

Графитизация протекает более интенсивно с повышением температуры и увеличением времени процесса при безэлектролизном борировании, а при электролизном борировании и повышении плотности тока электролиза. Чрезмерное укрупнение и сфероидизация графита в борированном слое чугуна приводит к его скалыванию, а для высокопрочного чугуна – полному отслаиванию слоя в процессе охлаждения образцов на воздухе.

УДК 621.785.5

Б.С. КУХАРЕВ, канд.техн.наук,
Л.Г. ВОРОШНИН, д-р техн.наук,
С.Е. ВАЩЕВ (БПИ)

ОДНОФАЗНОЕ БОРИРОВАНИЕ СТАЛЕЙ В ПОРОШКОВЫХ СРЕДАХ

Борирование сталей проводят с целью повышения их поверхностной твердости, износостойкости и коррозионной стойкости в агрессивных средах. Во многих работах отмечают определенные преимущества однофазных боридных покрытий по сравнению с двухфазными. Имея несколько меньшую толщину и микротвердость диффузионного слоя, эти покрытия менее склонны к хрупкому разрушению, к образованию дефектов в процессе последующей термообработки, характеризуются повышенной коррозионной стойкостью в различных агрессивных средах [1].

Процесс однофазного борирования металлов и сплавов в расплаве боратов с карбидом кремния был разработан на кафедре "Металловедение и термическая обработка металлов" Белорусского политехнического института, а позднее в Японии и Италии. Ему присущи следующие основные недостатки: повышенная вязкость расплава, что приводит к заметным потерям его при выгрузке обработанных деталей; необходимость очистки борированных изделий от остатков расплава; расслоение расплава и, как следствие, неравномерность толщины слоя в случае обработки длиномерных изделий. В настоящее время все большее промышленное применение получает процесс борирования в порошковых средах. Однако применение известных порошковых сред для однофазного борирования ограничено ввиду чувствительности процесса к его температурно-временным параметрам. Так, повышение температуры или увеличение длительности термообработки (свыше 1000 °С, 1 ч [2], при 950 °С, 4 ч [3]) приводит к формированию высокобористой фазы в боридном слое.

Целью настоящей работы являлась разработка насыщающих сред для однофазного борирования углеродистых и низколегированных сталей.

Нами предложен ряд составов, обработка в которых позволяет получать однофазные боридные слои на сталях в интервале температур 800–1100 °С при неограниченной длительности процесса. Кинетические особенности формирования однофазных боридных слоев аналогичны кинетике роста двухфазных боридных слоев. Отличительной чертой разработанных сред является высокая технологичность и доступность используемых для их изготовления компонентов. Кратность использования с периодической регенерацией насыщающей смеси достигает 10 раз. Операция регенерации заключается во введении (после

двукратного использования смеси) 2 % порошка алюминия. Следует подчеркнуть, что после проведения борирования не требуется никаких дополнительных операций по очистке борированных деталей. Диффузионный слой формируется плотным, равномерным по толщине, поверхность остается чистой, светло-серого цвета.

Рентгеноструктурное исследование слоев производили на дифрактометре ДРОН-1 в хромовом излучении. Результаты исследования фазового состава боридных слоев, полученных при насыщении из разработанных смесей, показали, что даже при неприемлемых для известных порошковых составов однофазного борирования условиях насыщения (1050 °С, 6 ч) на армо-железе и на углеродистых сталях боридный слой состоит только из одного борида Fe₂B. Наблюдаемая текстура боридных покрытий становится более совершенной с понижением температуры обработки.

Микрохрупкость боридных слоев оценивали по среднему баллу хрупкости. Исследования проводили на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 0,490 Н, число отпечатков n = 30, время выдержки при нагружении образца – 15 с. Средний бал хрупкости двухфазного покрытия – 2,35, однофазного – 1,20. Снижение хрупкости боридных слоев позволяет увеличить эксплуатационную стойкость борированной инструментальной и технологической оснастки и расширяет возможные области применения процесса борирования.

