

ЖИДКОСТНОЕ БОРИРОВАНИЕ

РОССИЙСКИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ РАЗРАБОТАЛИ И РЕАЛИЗОВАЛИ ТЕХНОЛОГИЮ ЖИДКОСТНОГО БОРИРОВАНИЯ, КОТОРАЯ УЖЕ ПРОШЛА ПРОВЕРКУ НА ДЕТАЛЯХ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Эксплуатационная стойкость узлов и агрегатов современного оборудования в основном определяется способностью сравнительно тонких поверхностных слоев их рабочих органов сопротивляться различным видам износа, коррозии, усталостного разрушения и т. д.

Это связано с тем, что поверхностные слои деталей при эксплуатации нагружены более интенсивно, чем сердцевина и соответственно, возникающие напряжения на поверхности имеют максимальные значения, приводящие к потере работоспособности и поверхностного слоя, и всей детали.

Химико-термическая обработка (ХТО) в сочетании с последующей (или предыдущей) термической обработкой во многом решает задачу преимущественного упрочнения поверхностного слоя, при этом упрочняя и сердцевину детали. В этом случае распределение прочности по сечению детали в большой степени соответствует распределению рабочих напряжений, возникающих при ее эксплуатации.

ХТО обеспечивает формирование в поверхностном слое более прочных и стабильных при эксплуатации фаз и структур. Однако ХТО не всегда может обеспечить максимальные и стабильные свойства деталей, так как их долговечность также зависит от применения рациональных конструкций, технологий изготовления и условий эксплуатации.

Максимальную долговечность различных деталей возможно получить только на основе инженерных расчетов, объединяющих в единую систему различные показатели и критерии конструкторского и технического характера. При таком подходе ХТО может рассматриваться как метод инженерии поверхности.

Быстро изнашиваемые детали машин и агрегаты при эксплуатации могут находиться в сложно напряженном состоянии под воздействием статических и динамических нагрузок, вибраций, пульсирующих тепловых потоков, коррозионных сред, механического и абразивного изнашивания. Поэтому основными задачами инженерии их поверхности методами ХТО являются:

- анализ условия эксплуатации с выдачей количественных критериев к конструкции, материалу и характеристикам упрочненного слоя;
- разработка системы показателей (конструкторских и технологических) для оценки качества готовых изделий, в том числе зависимости свойств деталей от структурного состояния в различных зонах и прежде всего на поверхности и в поверхностных слоях.

Известно, что получаемые ХТО упрочненные слои состоят из нескольких зон, каждая из которых отвечает за определенное свойство. Поэтому инженерия поверхности методами ХТО включает в себя способность конструировать многозонную, по существу композиционную структуру упрочненного слоя с возможностью управления толщиной и в идеале твердостью этих зон.

Универсальных технологий упрочнения, к сожалению, не существуют. Известные и широко применяемые технологии поверхностного упрочнения, такие как азотирование, цементация хорошо зарекомендовали себя в условиях износа металл по металлу при больших контактных нагрузках, но мало пригодны для абразивно-эрозионного изнашивания. Как правило, повышение абразивной изно-

стойкости деталей решается с помощью твердосплавных наплавов либо напылением металлокерамики. Недостатками этих методов является их сложность и дороговизна.

Одним из немногих относительных простых способов повышения абразивной износостойкости является борирование. Ограниченное применение борирования в порошках и пастах обусловлено высокой трудоемкостью и дороговизной процессов и трудностью формирования определенной структуры и фазового состава упрочненного слоя и свойств сердцевины. Наиболее перспективным для освоения является процесс жидкостного безэлектролизного борирования, который позволяет в широких пределах конструировать одно- или многофазную структуру поверхностного слоя и придавать заданные свойства сердцевине (от отожженного до закаленного состояния).

Компания «Термохим» выводит на рынок технологию и оборудование для жидкостного борирования стальных и чугунных деталей, которая включает в себя высокотехнологичную рабочую среду Rubor 1 с повышенной жидкотекучестью и активатор Rubor Active для восстановления активности расплава.

В результате обработки в расплаве Rubor 1 на поверхности как стальных, так и чугунных деталей формируются типичные двухфазные боридные слои (рис. 1). Толщиной до 0,2 мм и твердостью до 2200 HV_{0,1} (рис. 2).

