

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ОПЛАВЛЕНИЯ Ni–B–Si НА СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ZrO

*Бахтеев И.С.<sup>(1)</sup>, Олейник К.И.<sup>(1,2)</sup>*

<sup>(1)</sup> Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

<sup>(2)</sup> Институт металлургии УрО РАН  
620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, д. 101

При процессах изготовления стали в доменных печах и элементах металлургического оборудования применяют медь и сплавы в контактных местах с расплавом или горячей заготовкой из-за благоприятных свойств меди и сплавов. В частности, медь применяется в дутьевых фурмах доменной или электропечи, где внешнее покрытие из оксида циркония наносят на промежуточные слои из жаростойкого покрытия системы Ni–Cr–Al–Y, который в свою очередь наносится на покрытие системы Ni–B–Si. Нанесение первого слоя покрытия Ni–B–Si газотермическим способом приводит к низкой адгезии с медью. Для увеличения адгезии применяют лазерное оплавление.

Для определения границ варьирования режима оплавления, в работе [1] проведен ряд экспериментов и определены режимы, не приводящие к визуальным дефектам, таким как отслоение и трещинообразования в результате образовывания соединения NiCu с отслоением меди по границам зерен.

Чтобы определить границы образования монель-металла подобного соединения было проведено компьютерное моделирование CALPHAD в среде ThermoCalc и определены параметры исходного материала. После чего был изготовлен типовой образец со следующими параметрами: мощность лазерного излучения 2.1 кВт, фокусное расстояние – 210 мм, скорость обработки 0.033 м/с, расстояние между треками – 1 мм. Методами рентгенофазового анализа (РФА) и рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) выявлено, что в процессе оплавления происходит активное перемешивание, приводящее к изменению фазового состава (наличие пиков Cu и NiCu) и элементного состава ( $\text{Si}_{1.17}\text{Ni}_{46.32}\text{Cu}_{52.21}$ ).

Результаты РФА и РСМА согласуются с данными, полученными при математическом моделировании. Был определен режим обработки, не приводящий к растрескиванию.

1. Бахтеев И.С., Олейник К.И., Шак А.В., Фурман Е.Л., Валиев Р.М., Вопнерук А.А. Отработка режимов лазерного оплавления газо-термического покрытия // Расплавы. 2024. №4. С. 451-465. doi: 10.31857/S0235010624040092