

Получение заданной толщины диффузионных слоев при однофазном борировании металлических порошков

Студент гр. 10405513 Астрашаб Е. В.
Научный руководитель – Щербаков В. Г.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск.

Борирование – процесс ХТО, при котором происходит диффузионное насыщение поверхностного слоя детали бором. При борировании (одно- и двухфазном) на поверхности образуется слой Fe_2B либо Fe_2B 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 эксплуатации. 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 минимизирован 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 Fe_2B . 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 , поэтому стараются преимущественно получить формирование

Fe₂B. В различных источниках отмечается, что этому способствует понижение температуры 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 30–50 мкм). А наличие диффузионного слоя большей толщины лишь снизит эксплуатационные свойства обрабатываемого материала. Таким образом, следует расширять исследования, связанные с формированием диффузионных слоев определенной толщины, что требует дополнительных теоретических и экспериментальных работ в данной области.

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 (рисунок 1). Температура обработки составляла 750 °С, время выдержки – 4 часа. Толщина полученных диффузионных слоев составляет 30–5 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.

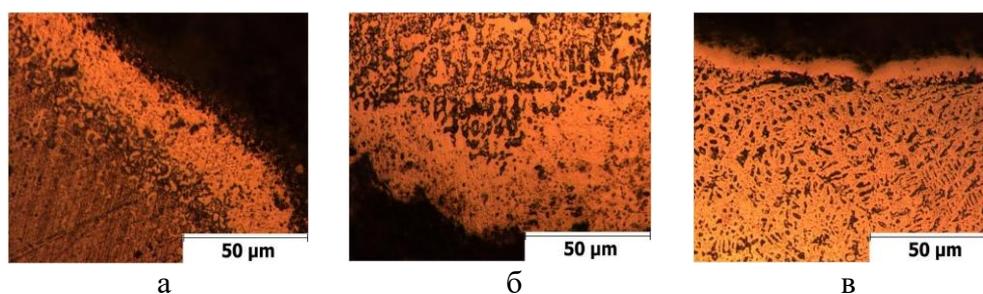


Рисунок 1 – Однофазное борирование дроби:
а – колотая стальная; б – колотая чугуновая; в – из нержавеющей сплава

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 использованных источников

1. Лабунец, В. Ф. Износостойкие боридные покрытия / В. Ф. Лабунец, Л. Г. Ворошнин, М. В. Киндрачук. – К.: Тэхника, 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. Ворошнина Л. Г.; БНТУ. – Минск, 2004. – С. 106 – 114.
4. Термомодиффузионная поверхностная обработка [Электронный ресурс] / Борирование. – Режим доступа: <http://www.besto.by/vidy-obrabotok/borirovanie>. – Дата доступа: 23.03.2017.

УДК 621.745.669.13

Актуальность радиационного материаловедения

Студент гр.10401116 Веремеюк С. Р.
Научный руководитель – Вейник В. А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Радиационное материаловедение описывает взаимодействие излучения радиоактивных материалов с веществом, значит, это широкий предмет для изучения, охватывающий многие формы облучения вещества. Некоторые из наиболее существенных эффектов облучения материалов происходят в ядрах ядерных реакторов, где атомы, составляющие структурные компоненты, смещаются. Последствия радиации для компонентов активной зоны включают изменение формы и объема, уменьшение твердости, резкое снижение пластичности и увеличение хрупкости, а также изменение восприимчивости к вызванному окружающей средой растрескиванию. Чтобы структуры материалов выполняли свою цель, необходимо четкое понимание влияния излучения на материалы, чтобы учесть эффекты облучения при проектировании, смягчить его влияние, изменив условия эксплуатации, или служить руководством для создания новых, более радиационно-терпимых материалов, которые могут лучше соответствовать их назначению.

Привлекательность ядерной энергетики для сегодняшнего дня и для завтра обусловлена огромными улучшениями, которые были достигнуты в процессе эксплуатации реакторов и в нашем понимании того, как эти инженерные системы деградируют и терпят неудачу. Но привлекательность ядерной энергетики также обусловлена новыми концепциями для передовых реакторов, которые предлагают повышение безопасности и надежности, энергоэффективность, экономическую рентабельность. Ядерная энергетика обещает производить водород в чистом и дешевом процессе, который обеспечит будущую водородную экономику. Все эти улучшения приносят прибыль. Новая концепция, которая дает лучшую производительность из этого источника энергии, также включает более агрессивные среды, более высокие температуры и более высокие уровни облучения. И мешает это достичь поведение материалов, оно препятствует преодолению разрыва между концепцией и реальностью. Важнейшую роль в среде радиации, созданной в активной зоне реактора, играют радиационные материалы. Это первостепенный элемент в будущем ядерной энергии в мире. Именно с этой точки зрения сформулирован этот текст: чтобы обеспечить обоснованное, фундаментальное понимание радиационных эффектов в конструкционных материалах. Конструкционные материалы в реакторных системах яв-