

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

ОБ ОКРАШИВАНИИ СЫРЫХ ФОРМ
БЫСТРОСОХНУЩИМИ ПРОТИВОПРИГАРНЫМИ КРАСКАМИ

к.т.н. Белобров Е.А., Белобров К.Е., Белобров Л.Е., Карпенкова О.Л.
(КНПП «Формовочные материалы Украины», г. Краматорск)

Литейная форма подвергается тяжелым тепловым и силовым нагрузкам, поэтому к ней предъявляются очень жесткие требования, игнорирование которых приводит к ухудшению качества отливок. Трудность выполнения требований к литейной форме обусловлена тем, что на формирование качества отливки влияет множество зачастую противоречивых факторов, сложно взаимодействующих друг с другом. Особо проблематичным является получение высококачественной отливки в сырой песчано-глинистой форме.

Отливки в сырых формах изготавливают с древнейших времен.

Абсолютная доля цветного, чугунного и стального литья как в СНГ, так и за рубежом изготавливается в сырых формах. Достаточно сказать, что масса жидкой стали, заливаемой в сырые формы, колеблется от 3 до 38 т, а толщины стенок отливок составляют 50-635 мм. Это якоря, судовые детали, станины прокатных станков и тяжелых прессов, гидравлические цилиндры, артиллерийские отливки, молотовые бабы, формы для покрышек, корпуса задвижек, турбинные отливки, локомотивные и вагонные рамы, ступицы шахтоподъемных машин, рабочие колеса и прочие отливки.

Однако в СНГ область применения формовки по-сырому гораздо уже. Она ограничена преимущественно массой отливки 350, значительно реже – 500 кг.

Изготовление отливок по-сырому – самый дешевый, экономичный и экологически чистый технологический процесс в литейном производстве. Это обусловлено дешевизной используемых формовочных материалов, простотой и дешевизной технологии смешеприготовления и формообразования, ее высокой оперативностью, отсутствием необходимости упрочнения форм, легкой выбиваемостью, возможностью на 90-95% повторного использования отработанных смесей и другими преимуществами.

Однако технологии изготовления отливок в сырой форме свойственно много недостатков, среди которых наиболее существенными являются:

- наличие в составе смеси глины и влаги, обуславливающих, в частности, образование пригара на отливках;
- снижение газопроницаемости смеси за счет глины, технологических добавок и влаги;
- необходимость введения в смесь при производстве чугунного литья специальных углеродсодержащих противопригарных добавок или гранулированного угля для обеспечения в ее составе 3,0...3,5% С, который при сгорании становится дополнительным источником газов;
- возможность возникновения брака отливок из-за засоров и ужимин, песочных раковин, обусловленных резким падением прочности смеси в зоне конденсации влаги при заливке металла, а также подутостей, ухудшения размерной точности отливок из-за легкой деформируемости стенок форм под действием металла.

В период всеобщего финансово-экономического кризиса, в условиях дороговизны энергоресурсов крайне ограничили возможности достижения требуемого качества отливок за счет тепловой сушки форм и стержней. Поэтому взоры литейщиков все больше обращаются на сырую песчано-глинистую форму, существенным препятствием для использования которой является поражение отливок пригаром. В этих условиях главным средством предупреждения пригара является окрашивание форм быстросохнущими красками (далее БПК).

Существенным фактором, усиливающим сцепление краски с влажной песчано-глинистой подложкой, является коагуляция поливинилбутирала, содержащегося в поливинилбутирально-смоляном связующем краски. Поливинилбутираль в краске находится в виде коллоидной желеобразной массы, которая при контакте с водой сворачивается (коагулирует). Если в краску влить некоторое количество воды, свернувшийся поливинилбутираль приобретает вид крупных хлопьев с бесформенной периферией. При окрашивании краской сырой формы поливинилбутираль тоже коагулирует, прочно прилипая к отдельным песчинкам смеси, на поверхностях которых была пленка воды, и прочно удерживается на них, предупреждая тем самым смещение или отслоение еще полужидкого красочного слоя. Через 30-40 мин красочный слой в результате испарения

спирта затвердевает и таким образом предупреждает образование пригара. Благодаря коагуляции поливинилбутираля в соответствии с вышеописанным механизмом красочный слой приобретает газопроницаемость, что также очень важно для удержания его на месте до подхода металла. При соблюдении этих условий отливка получается без пригара.

Водные краски для окрашивания сырых форм без их сушки неприемлемы по причине насыщения поверхностного слоя формы влагой. Особо важное значение имеет окрашивание верхних полуформ, испытывающих наибольшие термические нагрузки.

Подготовка формы к окрашиванию

Возможность получения эффективных результатов при заливке металла в сырые окрашенные формы предполагает выполнение определенных требований к формовочной смеси. Если краску наносить на форму, изготовленную из смеси с низкой газопроницаемостью (менее 100 ед.), невысокой прочностью (0,4-0,6 кгс/см²) и высокой влажностью (5-6%), то при заливке формы, в условиях ограниченной возможности отвода газов и водяного пара через толщину формы в сторону периферии, газы устремятся в полость формы. Учитывая, что красочный слой формы имеет очень низкую газопроницаемость (15-20 ед.), он давлением газов в считанные секунды разрушается, а продукты его разрушения смешиваются с металлом, образуя пригар, ужимины, песочные и газовые раковины.