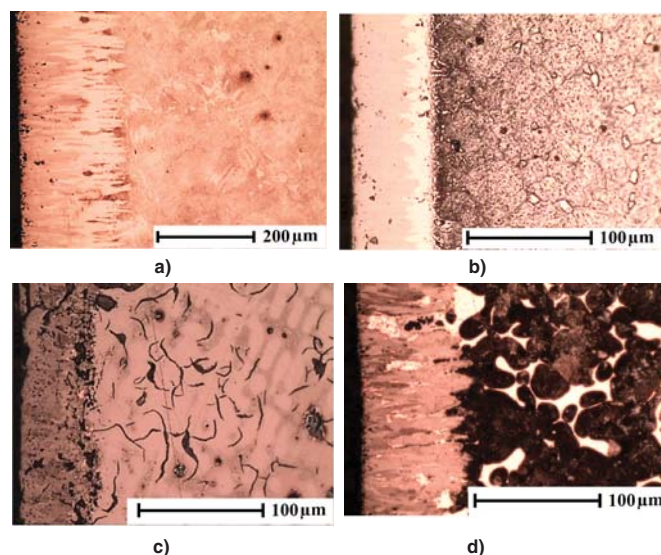


Рис. 1. Структура боридных слоев после обработки в расплаве Rubor 1 при 950°С в течение 4 часов: а) сталь 40Х, б) 14Х17 Н2, в) чугун ЧН15 Д, д) порошковый материал ПК90 D25.

Поверхностная зона отвечает бориду FeB (1800...2200 HV_{0,1}), под которым располагается зона боридов Fe₂B (1500...1800 HV_{0,1}).

Возможности технологии жидкостного борирования таковы, что, меняя активность ванны, можно получать как двухфазные, так и однофазные слои (рис. 3).

Во многих случаях это может быть актуальным с точки зрения получения менее хрупких слоев с повышенными коррозионными свойствами, так как известно, что диффузионные слои, состоящие преимущественно из боридов Fe₂B являются более стойкими во многих средах, чем двухфазные слои, состоящие из боридов Fe₂B и FeB [2].

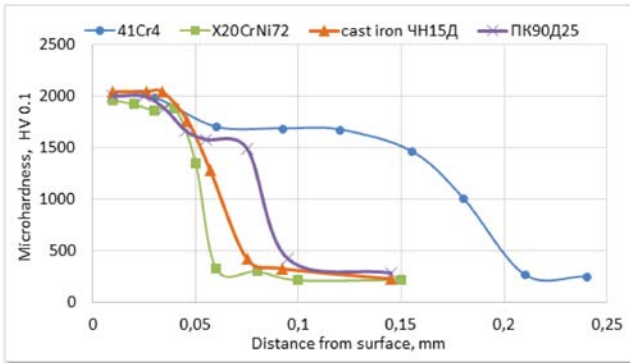


Рис. 2. Микротвердость боридных слоев после борирования в расплаве Rubor 1 при 950°С в течение 4 часов.

К преимуществам следует отнести и то, что промывка деталей после борирования в расплаве Rubor 1 проводится в горячей воде методом окунания в промывочный бак с барбатером. Остатки соли легко растворяются в воде, при этом не выявляются изменения шероховатости поверхности и какие-либо дефекты: язвы, трещины, сколы и другие.

Следует отметить, что технология жидкостного борирования позволяет легко проводить последующие операции закалки для придания окончательных свойств сердцевине (рис. 4).

Широкое применение технологии борирования для упрочнения деталей сдерживается ввиду малого количества информации по свойствам и примерам возможного применения.

Например, весьма актуальным является вопрос значительного увеличения ресурса центробежных насосов для добычи нефти. При существующей в России гарантии производителей насосов в 1 год одни только затраты на подъем и спуск при ремонте доходят до 10000 €.

Удвоение ресурса работы таких насосов позволило бы сэкономить нефтедобывающей отрасли более 1 млрд евро

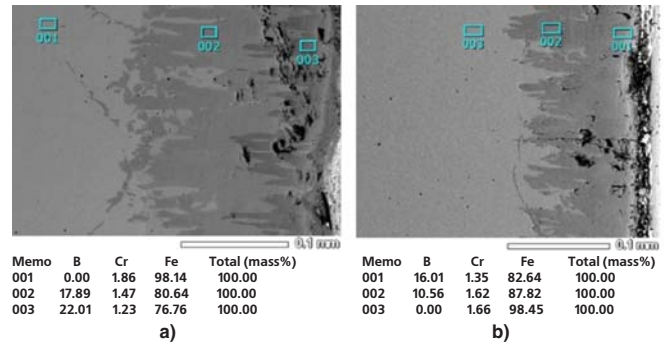


Рис. 3. Микроструктура и послойный химический состав стали 25X2M1Ф после жидкостного борирования при 950°С в течение 3 часов в расплаве Rubor 1 (а) и в расплаве, обедненном по бору (б).