Проведены сравнительные испытания по коррозионной стойкости одно- и двухфазных слоев на углеродистых сталях в 1н растворе серной кислоты. Коррозионную стойкость оценивали по электрохимическим характеристикам: критическому току насыщения ($i_{кр}$) и току коррозии в пассивном состоянии ($i_{п}$). Двухфазное покрытие: $i_{кр} = 6,4 \cdot 10^{-2}$ А/см²; $i_{п} = 1 \cdot 10^{-3}$ А/см², однофазное покрытие: $i_{кр} = 6,2 \cdot 10^{-2}$ А/см²; $i_{п} = 3 \cdot 10^{-4}$ А/см². Установлено, что при одинаковых толщинах слоя сталь с однофазным боридным слоем в 1н растворе серной кислоты имеет большую стойкость, чем с двухфазным слоем.

Т а б л и ц а 1. Влияние состава среды и условий насыщения на толщины однофазного боридного слоя сталей

Состав насыщающей среды, % по массе	Режим борирования		Толщина слоя на стали, мкм				
	t, °С	τ, ч	20	45	У8	ШХ-15	ХВГ
Известный:							
SiC – 30 %	850	6	–	–	–	–	–
Na ₂ B ₄ O ₇ – 70 %	900	4	–	–	60	65	–
Разработанный [4]	950	4	105	105	75	65	20
V ₂ O ₃ – 15 %	850	6	100	90	70	70	60
Al – 11 %							
ПХ20Н80 – 28 %	900	4	120	105	85	85	75
Al ₂ O ₃ – 43 %							
	950	4	160	130	110	110	90
KBF ₄ – 3 %							

Разработана и передана на ряд предприятий технологическая инструкция на процесс однофазного борирования. Рекомендуемые режимы обработки и сравнительные данные по насыщающей способности известного расплава и нового порошкового состава приведены в табл. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. В о р о ш н и н Л.Г., Л я х о в и ч Л.С. Борирование стали. – М.: Металлургия, 1978. – 240 с. 2. А н д р ю ш е ч к и н В.И., Г у ш и н а Л.К., Б р и о И.А. Механические свойства борированных и алитированных сталей при кручении. – Изв. вузов. Черная металлургия, 1982, 5, с. 117–121. 3. А с а д у л а Ш а р и ф. Исследование закономерностей формирования и свойств однофазных боридных слоев: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. – Минск, 1980. – 22 с. 4. Состав для диффузионного борирования/Б.С. Кухарев, С.Е. Васьев, Г.В. Стасевич, Г.В. Борисенок. – Решение о выдаче авторского свидетельства по заявке № 3435406 от 2.11.82 с приоритетом от 12.05.82.

УДК 621.785.5

Н.Г. КУХАРЕВА, канд.техн.наук,
В.В. КАЗАК, Е.О. СКАЧКОВА (БПИ)

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ДИФфуЗИОННОГО ЦИНКОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ*

Проблема улучшения эксплуатационных характеристик изделий из алюминия и его сплавов может быть частично решена путем нанесения на них защитных покрытий, полученных термодиффузионным способом.

В связи с тем, что в отечественной и зарубежной практике отсутствуют сведения о промышленной технологии диффузионного цинкования алюминиевых сплавов, нами разработаны конкретные рекомендации по применению этого процесса в промышленных условиях.

В результате проведенных исследований была предложена следующая технологическая схема обработки изделий из алюминия и его сплавов.

1. Предварительный отжиг насыщающей смеси при температуре 700 °С в течение 2 ч. Нагрев до температуры отжига (700 °С) проводится ступенчато со скоростью 3 °С/мин: выдержка при 500 °С равна 2 ч; при 600 °С – 1 ч и при 700 °С – 2 ч.

2. Диффузионное цинкование алюминиевых изделий из отожженной смеси при температуре 500 °С в течение 4 ч. Состав смеси (мас. %): 49 % Al₂O₃ + 20 % Zn + 30 % Al + 0,5 % NH₄Cl + 0,5 % MgO.

В настоящей работе также представлены результаты производственных испытаний изделий из алюминия и его сплавов, подвергнутых диффузионному цинкованию.

Испытания проводились на Молодечненском заводе силовых полупроводниковых вентилях и других предприятиях. Целью проведенных испытаний являлось исследование влияния химико-термической обработки на электрические характеристики и поверхностную твердость деталей, работающих в сложных условиях эксплуатации.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн.наук Л.С. Ляховича