

Б.С.Кухарев, канд.техн.наук,
С.А.Тамело, аспирант (БПИ)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОРОШКОВОГО БОРИРОВАНИЯ

В последние годы наметилась тенденция широкого использования порошковых сред для осуществления процесса борирования. Это связано с такими достоинствами порошкового метода насыщения, как минимальная степень повреждений и деформаций упрочненных деталей, простота осуществления и малоотходность технологии упрочнения.

Общим недостатком всех порошковых смесей является их низкая насыщающая способность по сравнению с остальными методами борирования. Повышения активности смеси можно добиться увеличением температуры насыщения, что приводит и к ухудшению физико-механических свойств сердцевины, и к снижению свойств самого боридного слоя. Многие исследования отмечают необходимость снижения интервала температур борирования до 800–900°C [1]. Для получения слоя достаточной толщины в данном интервале температур необходимо интенсифицировать процесс порошкового борирования.

Целью настоящей работы явилась интенсификация процесса борирования из порошковых алюмотермических смесей введением новых активаторов и разработка технологичных смесей для насыщения.

На основании результатов проведенных исследований установлено, что введение в порошковую насыщающую среду для борирования окислов металлов, восстанавливаемых при температуре процесса, приводит к увеличению толщины боридного слоя. Наиболее эффективной добавкой оказался молибденовый ангидрид.

В литературе имеются данные по интенсификации процесса порошкового боротитанирования серой [2]. Интенсифицирующее действие серы можно объяснить резким увеличением количества активной газовой фазы в реакционном объеме за счет образования сульфидов бора и фторидов серы. Введение серы в смесь, содержащую молибденовый ангидрид, дает дополнительный эффект увеличения толщины слоя, видимо, за счет реакций фторирования окисла фтористой серой.

Все боридные слои, полученные из исследуемых сред двухфазные ($FeB + Fe_2B$), но если после насыщения в первой

смеси содержание высокобористой фазы составило 30%, то в остальных двух смесях ее содержание составляет 60%.

Разработанные смеси имеют высокую технологичность – после насыщения смесь не спекается, не налипает на поверхность изделия. Детали после насыщения имеют серебристый цвет.

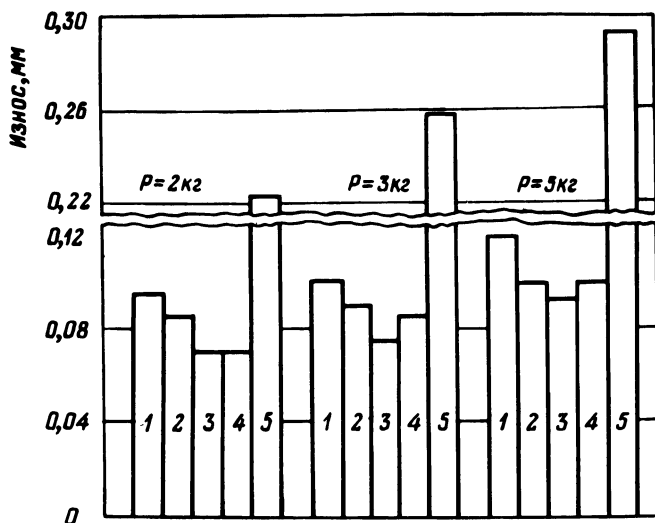


Рис. 1. Сравнительная износостойкость боридных слоев на стали У8 $t_{\text{ХТО}} = 900^{\circ}\text{C}$; $\tau_{\text{ХТО}} = 4$ ч; $\tau_{\text{исп}} = 0,5$ ч:
 1 – $60\text{Al}_2\text{O}_3 + 18\text{Al} + 22\text{B}_2\text{O}_3 + 1\text{LiF}$; 2 – $58,8\text{Al}_2\text{O}_3 + 17,6\text{Al} + 21,6\text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{MoO}_3 + 1\text{LiF}$; 3 – $58,8\text{Al}_2\text{O}_3 + 17,6\text{Al} + 21,6\text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{MoO}_3 + 1\text{S} + 1\text{LiF}$; 4 – $100\text{B}_4\text{C} + 1\text{LiF}$; 5 – закалка + низкий отпуск HRC61.

Микрорентгеноструктурным анализом на установке JXA-5A установлено наличие серы в слое, причем основными местами ее скопления являются границы раздела $\text{FeB}/\text{Fe}_2\text{B}$ и сердцевина Fe_2B . Наличие серы в слое приводит к снижению микротвердости боридов, в особенности высокобористого с 17100 до 12600 Н/мм^2 . Такое снижение твердости позволяет получать боридные покрытия без сколов и трещин. Кроме того, соединения серы в боридном слое, выполняя роль твердой смазки, способствуют повышению износостойкости борированных деталей, улучшению их прирабатываемости. Дополнительный вклад в повышение износостойкости должно внести также увеличение толщины слоя и количества в нем фазы FeB .

Испытания на износ проводились на машине типа Шкоды-Савина. Износ оценивали по величине лунки, вытертой в образце

контртелом из твердого сплава ВК-2 при скорости скольжения 2,09 м/с.

Образцы, насыщенные из смесей 2 и 3, превосходят по износостойкости образцы, насыщенные в обычной алюмотермической смеси 1 (рис. 1). Слой, полученный в смеси, содержащей серу 3, по своей износостойкости не уступает слою, полученному из смеси с карбидом бора 4, а по мере ужесточения условий испытания превосходит его. Кроме того, выкрашивание слоя в месте контакта образца с контртелом, часто наблюдавшееся при испытании образцов, насыщенных в традиционных смесях, на образцах, насыщенных в разработанных смесях, отсутствовало.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность интенсификации получения боридных покрытий в порошковых средах введением в смесь окислов и серы. Скорость насыщения при этом близка к скорости насыщения при жидкостном борировании.

Разработанные составы при их высокой технологичности позволяют получать качественные диффузионные слои, имеющие износостойкость на уровне и выше износостойкости слоев, получаемых из смеси с карбидом бора.

Л и т е р а т у р а

1. Об учете текстуры диффузионных покрытий при выборе температуры борирования / Л.С.Ляхович, Л.Н.Косачевский, А.Я.Кулик и др. - В сб.: Защитные покрытия на металлах. Киев: Наукова думка, 1973, вып. 7. с. 80-83. 2. А. с. 831859 (СССР). Состав для боротитанирования углеродистых сталей / Б.С.Кухарев, Г.В.Стасевич, С.Н.Левитан и др. - Опубл. в Б. И., 1981. № 19.

УДК 539.219.3

Л.С.Ляхович, докт. техн. наук,
В.А.Вейник, аспирант (БПИ),
И.Н.Бурнышев, мл.науч.сотр. (БПИ)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТРЕТЬЕГО РОДА

В реальных процессах химико-термической обработки результаты насыщения будут зависеть как от скорости поверхностных реакций на границе металл - среда (внешние факторы), так и от диффузионных процессов непосредственно в металле (внутренние