

СОЗДАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ В ПУЧКЕ РЕЛЯТИВИСТИКСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ

В.В.ШМАКОВ¹, М.В. ПЕРОВСКАЯ², И.М.ПОЛЕТИКА²

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: vasiliyjudo2012@rambler.ru

Наплавка в пучке релятивистских электронов является одним из наиболее распространенных методов упрочнения поверхности деталей машин и механизмов. Одним из главных достоинств метода считается высокая производительность процесса, а также простота введения легирующих элементов [1].

Таким образом, целью исследования являлось создание износостойких и коррозионно-стойких покрытий наплавленных в пучке релятивистских электронов, выпущенных в атмосферу, на основе хром-углерод-бора, а также изучение свойства и структуру наплавленного слоя и нахождение оптимальных составов легирующих элементов в наплавочных смесях.

На сталь Ст3 в пучке релятивистских электронов наплавливали однослойных покрытий. Для наплавки использовали смеси порошков карбида хрома и карбида бора. Содержание B_4C в смеси изменялось в пределах от 9 до 35%. Использовались следующие параметры облучения: энергия электронов – 1,4 МэВ, ток пучка равнялся 22,5 мА, скорость перемещения образца 0,67 см/с.

На микроскопе «Neophot-32» проводили исследование структуры металла наплавки. На микротвердомере ПМТ-3 измеряли распределение микротвердости в направлении от поверхности наплавленного слоя вглубь образца, переходя через границу сплавления. В соответствие с ГОСТ 23.208-79 проводились испытания на абразивный износ. Коррозионную стойкость определяли измерением потери массы образца при длительной выдержке в концентрированной азотной кислоте.

На рисунке 1 представлена структура стали при различном содержании карбида бора.

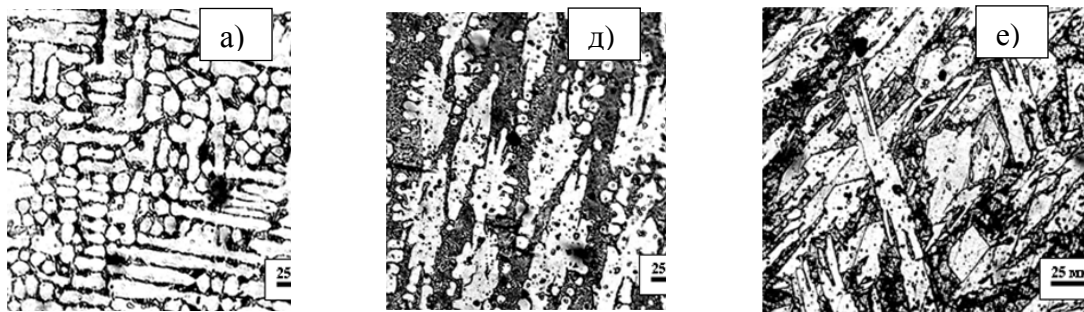


Рисунок 1 - Структура стали при содержании карбида бора 9 вес.% (а); 25-30 вес.% (б); 35 вес.% (в)

Из рисунка 1,а, видно, что при содержании 9 вес.% B_4C структура преимущественно состоит из зерен твердого раствора, а также ледебуритной эвтектики.

Рисунок 1, б, показывает, что при содержании карбида бора 25-30% в смеси уменьшается концентрация хрома, что соответствует увеличению содержания карбида бора.

При увеличении содержания B_4C до 35 вес.% происходит переход структуры из доэвтектической в заэвтектическую, а также выделяются избыточные карбидов и карбоборидов, как показано на рисунке 1, в. Это приводит к значительному росту коэффициента износостойкости. Это явление объясняется увеличением содержания в слое углерода и бора.

Рисунок 2 представляет собой график зависимости потери массы образцов стали Ст3, нержавеющей стали 12Х18Н10Т и образцов наплавки от времени выдержки в азотной кислоте при содержании B_4C в наплавочной смеси, полученная при выдержке в азотной кислоте.

