

ПОВЕРХНОСТНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ БОРОМ В ПРОЦЕССЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ОХЛАЖДЕНИЯ СТАЛИ 40

При изготовлении литого инструмента открываются широкие перспективы для поверхностного легирования его рабочих частей из облицовочного слоя формы.

Значительный интерес представляет получение поверхностных слоев на основе боридов железа, обладающих высокой твердостью и износостойкостью и позволяющих существенно повысить стойкость инструментальной оснастки. С целью выбора материала для облицовочного слоя формы была испытана обмазка для борирования, применяемая для диффузионного упрочнения стальных деталей в условиях длительных высокотемпературных воздействий (850–1050⁰С) без применения специальной оснастки. Состав обмазки следующий: 60% карбид бора, 5 % борный ангидрид, 5 % фтористый натрий, 30 % железная окалина.

Проведенные исследования показали, что данный состав обеспечивает получение борированных слоев и при температурах, близких к температурам плавления сталей (1300–1400⁰С). При этом отмечается высокая скорость диффузионного насыщения. Так, при температуре 1300⁰С в течение 30 мин на стали 40 формируется борированный слой толщиной около 1 мм. Проведенный анализ позволяет установить, что в данном случае образуются не сплошные боридные слои, а слои, представляющие боридную эвтектику с крупными включениями перлита. Структура диффузионного слоя напоминает структуру доэвтектического белого чугуна с тем отличием, что эвтектика является мелкодисперсной смесью боридов железа и перлита.

Исследования закономерностей образования борированного слоя в процессе формирования отливки проводились после непрерывной заливки расплавленной стали 40 (температура 1650⁰С) в песчаную литейную форму. В форме рабочие поверхности для получения 12 образцов диаметром 20 и высотой 50 мм покрывались обмазкой толщиной 5 мм для поверхностного легирования бором на основе приведенного выше состава.

Перед приготовлением обмазки порошкообразные компоненты состава (размер фракции 0,1–0,2 мм) тщательно перемешивались. В качестве связующего применялись жидкое стекло и гидролизированный этилсиликат.

Проведенные исследования позволили установить, что на процесс образования борированного слоя решающее влияние оказывают диффузионные процессы при кристаллизации и охлаждении образцов. При этом создание активных атомов бора происходит в результате диссоциации летучих бор-

фторатов, образующихся при взаимодействии карбида бора и фтористого натрия. Наиболее оптимальным является присутствие в обмазке 3–5 % активатора. Чрезмерное увеличение количества фтористого натрия приводит к снижению насыщающей способности состава и ухудшению качества поверхности литых образцов. В случае отсутствия в легирующем составе активатора процесс насыщения стальной поверхности бором, очевидно, носит жидкостной характер и при этом резко снижается толщина борированного слоя. Так, при наличии в смеси фтористого натрия (связующее жидкое стекло) толщина легированного слоя составляет 1,2–1,4 мм, при его отсутствии – 0,3–0,4 мм. Отрицательно сказывается присутствие в легирующем составе борного ангидрида. Сравнительно низкая его температура плавления приводит к оплыванию облицовочного слоя формы, а следовательно, к ухудшению качества поверхности отливок. Исследование влияния связующего материала на результаты поверхностного легирования показало, что качество поверхности образцов повышается в случае применения гидролизованного этилсиликата. При этом снижается толщина борированного слоя. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что при прокаливании формы в облицовочном слое появляются многочисленные мельчайшие трещины, положительная роль которых состоит в предотвращении объемных изменений под действием горячей стали и в обеспечении минимальных усадочных напряжений. Эти трещины не могут заполняться металлом, однако образующиеся борфтораты (носители активных атомов бора) благодаря им в некоторой степени удаляются из рабочего слоя, что снижает активность легирующего состава. При использовании для связки жидкого стекла не удается получить качественной поверхности облицовочного слоя формы, что снижает показатели состояния поверхности легированных образцов.

Металлографические исследования стальных образцов после поверхностного легирования в процессе кристаллизации и охлаждения показали, что диффузионный слой состоит из боридной эвтектики вблизи поверхности и из боридной эвтектики с крупными включениями перлита вблизи границы с металлической основой стали. Следует отметить, что по сравнению с образцами, подвергнутыми диффузионному насыщению при температуре 1300°С, в структуре поверхностного слоя значительно меньше доля крупных перлитных включений.

Образование сплошной зоны боридной эвтектики толщиной порядка 0,5 мм, очевидно, связано с усилением мощности диффузионного источника при температурах расплавленной стали. ДюрOMETрические измерения позволили отметить высокую твердость слоя, легированного бором. Так, микротвердость боридной эвтектики находится на уровне 1200–1300 кгс/мм². Под борированным слоем располагается диффузионная переходная зона перлитного характера.

Несомненный интерес представляли исследования износостойкости образцов, подвергнутых различным режимам борирования. Износные испыта-

ния проводили при скорости скольжения 0,42 м/с и удельном давлении 150 кгс/см². В результате испытаний было установлено, что износостойкость образцов, легированных бором в процессе формирования отливки в 6 раз выше, чем закаленных, но в 1,7 раза ниже, чем борированных при температуре 900°С. Данные показатели можно связать со структурой диффузионных слоев и их микротвердостью. Однако при температуре 900°С в течение 4 ч формируется сплошной боридный слой (микротвердость 1800 кгс/мм²) толщиной всего 160 мкм, который в случае длительных износных испытаний разрушается значительно раньше.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что в результате поверхностного легирования вследствие диффузионных процессов при кристаллизации и охлаждении обеспечивается хорошее качество поверхности отливок при значительной толщине и равномерности диффузионного слоя. Литые борированные стали, обладающие высокими показателями целого ряда эксплуатационных свойств, могут быть с успехом применены для изготовления инструмента, работающего в условиях повышенных температурно-силовых воздействий.

УДК 621.785.5

Л.С. Ляхович, В.Ф. Протасевич, И.Г. Вербчану

СВОЙСТВА ТИТАНИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛЯХ

В работе изучены свойства диффузионных титанированных покрытий на углеродистых и легированных сталях. Титанирование проводили в смесях двух составов: $Ti + Al_2O_3 + NH_4Cl$ (1); $Ti + Al_2O_3 + NH_4Cl + ZnCl_2$ (2), а также вакуумным способом из титановой губки (на установке треста Укрцветремонт).

При сопоставимых режимах титанирования наибольшая толщина покрытий получается при насыщении из смеси (2), наименьшая — при вакуумном. Покрытия, получаемые вакуумным способом, отличаются светлым серебристым цветом. При насыщении из смеси (1) и в вакууме на высокоуглеродистых сталях с поверхности обычно формируется сплошной карбидный слой. При титанировании в смеси (2) на поверхности формируется гетерогенная карбидная зона, состоящая из смеси карбидов титана и титанидов железа. Микротвердость карбидного слоя при насыщении в смеси (2) колеблется в пределах 1200–3000 кгс/мм². Микротвердость карбидных покрытий, полученных в смеси (1) и вакуумным способом, измерить не удалось из-за малой толщины карбидного слоя.