

УДК 669.245.018.44

И.И.Максюта, Ю.Г. Квасницкая, Е.В. Михнян, В.В.Лашнева*

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

*Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины, Киев

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОГНЕУПОРОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ВЫДЕРЖКЕ С
РАСПЛАВОМ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ХН57КВТЮМБЛ + (ТА +Re)**

Основными параметрами, определяющими выбор материалов при длительном контакте огнеупорной керамики (формы, стержни) с расплавленным металлом, являются огнеупорность, термостойкость и химическая стойкость. С целью определения стойкости форм и стержней из разработанных составов комплексномодифицированной керамики на основе корунда и кварца, были изготовлены опытные партии образцов. Приготовление суспензии на основе огнеупорных наполнителей проводили при скорости 1400 об/мин в высокоскоростной мешалке. Для каждого состава готовили по 3 вида суспензии с различной вязкостью, которую измеряли вискозиметром ВЗ-4. В составах на основе плавленного кварца в качестве обсыпки применяли плавленный кварц, во всех остальных составах в качестве обсыпки применяли электрокорунд. Прочность на изгиб ($\sigma_{изг}$, МПа) определяли как среднее значение по 5 испытанным образцам.

Заливку форм проводили в установке направленной кристаллизации вертикального типа УВНК-8П (ГПНПКГ «Зоря»-«Машпроект», г. Николаев). Форму нагревали до 1400°C, сплав заливали при температуре 1600 °C, скорость выдвигания формы составляла 3 мм/мин. Для исследования контактной зоны расплав-форма образцы форм выдерживали в расплаве 30...60...120 минут. При выдержке от 30 до 60 мин в зоне контакта «отливка-форма» не наблюдается следов взаимодействия, при выдержке 120 мин выявлено незначительное спекание (пригар) приконтактной зоны за счет стекловидной пленки, образовавшейся, видимо, при разложении этилсиликата и проникновении металла в поры между зернами корунда. Как показало изучение поверхности отливок с помощью оптического микроскопа, пригар представляет собой отдель-

ные зерна электрокорунда, сцементированные стекловидной пленкой и металлом. Обнаруженные в зоне пригара серо-белые округлые включения-зерна имеют микротвердость $H_M = 2473-2575 \text{ кг/мм}^2$, что по уровню твердости соответствует корунду.

Результаты МРСА шлифов, приготовленных из металла отливки, свидетельствуют, что после выдержки 120 минут зона контакта, обедненная алюминием, титаном, хромом, в среднем составляет 25 мкм, что в 1,5- 2 раза меньше, чем для немодифицированных форм. Концентрация остальных легирующих элементов в приповерхностной зоне не изменяется.

Анализ термодинамических условий протекания возможных химических реакций на границе раздела металл-форма и экспериментальных результатов позволяет объяснить возможный механизм взаимодействия элементов сплава с компонентами формы двумя процессами. Прежде всего, окислением активных компонентов сплава Al, Ti и Cr с кислородом, выделяющимся при диссоциации кремнезема формы. Причем, при высоких температурах алюминий образует слой оксидов на внешней поверхности отливки, а титан - внутри сплава. Второй процесс- перераспределение алюминия и хрома в приповерхностной зоне отливок, что происходит в результате диффузии элементов между материалом керамической подложки и сплавом. Так, твердая окись кремния в нейтральной среде при высоких температурах разлагается по реакции:



При заливке жаропрочных сплавов давление в вакуумной печи 0,133-1,33 Па. В этих условиях температура начала диссоциации кремнезема соответствует 1130 – 1240 °С. Высвобождающийся при диссоциации кислород окисляет наиболее активные элементы сплава отливки, формируя обедненную приповерхностную зону.

Испытания на эрозионно-коррозионную устойчивость в расплаве проводили на образцах-таблетках диаметром и высотой 40 мм по разработанной во ФТИМС НАНУ методике. Исследования показали, что образцы из разработанного состава комплексномодифицированной керамики имеет повышенную стойкость к разрушению в расплаве сплава ХН57КВТЮМБЛ + (Ta +Re), а именно – 168 секунд при открытой по-