



Материалы V Международной научно-технической конференции «Перспективные технологии, материалы и оборудование в литейном производстве»¹

Proceedings of the 5th International scientific-technical conference “Promising technologies, materials and equipment in the foundry industry”

Свойства смоляных ХТС на хромитовых песках

**О.И. Пономаренко, Н.С. Евтушенко,
Т.В. Берлизева (НТУ «ХПИ», г. Харьков)**

В настоящее время для нужд турбомашиностроения начали широко применять высокоогнеупорные и химически инертные хромитовые пески (ХП) AFS45-50 (ТУ У 13.2-35202765-001:2011), которые используют при изготовлении отливок из легированной стали. Особое его преимущество проявляется при получении тяжелых отливок, когда необходимо высокое сопротивление феррростатическому давлению.

В отличие от кварцевого песка, ХП не имеет аллотропических превращений, обладает высокой прочностью при термоударе. При относительно высокой температуре плавления 1880°C, у него низкая температура спекания 1100°C. Зона конденсации влаги в сырой форме на ХП образуется на значительно большей глубине, чем в смесях на кварцевом песке.

Хромит инертен к оксидам Fe при высоких температурах в любой газовой атмосфере, плохо смачивается жидким металлом. Все эти факторы способствуют, при изготовлении крупных стальных отливок, предотвращению химического и механического пригара, улучшают условия кристаллизации металла.

Для приготовления формовочных и стержневых ХТС в качестве связующего хорошо зарекомендовала экологически чистая смола на основе олигофурфурилоксисилоксанов (ОФОС), не имеющая в своем составе ядовитых либо отравляющих веществ, типа мочевиноальдегидных либо фенолформальдегидных смол, которые изначально содержат фенолы и альдегиды и выделяют их при термодеструкции связующих во время заливки формы. Существуют исследования использования этого связующего для ХТС на кварцевых песках, однако для ХП такие исследования не проводились.

Цель исследования – установить закономерности влияния ОФОС на прочностные свойства ХТС на ХП и возможность стабилизации их свойств в про-

¹ г. Краматорск, 21...25 сент. 2015 г.

изводственных условиях. Моделирование свойств смесей проводили на основе использования метода планируемого эксперимента. Варьируемые факторы: количество – введенной в смесь смолы x_1 и катализатора x_2 . В качестве катализатора применяли ПТСК. Параметр оптимизации y : прочность – на изгиб y_1 , разрыв y_2 и сжатие y_3 .

Получена следующая система уравнений:

$$y_1 = 2,675 + 0,275x_1 + 0,125x_2$$

$$y_2 = 0,745 + 0,1x_1 + 0,08x_2$$

$$y_3 = 1,253 + 0,11x_1 + 0,053x_2$$

Анализ уравнений регрессии показывает, что влияние варьируемых факторов на параметры оптимизации соответствует теоретическим представлениям о формировании свойств смеси при ее приготовлении.

На основе разработанных математических моделей создана номограмма, с помощью которой можно корректировать параметры процесса приготовления смеси, за счет изменения количества составляющих ее, что можно использовать для оперативного управления свойствами смеси: для заданных значений прочности на сжатие, разрыв и изгиб определить необходимый состав смеси.

Прочность смесей на ХП примерно такая же, как и на кварцевых песках. Так, для кварцевого песка для смеси с 2,0% смолы и 1% катализатора ПТСК $\sigma_{сж} = 1,20$ МПа, а для ХП для смеси с тем же содержанием компонентов $\sigma_{сж} = 1,25$ МПа.

Пригар на крупных стальных отливках, получаемых в формах из ХТС с использованием хромита

Г.П. Бартель (ДГМА, г. Краматорск), В.Н. Городников, А.И. Шагов (ПАО «Энергомашспецсталь»), В.А. Глебова (ПАО НКМЗ)

На ряде крупных предприятий для повышения качества отливок, уменьшения количества дефектов и снижения себестоимости отливок используют холодно-твердеющие смеси (ХТС) на хромитовом песке (ХП). Однако при производстве крупных отливок пригар часто сохраняется, что указывает на актуальность изучения проблемы.

Благодаря высокой теплопроводности и теплоаккумулирующей способности хромита можно обеспечить направленное затвердевание отливки, что должно предотвращать образование химического и механического пригара, ужимин и неравномерность кристаллизации. Однако при изготовлении крупных и толстостенных стальных отливок в

формах с облицовкой на базе хромита очень часто возникает хромитовый остеклованный пригар, который проявляется чаще всего в тепловых узлах и областях, подверженных длительному воздействию теплового излучения во время заполнения формы.

Корка формируется в результате металлизации слоя, в процессе которого Fe, входящее в состав ХП, восстанавливается и при температуре $\leq 1250^\circ\text{C}$ мигрирует к поверхности зерен песка. Если смесь хорошо уплотнена, то пустое пространство ХП составляет $\sim 25\%$ от всего объема. После заливки и выгорания связующего воздух заполняет свободный объем, при этом, Fe окисляется на поверхности зерен, а также вступает в реакцию замещения с силикатами, которые содержатся в ХП. В результате образуется *фаялит*, который ошлаковывает и смягчает границы зёрен, что влияет на формирование спеченной корки при охлаждении. Хромит легче смачивается жидкой сталью, когда он покрыт Fe или имеет включения фаялита. В условиях окисления при высокой температуре хромит распадается на оксиды, которые выделяются вдоль поверхности кристаллов.

Загрязненность границ зерен хромита мелкими коллоидными включениями характеризует параметр, названный *мутность* – количество частиц загрязнения на 1 млн частиц основного вещества (ppm), что отражает количество примесей. Чем выше загрязненность, тем больше фаялита может быть образовано.

Помимо свойств ХП, на процесс образования остеклованного пригара влияют и другие факторы: качество связующего, антипригарного покрытия и самого заливаемого металла, а также металлургические параметры выплавки стали, продувки формы теплым сухим воздухом, так как высокая влажность увеличивает риск возникновения дефекта.

Для исследования отбирали пробы металла из стали 20 ГСЛ, которые для предупреждения разрушения слоя пригара заливали эпоксидной смолой и после затвердевания изготовляли шлиф. На поверхности образца с пригаром видна окисленная шероховатая поверхность с отдельными блестящими округлыми включениями. Такой пригар можно квалифицировать как комбинированный, состоящий из механического и химического пригара.

Толщина слоя пригара в разных частях образца 0,5...0,9 мм. Внутреннее строение слоя пригара – зернистое, по цвету – темное окисленное. Видны следы растрескивания в слое пригара. Различий в микротвердости основного металла и подповерх-