Окрашивание сырых форм быстросохнущими красками дает хорошие результаты при высокой газопроницаемости смеси (не менее 100 ед., лучше 150-170 ед.), ее низкой влажности (3,2-3,6%) и высокой прочности в сыром состоянии (0,8-1,0 кгс/см²). При использовании в составе смеси полифенольного понизителя вязкости $\sigma_{сж}$ может быть увеличена до 1,5-2,0 кгс/см².

Эти показатели можно достигнуть следующими путями:

- комбинировать в составе смеси мелкий (староверовский) и крупный (гусаровский) пески;
- использовать в ограниченном объеме отработанную смесь, которая сильно запылена (обычно в ней содержится не менее 11% пыли), в связи с чем формовочная смесь имеет низкую газопроницаемость (80 ед.);
- оптимально использовать порошковый бентонит (3-4% от массы всех сыпучих материалов);
- вводить 0,5% от массы сыпучих материалов экстракционного крахмалореагента (далее ЭКР).

Именно такое сочетание исходных формовочных материалов позволяет получить вышеупомянутые показатели.

В резерве для чугуна литья имеется еще противоужимная и противопригарная добавка МК-10 А, производимая украинско-российским предприятием «Союз» (г. Днепропетровск). В этой добавке содержится гранулированный уголь с высоким содержанием летучих (30-45% от массы угля). Выделение летучих сопровождается образованием блестящего углерода, усиливающего противопригарную эффективность смеси. Кроме того, выделение блестящего углерода облегчает расширение поверхностного слоя формы, чем снимаются (релаксируются) возникающие при мгновенном нагреве смеси внутренние напряжения. Этим предупреждается разрушение поверхности формы и обусловленное этим образование ужимин, засоров, песочных и газовых раковин, пригара.

Но главную и наиболее важную роль в придании смеси комплекса положительных свойств играет ЭКР. Будучи холоднонабухающим крахмалом, он в составе смеси дает следующие эффекты:

- происходит стабилизация влажности смеси во всем объеме, замедляется испарение содержащейся в ней влаги, уменьшается зависимость ее физико-механических свойств от колебаний влажности. Причина этого – в желеобразном, коллоидном состоянии увлажненного ЭКР. Благодаря коллоидному состоянию ЭКР влага в составе смеси как до, так и во время заливки формы металлом прочно удерживается в связующей пленке, состоящей из бентонита, ЭКР и воды;
- замедляется образование зоны конденсации с нулевой прочностью, увеличивается так называемая «мокрая» прочность смеси в зоне конденсации паров воды на глубине 2-4 мм от металла. Рабочие поверхности формы в меньшей мере размываются металлом, в связи с чем снижается брак вышеупомянутых видов;
- повышаются текучесть смеси с 30-40 до 70-80% и ее формуемость, увеличивается газопроницаемость с 70-80 до 150-170 ед., прочность на срез, что очень важно при изготовлении форм с высокими «болванами». При этом желеобразная масса, состоящая из гидратирован-

ного бентонита, набухшего ЭКР и воды, облегчает перемещение песчинок друг относительно друга. Макрорезультатом этого является улучшение всех физико-механических и технологических характеристик смеси за счет ее лучшего уплотнения;

- увеличивается прочность смеси с 0,4-0,5 до 0,8-1,0 кгс/см², снижается ее влажность с 4,5-5,5 до 3,2-3,6%;
- устраняется такой недостаток смеси, как комкуемость. Смесь становится рыхлой, слегка сыпучей, что не мешает ей хорошо уплотняться и приобретать более высокую прочность.

Очень важной предпосылкой эффективного применения ЭКР в составе ПГС является контроль содержания пылевидной фракции в ней, которое не должно превышать 11%.

Исходя из вышеизложенной концепции, нами разработана и проверена в производстве формовочная смесь следующего состава, масс.ч.:

- староверовский кварцевый песок – 20;
- гусаровский тощий песок – 45;
- отработанная смесь – 30;
- бентонит – 4-6;
- ЭКР – 0,5;
- вода – до влажности 3,2-3,6%.

Смесь вышеприведенного состава обеспечивает следующие физико-механические показатели:

- $\sigma_{сж}$ в сыром состоянии – 0,75-0,8 кгс/см²;
- газопроницаемость – 170 ед.;
- влажность – 3,2 %;
- текучесть – 74-80%.

Смесь является мягкой, пушистой, хорошо уплотняется, не образуя рыхлот и подрывов кромок.

