

ОСОБЕННОСТИ ДИФфуЗИОННОГО БОРИРОВАНИЯ ПРИ ХИМИКО-ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Е. А. Нестеренко, Е. В. Бартенкова

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Методы химико-термической обработки (ХТО), изменяя структуру поверхностного слоя, повышают прочность, износостойкость и теплостойкость инструментального материала за счет образования более устойчивых при нагреве соединений (карбидов, нитридов, боридов). Диффузионное насыщение поверхности стали обычно проводят при высокотемпературной изотермической выдержке с полной перекристаллизацией в аустенитное состояние, что чаще всего приводит к перегреву – при этом ухудшаются такие важные механические свойства сталей как пластичность и ударная вязкость. Недостатками процессов традиционной ХТО являются также их высокая энергоёмкость (различие может по энергопотреблению составлять до 20 раз) и продолжительность (от 6 до 24 ч).

Лимитирующими процессами при ХТО в зависимости от условий, являются адсорбция насыщающего элемента поверхностью насыщаемого материала и диффузия его в насыщаемом материале. При повышении температуры скорость диффузии возрастает: на каждые 10 градусов прирост составляет около 3 %; тогда как скорость адсорбции снижается. Исходя из этого, можно сделать вывод, что при низких температурах лимитирующей стадией является диффузия, а при высоких температурах – адсорбция, и эти стадии.

Принцип термоциклической обработки заключается в том, что изделие подвергается многократным циклическим тепловым воздействиям, в результате чего улучшается качество изделий, и придаются свойства, недостижимые при одноразовой термической обработке. Совмещенная с ХТО термоциклическая обработка (ТЦО) позволяет значительно ускорить процесс насыщения. ТЦО создает более неравновесную структуру, насыщенную дефектами кристаллического строения и более развитые межзеренные границы, что облегчает как процессы диффузии, так и адсорбции (за счет создания градиента темпе-

ратурного поля, направленного внутрь упрочняемого изделия) и существенно ускоряет скорость последующего диффузионного насыщения, что улучшает механические характеристики диффузионных слоев, а также их адгезию за счет более развитой поверхности раздела. Процессы совмещенной химико-термоциклической обработки (ХТЦО) более эффективны, чем изотермическая ХТО. При борировании по режиму ХТЦО, толщина слоя может в разы превосходить толщину слоя, полученную в результате традиционной изотермической ХТО [1, 3, 4].

По сравнению с традиционным изотермическим способом, ХТЦО позволяет при прочих равных условиях несколько снизить температуру насыщения, сократить время пребывания изделия при высоких температурах, что, однако, не мешает получать в разы большую толщину боридного слоя.

Проведены эксперименты по изучению влияния режима ХТО на микроструктуру получающихся покрытий: изометрическая (рисунок 1) – $t=950^{\circ}\text{C}$, 4 часа; термоциклическая (рисунок 2) – $950-550^{\circ}\text{C}$, 4 цикла, длительность процесса 2 часа, длительность цикла 30 мин. (охлаждение без выдержки, нагрев с выдержкой).

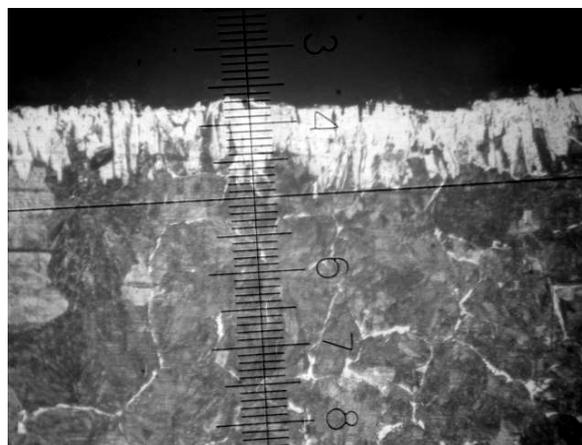


Рисунок 1 – микроструктура боридного слоя полученного изотермическим насыщением

ОСОБЕННОСТИ ДИФфуЗИОННОГО БОРИРОВАНИЯ ПРИ ХИМИКО-ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

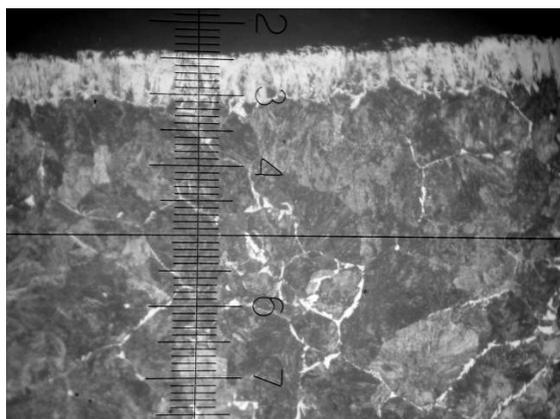


Рисунок 2 – микроструктура боридного слоя полученного термоциклическим насыщением

Сопряжение борирования и ТЦО, способно повысить механические и коррозионные свойства материалов и в то же время снизить такие отрицательные последствия, как хрупкость борированного слоя. Наиболее вероятно проводить ХТЦО в средах, в которых мала тепловая инерционность: борирование из обмазок и паст, в псевдооживленном слое и т.д.

Основные недостатки традиционных способов химико-термоциклической обработки во многом устраняются при совмещении этого процесса с термоциклической обработкой (ТЦО): во-первых, структурные изменения ускоряют последующую диффузию атомов в материале, и использование ТЦО как предварительной ТО перед обычной ХТО представляется достаточно перспективным, во-вторых, проведение ХТО в температурном режиме ТЦО является наиболее эффектив-

ным методом интенсификации химического насыщения поверхности деталей при одновременном улучшении их качества [1, 2, 4]. В-третьих, использование ТЦО после ХТО в одном технологическом процессе исправляет перегрев (крупнозернистость) и другие дефекты структуры, получаемые обычно при высокотемпературной ХТО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляхович, Л. С. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник / Под ред. Л. С. Ляховича. – М.: Металлургия, 1981. – 650 с.
2. Гурьев, А. М. Повышение прочности инструментальных сталей методом термоциклического борирования [Текст] / А.М. Гурьев, О.А. Власова, Б.Д. Лыгденов, С.Г. Иванов, И.А. Гармаева, А.Ц. Мижитов // XVII Петербургские чтения по проблемам прочности. Сборник материалов. СПб, 2007. – С. 196–198.
3. Гурьев, А. М. Физические основы термоциклического борирования [Текст] / А.М. Гурьев, Э.В. Козлов, Л.Н. Игнатенко, Н.А. Попова – Барнаул, Изд-во АлтГТУ, 2000.– 216 с.
4. Лыгденов, Б. Д. Фазовые превращения в сталях с градиентными структурами, полученными химико-термической и химико-термоциклической обработкой [Текст]: Дисс. канд. техн. наук, Новокузнецк, 2004. – 226с., ил.