

Некоторые аспекты комбинированных технологий упрочнения на основе термодиффузионного борирования

Судников М.А., Дашкевич В.Г.

Белорусский национальный технический университет

Термодиффузионная обработка сталей, в различных ее вариантах, как технология поверхностного упрочнения используется широко и с большим успехом. Насыщающие среды для промышленного применения при этом, как правило, газовые, однако если речь идет о единичном и мелкосерийном производстве, то вполне пригодны порошковые, которые имеют свои преимущества. Борирование сталей достаточно хорошо изученная и эффективно применяемая термодиффузионная обработка, которая проводится часто из порошковых сред. Традиционно диффузионный слой после борирования состоит из двух фаз: на внешней поверхности изделия высокобористая фаза FeB , ниже низкобористая Fe_2B , а затем переходная зона, представленная твердым раствором бора в α -Fe [1, 2]. Кроме этого, между диффузионным слоем и основой может образовываться промежуточная прослойка цементита (бороцементита), которая образуется при оттеснении углерода в глубь изделия. Одна из главных проблем боридных слоев, сдерживающая их активное применение – повышенная хрупкость. Исследованию хрупкости боридных слоев посвящены многочисленные работы, например, работы М.Г. Круковича [3]. Традиционными путями снижения хрупкости слоя являются: дополнительное легирование слоя, получение однофазных слоев, смягчающая термическая обработка, получение боридных эвтектик и др. Наряду с ними эффективным приемом повышения работоспособности термодиффузионного боридного слоя является изменение его морфологии, получение дискретного строения с помощью предварительной обработки поверхности. В настоящей работе рассматривается вариант комбинированной обработки, заключающейся в предварительном электроискровом легировании (ЭИЛ), гальваническом осаждении (ГО) слоя и последующем термодиффузионном борировании.

При совмещении двух технологических процессов упрочнения нужно учитывать применяемые материалы и образующиеся структуры. Для рассматриваемого случая, покрытия (слои), формирующиеся при электроискровой или гальванической обработке можно разделить на две группы: 1 – покрытия, способствующие интенсификации процесса диффузии элемента, в нашем случае бора и 2 – барьерные покрытия, частично или полностью подавляющие процесс диффузии элемента вглубь изделия. Перспективным направлением сочетания рассматриваемой комбинации является второй вариант, поскольку существует возможность получения регулярных покрытий, состоящих из боридных участков, обособленных друг от друга фрагментами электроискрового или гальванического покрытия. При формировании участков боридных игл, обособленных между собой фрагментами другого покрытия полученного, например ЭИЛ, происходит частичная компенсация упругих деформаций в слое за счет соседних зон и как следствие снижение хрупкости.

Отметим, что специфика электроискровой обработки позволяет достаточно просто формировать обработку не всей поверхности, а участков, образуя, например, периодический (регулярный) профиль в виде параллельных друг другу линий. Причем шаг между участками обработки может варьироваться в широких пределах, способствуя образованию различных по морфологии структур слоя.

Второй тип покрытия подразумевает, в том числе покрытия, обеспечивающие некий период стойкости и обеспечения барьерных свойств. Безусловно, этот фактор, фактор стойкости крайне важен, поскольку позволяет управлять морфологией будущего слоя и его фазовым составом. В работе изучался характер взаимодействия и период стойкости получаемых барьерных слоев на основе меди при использовании для борирования алюмотермических смесей разработки сотрудников НИЛ упрочнения стальных изделий филиала БНТУ «НИПИ». В зависимости от технологии нанесения медного покрытия имеются отличия в периоде стойкости и

механизме его разрушения, обусловленные, в частности, особенностями химического взаимодействия смеси и покрытия (рисунок 1).

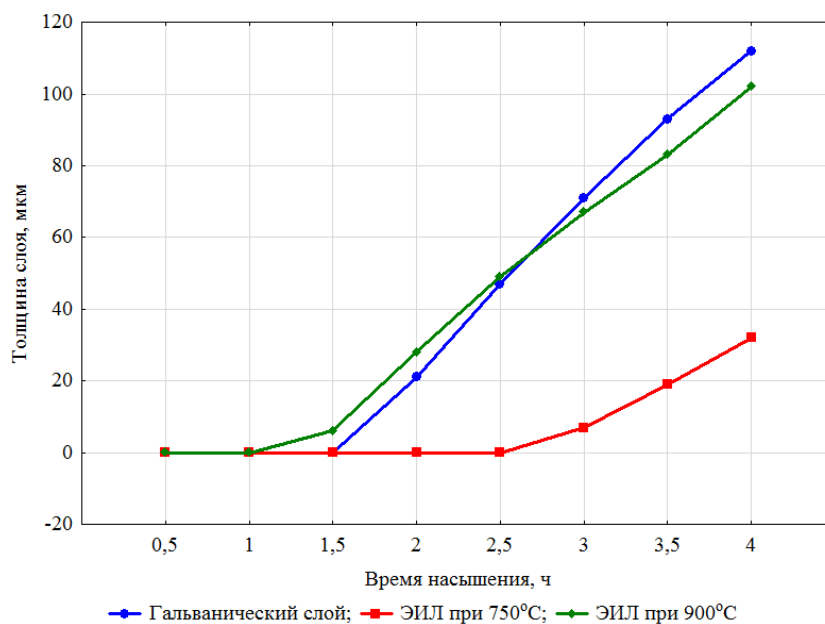


Рисунок 1 – Кинетика роста термодиффузионного боридного слоя через барьерное покрытие

При использовании медного покрытия, полученного гальваническим осаждением, его разрушение происходит с частичным его растворением в насыщающей среде и частичным переходом в глубину боридного слоя. В результате образуются обособленные включения, как в матричном материале, так и в порах боридов.

В свою очередь при получении барьера методом электроискрового легирования медным электродом, активного разрушения слоя не происходит, так как в процессе нанесения происходит перемешивание меди и матричного материала, что затрудняет перенос меди в насыщающую среду. Однако стоит отметить, что при насыщении он не может блокировать весь диффузионный поток, так как в процессе образования барьерного покрытия образуется большое количество дефектов.

Таким образом, в случае высокотемпературного борирования (900...920 °С) период стойкости для гальванической меди и медного слоя, полученного электроискровой обработкой, составляет 1...1,5 ч. При проведении низкотемпературного борирования (740...760 °С) период стойкости барьерного слоя резко увеличивается и для рассматриваемого случая, предварительно полученного электроискрового покрытия меди составляет 2,5 ч. В дальнейшем при превышении этого времени происходит разрушение барьерного слоя и начинается рост боридных игл по всей поверхности изделия.

Литература

1. Ворошнин Л.Г. Борирование стали: [Текст] / Л.Г. Ворошнин, Л.С. Ляхович. — М.: Металлургия, 1978. — 240 с.
2. Eric J. Mittemeijer. Thermochemical surface engineering of steels / Eric J. Mittemeijer, Marcel A. J. Somers // Woodhead publishing series in metals and surface engineering: Number 62. — Elsevier. 2015. — 792 p.
3. Крукович, М.Г. Пластичность борированных слоев / М.Г. Крукович, Б.А. Прусаков, И.Г. Сизов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 384 с.