

# ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ ВВЕДЕННОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ОДНОСЛОЙНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКЕ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ

Троценко Р.В.<sup>1а</sup>, Крылова Т.А.<sup>2</sup>, Чумаков Ю.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТПУ, Томск, Россия

<sup>2</sup> ИФПМ СО РАН, Томск, Россия

<sup>а</sup> trocenko\_roma@mail.ru

В настоящее время активно проводятся работы по модификации и упрочнению рабочих поверхностей сталей и сплавов концентрированными потоками энергии. Одним из эффективных способов получения защитных покрытий на поверхности конструкционных материалов является метод электронно-лучевой наплавки вне вакуума при использовании пучка релятивистских электронов, выведенного в атмосферу. При реализации вневакуумной электронно-лучевой наплавки главным параметром является поверхностная плотность введенной энергии ( $W$ ), которая зависит от силы тока и ширины сканирования пучка, а также скорости поступательного перемещения образца под пучком.

Ранее в работе [1] было исследовано влияние  $W$  на структуру и свойства покрытий при наплавке порошка  $Cr_3C_2$  на низкоуглеродистую сталь.

С целью повышения эксплуатационных свойств покрытий на основе  $Cr_3C_2$  было решено использовать добавку TiC. Известно, что карбид титана обладает высокой твердостью и износостойкостью. Благодаря этому его часто используют в процессе литья стали в качестве модификатора или в роли упрочняющих частиц.

Таким образом, в данной работе исследовано влияние поверхностной плотности введенной энергии и TiC на структуру, фазовый состав и свойства покрытий полученных методом электронно-лучевой наплавки вне вакуума порошковой смеси ( $Cr_3C_2 + TiC$ ) на Ст3.

Электронно-лучевая наплавка осуществлялась на промышленном ускорителе ЭЛВ-6. Постоянными параметрами являлись энергия электронов 1.4 МэВ ( $U$ ), диаметр пучка 12 мм, расстояние от выпускного отверстия до поверхности 90 мм, ширина развертки 50 мм ( $l$ ). Ток пучка составлял  $I = 25$  и 40 мА, скорость поступательного перемещения образцов под пучком  $V$  менялась в пределах 0,5-2 см/с. При таких параметрах  $W$  имеет значения в интервале от 5,6 до 12,73 кДж/см<sup>2</sup>.

После наплавки на поверхности образцов стали Ст3 образуются слои толщиной 1.3–7,5 мм. Твердость по Виккерсу меняется в пределах 4–9.5 ГПа, а коэффициент износостойкости составляет 5–27. Структура всех полученных покрытий является доэвтектической. Во всех покрытиях присутствуют нерастворившиеся частицы карбида титана. Часть из них имеет размер, близкий к значению размера исходного порошка TiC (~3 мкм) и кубическую огранку. Частицы меньшего размера могут располагаться как в теле зерен аустенита, так и на их границах. По данным рентгеноструктурного фазового анализа в структуре покрытий присутствует  $\gamma$ -железо (аустенит).

Показано, что от величины  $W$  зависит толщина наплавленного слоя, микротвердость, концентрация легирующих элементов. На износостойкость, микротвердость и коррозионную стойкость покрытий влияет количество и размер частиц карбида титана. Коррозионная стойкость покрытий полученных при наплавке порошковой смеси ( $Cr_3C_2 + TiC$ ) выше коррозионной стойкости покрытий полученных наплавкой одним карбидом хрома и нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

*Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020, проект № 23.2.1*

## Список литературы

1. Полетика И.М., Иванов Ю.Ф., Голковский М.Г., Крылова Т.А., Перовская М.В. Структура и свойства коррозионно-стойких покрытий, полученных методом электронно-лучевой наплавки в атмосфере воздуха // МиТОМ. 2009. №12. С. 33–39.