

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ**О НОВОМ ПОДХОДЕ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЖИДКОСТЕКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЬЯ В ПЕРИОД ВСЕОБЩЕГО КРИЗИСА****Часть 2. СТЕРЖНИ И ФОРМЫ, ОТВЕРЖДАЕМЫЕ В КАМЕРНЫХ СУШИЛАХ**

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

Влага в литейной форме - один из самых вредных факторов, крайне негативно влияющий на качество отливки. При заливке металла в сырую форму отливка может сильно поражаться пригаром, ужиминами песочными и газовыми раковинами, засорами. А если эту форму при прочих равных условиях высушить теплом, то можно полностью или почти полностью избавиться от вышеупомянутых дефектов.

В песчаной форме затруднительно и неэкономично полностью избавиться от влаги. В связи с этим технологические меры чаще всего направлены на удаление влаги из поверхностных слоев формы на глубину от 10 до 150 мм, поскольку состояние именно этих слоев формы играет решающую роль в обеспечении надлежащего качества отливок.

Сушка форм и стержней в камерных сушилах - самая давняя разновидность тепловой сушки в литейном производстве. Из всех технологических приемов литейного производства тепловая сушка - самое радикальное средство обеспечения высокого качества отливок.

Возможности производства отливок приемлемого качества в сырой форме ограничиваются предельной единичной массой отливки в 500 кг. Безусловно, этот порог условный. В отдельных случаях масса отливки может быть и меньше и больше. Более крупные отливки изготавливаются в формах, отверждаемых теплом, газами, порошковыми или жидкими отвердителями. Из перечисленных технологических средств лишь тепловая сушка обеспечивает отсутствие влаги в поверхностных слоях формы. Самые крупные и уникальные отливки из стали и чугуна массой до 100 тонн и более изготавливаются только в формах, высушенных теплом.

В нашей предыдущей статье (см. «Литье Украины» № 3 за 2009 г.) мы осветили наиболее простые и малоэффективные разновидности тепловой сушки и оговорили пределы их применения.

В настоящей статье мы предлагаем читателю - литейщику наш подход к использованию камерных сушил для сушки стержней и форм из жидкостекловых смесей. Разработке технологии сушки стержней и форм в камерных сушилах предшествовали проведенные нами исследования различных аспектов этого вопроса.

**1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОРАБОТКИ ПРОЦЕССА ТВЕРДЕНИЯ
ЖС И ЕЕ ПОВЕДЕНИЯ ПРИ ЗАЛИВКЕ МЕТАЛЛА В ФОРМУ**

Главное отличие применения сушил для жидкостекловых технологий от их аналогичного применения для песчано-глинистых технологий заключается в температуре (далее Т) и в продолжительности сушки. Если Т сушки стержней и форм из песчано-глинистых смесей (далее ПГС) достигает 400°C, а в отдельных случаях и 500-550°C, то сушка жидкостекловых смесей (далее ЖС) ограничивается 300°C. Главная причина этого - в снижении прочности ЖС при Т сушки более 300°C. Кроме того, при высокой Т сушки, особенно в сочетании с быстрым нагревом поверхности формы, может происходить растрескивание и коробление подсушенной поверхностной корки.

Известно [1], что при сушке формовочных смесей теплом упрочнение, т.е. превращение подвижной сыпучей песчаной массы в монолитное тело, происходит за счет нарастания вязкости связующего вплоть до его превращения в твердое тело, которое и связывает песчаные зерна. При использовании связующих типа патоки, крахмала, декстрина, лигносульфоната технического жидкого этот процесс является плавным и постепенным. ЖС же твердеет по-иному. Отличие твердения ЖС заключается в том, что даже после кратковременного нагрева ЖС при незначительном удалении из нее влаги, т.е. при частичном высушивании, она приобретает достаточно высокую прочность, тогда как приобретение прочности обычными, например песчано-масляными смесями, связано с обязательным предварительным полным или почти полным удалением влаги [2]. Причиной такого благоприятного твердения ЖС является характер изменения вязкости жидкого стекла с увеличением его плотности (рис. 1). При превышении значения плотности жидкого стекла 1,55 г/см³ имеет место скачкообразный рост его вязкости, что обусловлено особенностями коллоидного раствора силиката натрия, каковым является жидкое стекло.

