

Таким образом, получены новые уравнения регрессии зависимости хрупкости компактных двухфазных боридных слоев на сталях У8А и 9ХС от температуры насыщения и времени выдержки при борировании в порошковой среде, что позволило определить параметры проведения процесса борирования, обеспечивающие получение наименее хрупких (более работоспособных) боридных слоев по показателю напряжения скола на межфазной границе FeV/Fe₂V на уровне 120...140 МПа.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Konstantinov, V.M. Surface engineering of slider valves of fluid power motors made of tool steels by using boriding saturation mixture / V.M. Konstantinov, V.G. Dashkevich, A.V. Kovalchuk // Agricultural Engineering. – 2015. – Vol. 47. – P. 1–6.
2. Григоров, П.К. Методика определения хрупкости борированного слоя / П.К. Григоров, Б.Б. Катханов // В кн.: Повышение надежности и долговечности деталей машин. – Ростов н/Д., 1972. – Вып. 16. – С. 97–98
3. Аладьев, В.З. Курс общей теории статистики / В.З. Аладьев, В.Н. Харитонов – United States: Fultus Books, 2006. – 255 с.
4. Константинов, В.М. Исследование однородности статистических оценок хрупкости боридных слоев на сталях У8А и 9ХС по напряжению скола на межфазной границе / В. М. Константинов, В. Г. Дашкевич, А. В. Ковальчук // *Металлургия : республиканский межведомственный сборник научных трудов.* – Минск: БНТУ, 2015. – Вып. 36. – С. 235–242.

УДК 621.785.5

УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕМ И ФАКТОР АКТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ В ПОРОШКОВЫХ СРЕДАХ

Дашкевич В.Г., Ковальчук А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Химико-термическая обработка (ХТО) используется в различных отраслях машиностроения для повышения надежности и долговечности широкого ассортимента деталей машин и инструмента, позволяет получать на поверхности изделия слой, отличающийся от сердцевины и обеспечивающий необходимый комплекс физических, химических и механических свойств.

В настоящее время накоплен огромный опыт по применению различных видов и способов ХТО [1]. Тем не менее, получение специальных диффузионных слоев с особой морфологией слоя по-прежнему является актуальной задачей. Целью настоящей работы являлся поиск предпосылок получения при химико-термической обработке структур, значительно отличающихся от традиционных. В частности для таких процессов как борирование и азотирование.

На примере борирования выделено несколько направлений термодиффузионной обработки в порошковых средах функционально способных изменить структуру диффузионного слоя и получить морфологию отличающуюся от классической:

1. Предварительная обработка поверхности перед насыщением. Это различного рода гальванические покрытия, в частности, меднение, никелирование, цинкование, имеющие, как правило, дефектность в виде открытой пористости. Так же разнообразная предварительная активация поверхности, например, механоактивация или прошивка сгустком порошковых частиц (рисунок 1). Предварительная активация поверхности материала деталей на значительные глубины перед насыщением, приводит к последующему зональному ускорению процесса диффузии легирующих элементов вглубь матричного материала и созданию таким образом своего рода композиционного покрытия с особой морфологией слоя.

2. Управление непосредственно процессом ХТО, т.е. температурно-временными параметрами обработки (в том числе реализация термоциклирования), составом насыщающей среды и активаторами, управление вязкостью плавкого затвора с целью создания соответствующего парциального давления, а также интенсификация подвода активной среды непосредственно к поверхности насыщаемого металла за счет перевода порошковой смеси в псевдооживленное (кипящее) состояние [2].

Необходимо отметить, что рекомендуемая рецептура насыщающих сред и режимы обработки для многокомпонентного насыщения, приводимые в литературе, колеблются в широких пределах и их практическое использование без дополнительных исследований невозможно.

3. Последующая после насыщения термическая и химико-термическая обработка, которая может приводить, например к коагуляции структурных составляющих.

Необходимо отметить, что выявить значимость всех перечисленных факторов на практике очень трудно, тем более, что исходно на обработку поступают изделия разного материального исполнения. В тоже время, накопленный авторский опыт в области борирования показывает не только принципиальную возможность получения неклассических структур, но и высокую степень повторяемости экспериментов.