Окрашивание форм

Для окрашивания форм можно использовать наши БПК следующих марок:

- **для чугунного литья** – графитовую БПГ, дистенсиалиманитовую БПДС, цирконовую БПЦ, талько-графитовую БПТГ, тальковую БПТ;
- **для углеродистого стального литья** – кварцевую БПК, дистенсиалиманитовую БПДС, корундовую БПКор, цирконовую БПЦ, хромитовую БПХ, хромомагнетитовую БПХМ;
- **для литья из нержавеющей сталей** – цирконовую БПЦ, корундовую БПКор, хромомагнетитовую БПХМ;
- **для литья из марганцовистых сталей** – хромитовую БПХ, хромомагнетитовую БПХМ, цирконовую БПЦ;
- **для бронзового литья** – графитовую БПГ, талько-графитовую БПТГ, дистенсиалиманитовую БПДС;
- **для литья из алюминиевых сплавов** – дистенсиалиманитовую БПДС.

БПК тщательно перемешивается в таре поставщика активатором, закрепленным в электродрели, после чего сливается в краскомешалку и непрерывно перемешивается в ней в течение рабочей смены.

При отборе порции краски из краскомешалки ее надо процедить через сито с размерами ячейки 1х1 мм, а по окончании окрашивания остаток краски тщательно размешать и слить в краскомешалку.

Плотность краски подбирается опытным путем из соображений ее хорошего распыления и нанесения на форму пульверизатором. Окрашивание сырых форм кистью неприемлемо, так как при этом происходит разрушение их кромок. Возможно использование для окрашивания длинноворсистого квача (помочка).

Для окрашивания используется пульверизатор, обеспечивающий тонкое распыление БПК.

В подлежащих окрашиванию формах со стороны шпоной решетки должны быть выполнены наколы заостренным душком $\varnothing 6$ мм, шаг наколов – 60-80 мм.

Формы окрашиваются сразу после их изготовления. Длительная выдержка форм перед

окрашиванием, особенно в жаркие весенне-летние периоды, нежелательна, так как при этом будут подсыхать и разрушаться острые кромки форм.

При окрашивании форм во избежание напылов и подтеков не допускать чрезмерной концентрации распыленной БПК в одном месте. В случае необходимости допускается повторное окрашивание через 30-40 мин после первого окрашивания.

После окрашивания формы надо выдержать 40-60 мин ладом (лицевой частью) вверх, после чего их можно собирать и заливать. Окрашенные формы можно кратковременно подсушивать пламенем газовой горелки или поджигать для ускоренного испарения и выгорания растворителя.

Обращаем особое внимание на недопустимость чрезмерно длительной заливки форм, так как при этом в форме интенсифицируются процессы ее разрушения под действием расплавленного металла.

Время заливки формы можно существенно сократить за счет увеличения количества питателей и их поперечных сечений.

Приводим такой пример. На одном из заводов Донбасса стальная отливка «плита опорная» массово поражалась ужимами и засорами. При массе жидкого металла 35 кг заливка формы продолжалась 18-20 сек. После увеличения количества питателей с 3 до 6 и двукратного увеличения их сечений время заливки формы сократилось до 8-10 сек, а образование дефектов полностью прекратилось.

В настоящее время известен опыт окрашивания сырых форм для тонкостенного чугунного литья единичной массой до 100 кг.

Известен также негативный опыт окрашивания сырой формы для отливки из хромоникелевой стали при толщинах стенок 150-200 мм.

Авторы гарантируют высокую эффективность вышеописанной технологии при условии ее неукоснительного исполнения во всех деталях и нюансах, а также готовы оказать пользователям консультативную и иную помощь.

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНЫХ ПАРТИЙ ИЗЛОЖНИЦ С ПОВЫШЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ НА ЗАО «НОВОКРАМАТОРСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД» (НКМЗ)

*Розум В.А., Немененок Б.М., Бежок А.П. (БНТУ г. Минск)
Бьцько В.И., Либерг И.Г. (ООО «Комплекс Плюс», г. Харьков)
Шумаков В. Ф., Волокита В.Я. (ЗАО «НКМЗ», г. Краматорск)*

Одним из направлений по снижению себестоимости стальных заготовок в черной металлургии является сокращение расхода изложниц, используемых при их производстве. В настоящее время в странах СНГ и России изложницы изготавливаются из серого чугуна марки СЧ15 – СЧ20. В зависимости от их конструкции массы и марки, заливаемой стали, в среднем изложницы выдерживают от 20 до 80 наливов.

Работы по повышению срока эксплуатации изложниц проводятся в основном в направлении:

- совершенствования конструкции самой изложницы;
- применения новых материалов для ее изготовления;
- повышения эксплуатационных свойств традиционно применяемого серого чугуна.

В странах Западной Европы для производства изложниц применяется высокопрочный чугун с шаровидной и вермикулярной формами графита. Причем, если из высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита изготавливаются в основном изложницы небольшой массы (от 2 т до 5 т), то из высокопрочного чугуна с вермикулярной формой графита изготавливают изложницы до 60 т и выше.

В Англии из высокопрочного чугуна с вермикулярной формой графита изготавливается до 80% изложниц.

Термоциклическая стойкость серого чугуна, помимо размера и расположения графитных включений во многом определяется содержанием серы в исходном расплаве. Сера образует легкие эвтектики, которые формируются по границам зерен в процессе кристаллизации и при контакте с жидким металлом происходит окисление и разрушение металлической матрицы в местах расположения сульфидной эвтектики.

Таким образом, для решения технологической задачи, получения новых материалов и