы докладов на научной технической конференции стран-членов СЭВ и СФРЮ. – М. ЦНИИТЭИ, 1983.
2. Константинов В.М. Системный подход к проектированию получения защитных покрытий из диффузионно-легированных сплавов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2002. – №7.
3. Боярский В.Н., Казанцев С.П., Козинцев Н.П. Способ восстановления и упрочнения стальных деталей. Патент на изобретение №2154695. Б.И. №23, 2000 г.
4. Прогрессивные методы химико-термической обработки // Под ред. Ю.М. Лахтина. – М.: Машиностроение, 1972.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКЕ

А.В. Миранович, ассистент;

В.В. Тризна; Д.В. Счастный, аспирант

*УО «БГАТУ», РУП «Завод Минскагропромаш»
(г. Минск, Республика Беларусь)*

Formation of covers at electromagnetic welding

There was examined the mechanism of materials interaction on electromagnetic welding. It is showed, that under the qualitative estimation of their relative influence on the process the solution of the problem can be limited by examining thermophysical and physical chemical phenomena occurred whilst coating and base materials consolidation.

Модификация поверхности заготовки при электромагнитной наплавке (ЭМН) происходит в рабочей зоне установки, реализующей процесс [1]. Рабочая зона – это область пространства между обрабатываемой поверхностью и торцевой поверхностью полюсного наконечника. При ЭМН в рабочую зону подается ферропорошок, частицы которого ориентируются вдоль силовых линий магнитного поля, образуя микроэлектродную систему токопроводящих цепочек. При наложении электрического поля на межэлектродный промежуток происходит замыкание электрической цепи «полюсный наконечник – цепочки-микроэлектроды – заготовка», в резуль-