

УДК 621.762

ИССЛЕДОВАНИЕ БОРИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ОСНОВЕ

Астрашаб Е.В., Щербаков В.Г.

Научный руководитель: В.Г. Щербаков

(Белорусский национальный технический университет, г. Минск)

В статье исследована кинетика формирования диффузионных слоев на металлических порошках при борировании в порошковых насыщающих средах. Установлено, что для получения диффузионного слоя толщиной 5...30 мкм диффузионное насыщение необходимо проводить при температурах 700...750 °С.

Борирование - процесс ХТО, при котором происходит диффузионное насыщение поверхностного слоя детали бором. При борировании (одно- и двухфазном) на поверхности образуется слой Fe₂B либо Fe₂B и FeB [1]. Борирование существенно повышает такие характеристики как твердость, износостойкость и коррозионную стойкость. Высокая окалиностойкость (до 800 °С) и теплостойкость. Высокая твердость (16.20 ГПа) сохраняется до 950 °С. Это позволяет работать деталям с высокими механическими и тепловыми нагрузками.

Различают три основных метода борирования [2]: в порошках, в жидких средах, в газовых средах. В свою очередь борирования в порошках по технологическим особенностям различают: в негерметичных контейнерах, в контейнерах с плавкими затворами, в вакууме, в защитных атмосферах, в псевдооживленных средах, насыщение из паст. Борирование в жидких средах осуществляют в расплавах (солей или оксидов) может быть электролизным или безэлектролизным (жидким) и в растворах электролитов.

Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, как с технологической точки зрения, так и экономической. Метод выбирается в зависимости от условий конкретного производства, типа обрабатываемых деталей (конфигурация, размер) и условиями эксплу-

атации. При массовом производстве несложных средних по размерам деталей рекомендуется использовать электролизное и газовое борирование, при упрочнении мелких и сложных по форме деталей целесообразно, применение жидкого или порошкового методов борирования, крупногабаритные детали, а также в случае местного упрочнения рационально использовать борирование из паст [2].

Для получения нужных и стабильных свойств детали необходимо контролировать и управлять процессом обработки. Следует заметить, что чем более все автоматизировано и минимизировано ручной труд в процессе, тем более стабильные свойства. Результаты борирования зависят во многом от типа и условий насыщающей среды. После борирования изменяются не только свойства поверхностных слоев упрочненных деталей, но и их свойства в целом. На прочность борированных деталей влияют метод и режим насыщения, соотношения толщины борированного слоя и толщины всей детали, размеры и форм деталей и т. п.

Повышение содержания в стали углерода снижает твердость FeB и практически не влияет на твердость Fe₂B. Вносят свое влияние на твердость боридного слоя и легирующие элементы но особых закономерностей нет.

Однофазное борирование (толщина слоя до 150 мкм) на 20...50 % увеличивает усталостную прочность конструкционных сталей, а двухфазное — уменьшает. Основным преимуществом борированных деталей является их высокая износостойкость в различных условиях эксплуатации (трении скольжения, абразивном и гидроабразивном изнашивании). На износостойкость борированных деталей в условиях значительных нагрузок заметное влияние оказывает структура и твердость переходной зоны. В этом случае закалка и отпуск борированных деталей благотворно влияют на их износостойкость. Стойкость детали после борирования увеличивается в 2.10 раз [2].

Главным недостатком борирования является хрупкость полученного слоя. Наиболее хрупкая фаза FeB, по этому стараются преимущественно получить формирование Fe₂B. В различных источниках отмечается, что этому способствует понижение температуры

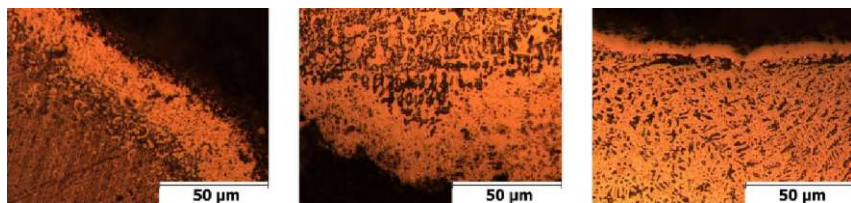
*ПОДСЕКЦИЯ 2.1. СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
И ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ*

диффузионного насыщения, корректировка состава ванн, использование твердого борирования в атмосфере водорода. Так же снижения хрупкости добиваются нахождением оптимальной толщины диффузионного слоя для определенного химического состава. В свою очередь толщина слоя зависит в основном от температуры и продолжительности технологического процесса.