Рис. 4. Технологическая схема жидкостного борирования с последующей термообработкой: закалка (1), закалка с изотермической выдержкой (2), охлаждение на воздухе (3).

в год только за счет снижения издержек на подъем и спуск насоса для ремонта.

Стойкость насосов определяется способностью их ступеней сопротивляться коррозионно-абразивному изнашиванию. Сравнительные испытания различных видов диффузионных покрытий со штатной технологией, включающей изотермическую закалку, показывают 4-кратное повышение износостойкости при трении металл по металлу в присутствии абразива как для пар трения, изготовленных из чугуна, так и из порошкового материала (рис. 5).

ТЕРМОХИМ

Услуги

- Карбонитрация
- Цементация
- Борирование
- Хромонитридизация
- Термообработка в защитных атмосферах и расплавах солей

Оборудование

- Разработка
- Изготовление
- Поставка
- Пуско-наладка
- Сервисное обслуживание

Расходные материалы

- Соли для термической и химико-термической обработки

Москва, Остاپовский проезд, д. 13
 Тел.: +7(495)981-14-92, +7(495)676-79-37, +7(495)675-78-21
 e-mail: info@termohim.com, termohim@bk.ru
 www.termohim.com

APOLLO ITALY

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ДЫРОПРИБИВНЫЕ СТАНКИ ДЛЯ ТРУБ

- АССОРТИМЕНТ ИЗ 12 МОДЕЛЕЙ, ИМЕЮЩИХ ОТ 1 ДО 4 ДЫРОПРИБИВНЫХ ГОЛОВЕК
- БЛАГОДАРИ НАШИМ СТАНКАМ САМЫЕ СЛОЖНЫЕ ОТВЕРСТИЯ СТАНОВЯТСЯ ПРОСТЫМИ И ТОЧНЫМИ
- ПОСЛЕДНЯЯ ВЕРСИЯ СТАНКА TWIN ПОЗВОЛЯЕТ ВЫПОЛНЯТЬ 2 ОТВЕРСТИЯ В СЕКУНДУ

ИЩЕМ ДИЛЕРОВ ВО ВСЕХ СТРАНАХ МИРА

WWW.APOLLOSRL.COM

ПРИ ПОКУПКЕ КАЖДОГО ДЫРОПРИБИВНОГО СТАНКА БЕСПЛАТНЫЙ ИНСТРУМЕНТ. СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ, НЕ ТЕРЯЯ ВРЕМЕНИ!
 Э/ПОЧТА: info@apollosrl.com Тел. +39-0536-851616

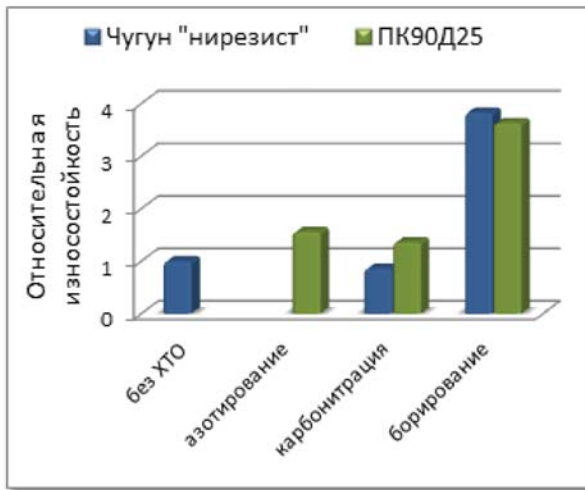


Рис. 5. Износостойкость порошкового материала ПК90 D25 и чугуна «Нирезист» после испытаний в растворе 30% СОЖ + 70% воды с введением 10 г/л Al_2O_3 (имитатор абразива).