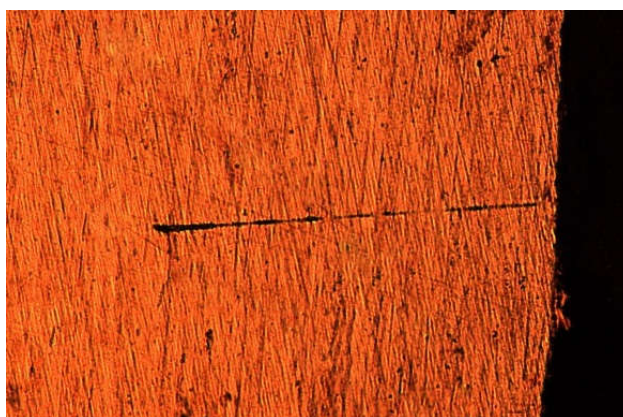


Рисунок 1 – Микроструктура стали с сформировавшейся канальной зоной от прошивки сгустком порошковых частиц (активация поверхности), $\times 800$

Что касается применимости таких слоев, то, например, получение при борировании некомпактных боридных слоев и конгломерата боридных фаз на конструкционных сталях позволяют минимизировать хрупкость слоя и получать достаточно высокие физико-механические и эксплуатационные характеристики борированной поверхности [3] (рисунок 2, а).

Еще одним характерным примером нетрадиционных боридных слоев является структура, где бориды железа при длительной выдержке проникают в твердый раствор. Происходит «погружение» боридов (рисунок 2, б), такое явление исследователи объясняют тем, что образовавшиеся на поверхности бориды неустойчивы и как следствие в диффузионном слое происходит достройка кристаллической решетки борида в глубь слоя с соответствующим смещением фазовой границы [4].

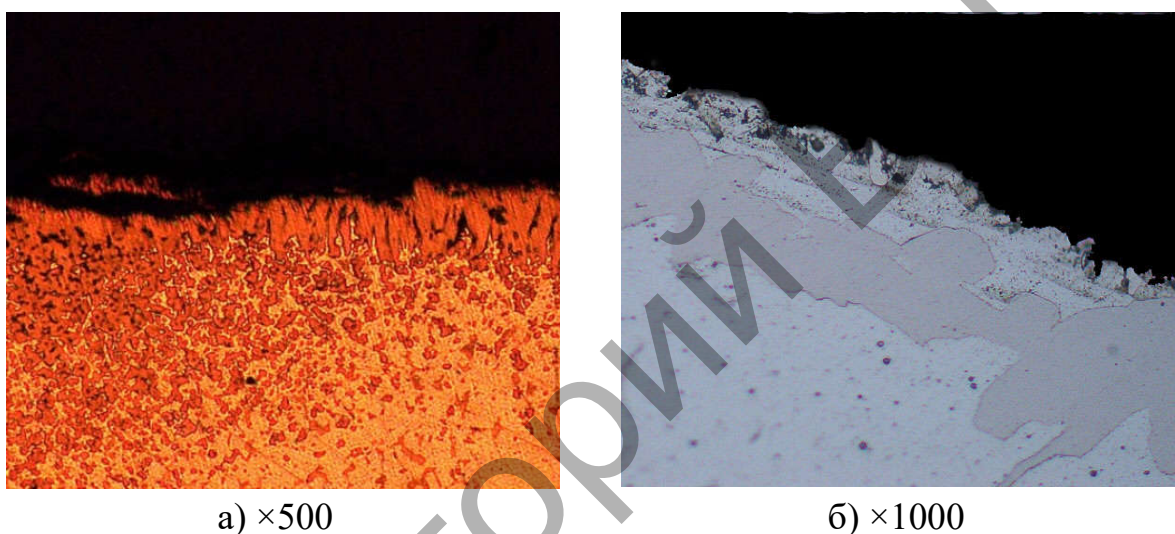


Рисунок 2 – Микроструктура нетрадиционных диффузионных боридных слоев: а) с конгломератом боридных фаз; б) с «погруженными» в твердый раствор боридами железа

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Минкевич, А.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов / А.Н. Минкевич. – М.: Машиностроение, 1965. – 491 с.
2. Дашкевич, В.Г. К вопросу повышения энергоэффективности операций химико-термической обработки в виброкипящем слое / В.Г. Дашкевич, Д.В. Гегеня // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования: материалы III Республиканской научно-технической конференции молодых ученых, Гомель, 4 – 6 ноября 2014 г. – Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2014. – 29 – 30 с.
3. Крукович, М.Г. Пластичность борированных слоев / М.Г. Крукович, Б.А. Прусаков, И.Г. Сизов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 384 с.
4. Мельник, П.И. Диффузионное насыщение железа и твердофазные превращения в сплавах / П.И. Мельник. – М.: Металлургия, 1993. – 128 с.