Отдельно стоит отметить особенности диффузионного легирования (ДЛ) микрообъектов [3]. Основным классификационным признаком является степень легированности полученного порошка. Эффективным является более широкое использование дисперсных металлоотходов в качестве сырья для ДЛ-процессов [3]. Традиционно при борировании стараются получать максимальные толщины диффузионных слоев (150.300 мкм). Однако, получение максимальной толщины диффузионного слоя при борировании не всегда является целесообразным. В отдельных случаях на обрабатываемой детали достаточно наличие диффузионного слоя небольшой толщины (до 10.40 мкм). А наличие диффузионного слоя большей толщины лишь снизит эксплуатационные свойства обрабатываемого материала.

Целью данной работы являлось исследование кинетики роста диффузионных слоев на углеродистых сплавах при низкотемпературном однофазном борировании в порошковых средах.

Проводилось однофазное борирование в порошковых средах, разработанных сотрудниками НИЛ упрочнения стальных изделий Белорусского национального технического университета [4] стальной, чугуновой и из нержавеющей сплава колотой дробью фракцией 315.630 мкм (Рис. 1). Температура обработки составляла 750 °С, время выдержки - 4 часа. Толщина полученных диффузионных слоев составляет 5.30 мкм, микротвердость существенно зависит от степени легированности насыщаемого материала и находится в диапазоне 8.15 ГПа. Микротвердость основы после диффузионного легирования составляет порядка 4.6 ГПа.



а) дробь колотая
стальная

б) дробь колотая
чугунная

в) дробь из нержавеющей
сплава

Рисунок 1 - Однофазное борирование
микрообъектов, 750°С, 4 часа

Полученный однофазный диффузионный поверхностный слой имеет микротвердость в 1,5-2,5 раза выше микротвердости основы, что придает значительно лучшую износостойкость. Таким образом, низкотемпературное борирование в порошковых насыщающих средах позволяет регулировать температурно-временными параметрами насыщения и достаточно точно формировать диффузионные слои заданной толщины на обрабатываемых материалах. Для повышения толщины диффузионного слоя на обрабатываемом материале достаточно повышать температуру процесса, а для снижения толщины образовавшегося диффузионного слоя стоит сократить продолжительность процесса, либо снизить температуру насыщения.

Список литературы

1. Лабунец В.Ф. Износостойкие боридные покрытия / В.Ф. Лабунец, Л.Г. Ворошнин, М.В. Киндрачук. - К.: Техника, 1989. - 158 с.
2. Ляхович Л.С., Ворошнин Л.Г., Панич Г.Г. Борирование сталей в расплавленных средах // МиТОМ, 1969.
3. Ворошнин Л.Г. Состояние и перспективы диффузионного легирования микрообъектов / Л.Г. Ворошнин, Ф.И. Пантелеенко, В.М. Константинов // Перспективы развития поверхностного и объемного упрочнения сплавов: сборник научных трудов, посвященный 40-летию кафедры «Материаловедение в машиностроении» / под ред. Ворошникова Л.Г.; БНТУ. - Минск, 2004. -

*ПОДСЕКЦИЯ 2.1. СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
И ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ*

C. 106-114.

4. Термодиффузионная поверхностная обработка [Электронный ресурс] / Борирование - режим доступа: <http://www.besto.by/vidy-obrabortok/borirovanie> - Дата доступа 10.05.2017.

**INVESTIGATION OF METALLIC POWDERS
WITH IRON BASIS SUBJECTED
TO BORIDING PROCESSES**

Astrashab E., Scsherbakou V.

Supervisor: V. Scsherbakou

(Belarusian National Technical University, Minsk)

The article reveals the investigation concerning the kinetics of the diffusion layers formation on metal powders subjected to bonding treatment in powder saturating mixtures. It was established that diffusion saturation layer must be carried out at temperatures of 700...750 °C to obtain a diffusion layer of 5 . 3 0 ^m.