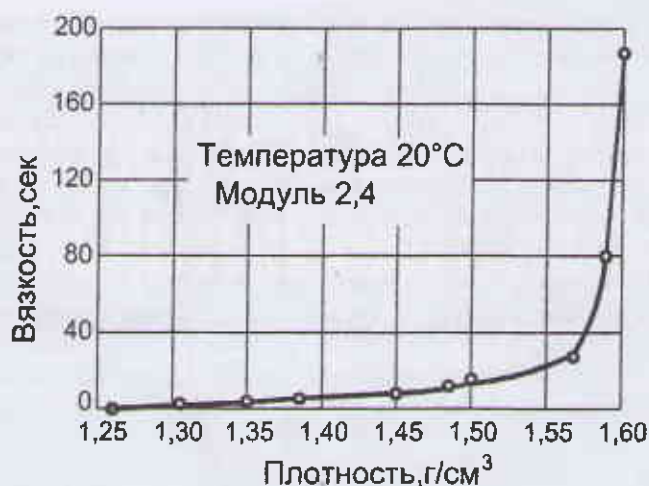


Рис. 1: Изменение вязкости жидкого стекла в зависимости от его плотности

Принимая во внимание, что при любом способе сушки форма отверждается не во всем объеме, а лишь на определенную глубину и что оставшаяся в форме влага может мигрировать как в сторону периферии формы, так и к ее рабочим, т.е. соприкасающимся с металлом, поверхностям, считаем целесообразным в первую очередь рассмотреть два вопроса: первый - влияние температуры сушки на свойства ЖС и в первую очередь на ее прочность, и второй - влияние обратной миграции влаги на эти же свойства ранее высушенной ЖС.



Рис. 2: Изменение прочности ЖС в зависимости от температуры их прокаливания и интенсивности последующей гидротации

Влияние температуры сушки на свойства ЖС. Важнейшим свойством смеси является ее прочность. Согласно [1,2] основная потеря влаги смесью и ее основное упрочнение происходят при нагреве ЖС до 200-250°C. Наиболее интенсивная потеря влаги и наибольшее упрочнение совпадают в вышеуказанном температурном интервале. В серии экспериментов образцы из ЖС высушивались и прокачивались при температурах от 20 до 800°C. Прочность образцов из первой партии показана на рис. 2 (кривая 1). Вторая партия образцов увлажнялась до ее полного насыщения водой и выдерживалась 1 ч в эксикаторе, третья партия была обработана в реальной форме водяным паром по методике рис. 3, имитируя зону конденсации пара в реальной форме. Наиболее характерными и показательными являются кривые 2 и 3, анализ которых позволяет констатировать следующее:

- высушенные при T до 200°C образцы при пропаривании первыми теряют свою прочность почти до нулевого значения при их исходной $\sigma_{сж}$ 130кгс/см²;

- начиная с T 200°C и до 300°C сохраняется вполне приемлемая для реальной технологии $\sigma_{сж}$ - примерно 20 кгс/см² после пропаривания и 50 кгс/см² после увлажнения при комнатной температуре;
- возможная миграция влаги с любой стороны глубинные слои формы или ее полость до T сушки 200°C еще представляет опасность с точки зрения разупрочнения поверхностного слоя формы при заливке ее металлом и образования ужимин при наличии в этом слое влаги;
- наиболее благоприятные условия в жидкостекольной форме создаются в результате нагрева ее рабочей поверхности до 250-300°C;
- начиная с 500°C пропаривание смеси не приводило к сколько-нибудь значительному снижению ее прочности по причине полной дегидратации силиката натрия и потере им растворимости в воде.

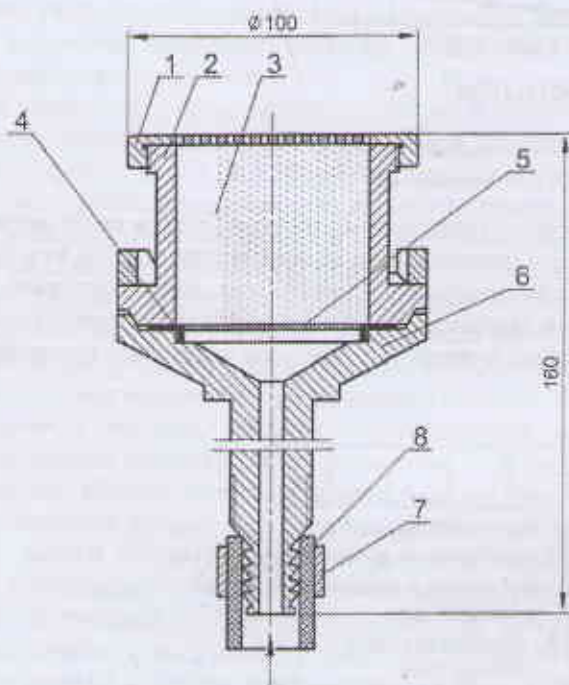


Рис. 3: Схема приспособления для обработки образцов насыщенным водным паром:

- 1 - накидная гайка
- 2 - гильза
- 3 - обрез из ЖС
- 4 - уплотнение
- 5 - сетка
- 6 - корпус
- 7 - хомут
- 8 - шланг

Обработка паром проявленных на воздухе образцов при их остаточной влажности 1% и $\sigma_{сж}$ порядка 90 кгс/см² приводила к их мгновенному разупрочнению. Основная причина этого – в неполной дегидратации образцов.