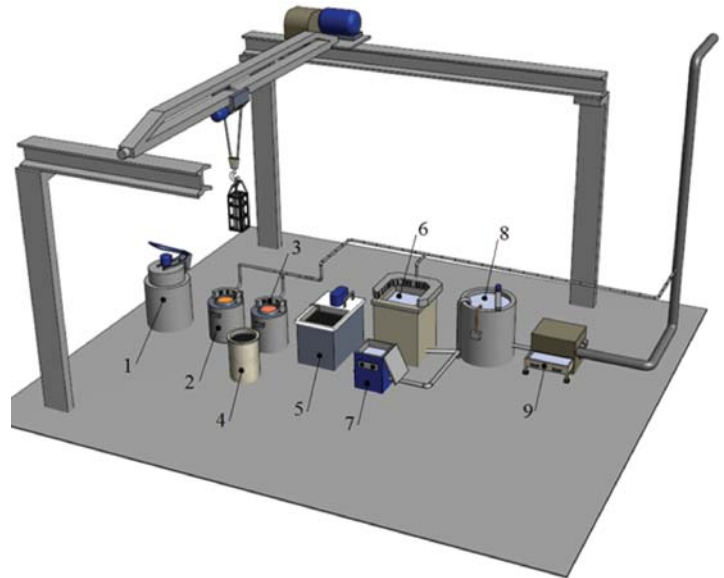


Рис. 8. Технологическая линия жидкого борирования: 1 — печь подогрева, 2 — печь — ванна борирования, 3 — печь — ванна подстуживания, 4 — емкость с закалочной жидкостью, 5 — печь — ванна изотермической выдержки, 6 — ультразвуковая мойка, 7 — бак ополаскивания, 8 — накопитель промстоков, 9 — испаритель промстоков.

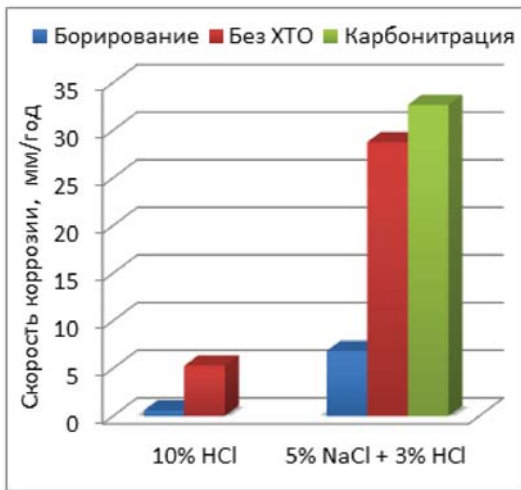


Рис. 6. Коррозионная стойкость чугуна «Нирезист» в различных средах при $t = 50^\circ C$, 4 часа.

Коррозионная стойкость борированного слоя в специальных средах, имитирующих пластовую жидкость (водный раствор 5% NaCl+3% HCl) и жидкость для промывки насосов (водный 10% раствор HCl) — повышается в 4 и 10 раз соответственно (рис. 6).

Технология жидкого борирования прошла успешную проверку на целом ряде деталей в различных отраслях промышленности (рис. 7).

Для реализации технологии жидкого борирования с последующей закалкой спроектирован комплекс оборудования с модульной компоновкой (рис. 8).

Отличительной особенностью данного оборудования является отсутствие жидких отходов и возможность проведения всего цикла химико-термической обработки поверхности и термической обработки деталей для придания окончательных свойств сердцевине.

Сочетание эксплуатационных свойств деталей после борирования открывает принципиально новые возможности применения этой химико-термической обработки для целого ряда деталей, работающих в условиях коррозионно-абразивного изнашивания, что недостижимо другими методами упрочнения.

Реализация на основе инженерии поверхности потенциальных возможностей технологии жидкого борирования позволяет решать ряд научно-технических проблем, в том числе повышения и стабилизации почти на предельном уровне эксплуатационных характеристик деталей машин и агрегатов в целом, особенно работающих в условиях одного из самых тяжелых видов износа — коррозионно-абразивного изнашивания.



Рис. 7. Примеры применения технологии жидкого борирования: втулки ступеней ЭЦН, лемеха плугов, экструзионные матрицы, направляющие аппараты центробежных насосов, запорно-регулирующая арматура, шнеки экструдеров, плунжеры насосов, сопла горелок, резьбонакатной инструмент и другие.

С. Г. Цих, В. Н. Мартынов, Н. Е. Шкляр
e-mail: info@termohim.com