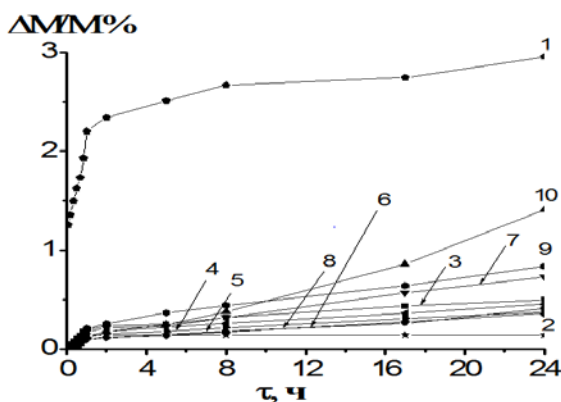


Рисунок 2 – График зависимости потери массы образцов: Ст3(1), нержавеющей стали 12Х18Н10Т(2), образцов наплавки с содержанием карбида бора 9(3);12,6(4); 16,2(5);19,8(6);22,5(7);25(8);30(9);35 вес %(10), от времени выдержки в азотной кислоте

Как видно из рисунка 2, коррозионная стойкость слоев наплавки существенно выше, чем стойкость низкоуглеродистой стали Ст3, которая уже через 20 часов выдержки в концентрированной азотной кислоте теряет 3% от первоначальной массы. Стоит отметить, что для наплавочных смесей с содержанием карбида бора до 25 вес.% после выдержки в азотной кислоте более шести часов коррозия протекает значительно медленнее, кривые выходят на насыщение. Такое поведение наплавленных слоев можно объяснить образованием на поверхности защитной пленки оксидов $(Cr,Fe)_2O_3$.

Однако при увеличении содержания в смеси карбида бора до 30 и 35 вес.%, потеря массы не замедляется и после шести часов выдержки, рисунок 2. Это можно объяснить тем, что коррозия протекает по границам раздела карбидных и карбоборидных фаз, которые выделяются в значительном количестве и являются первичными выделениями в заэвтектической структуре, как показано на рисунке 1, б. Следовательно, коррозия протекает на поверхности между фазами, уходя вглубь образца, что значительно препятствует образованию сплошной защитной пленки [3].

Выводы

1. При содержании B_4C в наплавочной смеси менее 25 вес.% коэффициент износостойкости наплавленных покрытий меняется в пределах 3,3-7, а коррозионная стойкость при испытаниях в концентрированной азотной кислоте приближается к коррозионной стойкости нержавеющей стали.

2. С увеличением содержания B_4C в наплавочной смеси до 30-35 вес.% коэффициент износостойкости возрастает до 36-89,5, а коррозионная стойкость уменьшается за счет выделения большого количества избыточных фаз и развития коррозии на их границах.

3. При содержании 30 вес.% B_4C , увеличении плотности энергии излучения и росте толщины покрытия происходит переход от заэвтектической структуры к доэвтектической, вследствие чего падают твердость и износостойкость, а коррозионная стойкость возрастает.

Список литературы

1. Шмаков В.В., Крылова Т.А., Перовская М.В. Особенности структуры и механических свойств покрытий, полученных методом электронно-лучевой наплавки на воздухе // Сборник тезисов LVIII Международной конференции «Актуальные проблемы прочности», Пермь, 16-19 мая, 2017 г. – С. 181.

2. Полетика И.М., Крылова Т.А., Макаров С.А. Использование электронно-лучевой обработки для создания упрочняющих покрытий // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. – № 2. – С. 94–98.
3. Полетика И.М., Голковский М.Г., Крылова Т.А., Перовская М.В. Структура и свойства хромсодержащих покрытий, полученных методом электронно-лучевой наплавки в атмосфере // МиТОМ. – 2009. – № 3. – С. 15–22.