Таким образом, изменение прочности в зоне конденсации существенно зависит от T сушки форм и стержней. Повышение T сушки сверх 200-250°C способствует более полной дегидратации силиката натрия, уменьшает скорость и абсолютную величину последующей гидратации в зоне конденсации. Это, в свою очередь, обуславливает сохранение некоторой прочности в зоне конденсации, предупреждая таким образом разрушение рабочих слоев формы и образование дефектов.

Глина в составе ЖС играет большую роль в формировании сырой, сухой прочности, а также существенно влияет на ее изменение в зоне конденсации водяного пара. Ответ на эти вопросы следует из рис.4. Исходные свойства безглинистой и глинистой ЖС (рис.4) характеризуется кривыми 1 и 3 соответственно. Более острый пик кривой 1 безглинистой ЖС обусловлен тем, что при T выше 110°C начинается интенсивное вспучивание жидкого стекла, нарушающее оплошность связующих пленок силиката натрия, в которые превратилось жидкое стекло, и тем самым обуславливающее резкое падение прочности. Связующая пленка становится ноздреватой и потому непрочной. Полагаем, что вспучивание связано с эндотермическим эффектом, имеющим место в интервале температур 110-130°C [2]. Присутствие глины в составе такой же смеси уменьшает вспучивание жидкого стекла, чем и обуславливается скругленный характер пиковой части кривой 3.

При длительной паровой гидратации смесей (перед установкой в автоклав образцы увлажнены до полного насыщения) безглинистая смесь полностью разупрочнилась (кривая 2). Лишь после нагрева смеси до 800°C наблюдался некоторый рост прочности, который, вероятно, обусловлен плавлением силиката натрия и спеканием его с песчаной основой смеси. Что же касается глинистой смеси, то, начиная с 250°C (кривая 4) ее прочность возросла до некоторого максимума (при 350°C) и в дальнейшем повторяла ход кривой 3 исходной прочности.

Характерной особенностью жидкостекольной глинистой смеси, обработанной паром, является ее «жесткость» даже в области умеренных T предварительной сушки (250-300°C). Этой же особенностью обладают

смесь с добавкой 2% мела, а также смесь формовочной глины и жидкого стекла, прошедших температурную обработку и длительную паровую гидратацию.

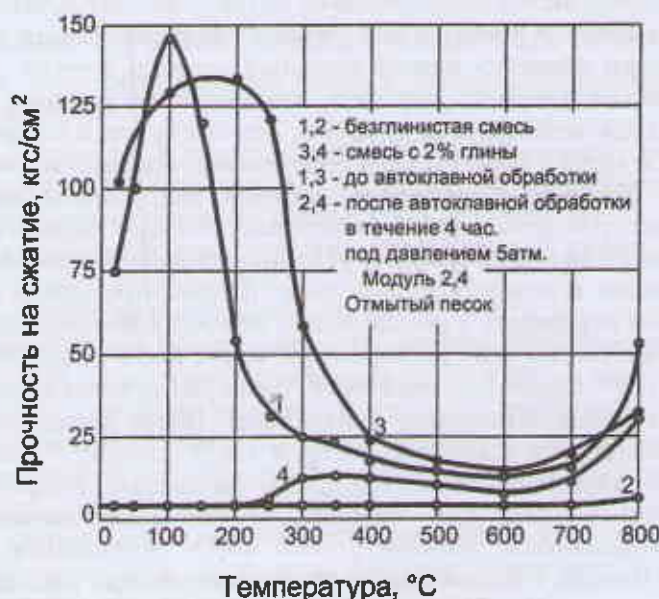


Рис. 4: Изменение прочности глинистой и безглинистой ЖС в исходном состоянии и после автоклавной обработки в зависимости от температуры их прокалики

Влияние глины на прочность ЖС в зоне конденсации видно также на рис. 5. Т сушики 350°C выбрана из соображения, что смесь в этом состоянии обладает максимальной «мокрой прочностью» (см. рис. 2, кривая 3). Как следует из рис. 5, при увеличении содержания глины от 0 до 3% прочность смеси после автоклавной обработки повышается от 0 до 34,2 кгс/см².

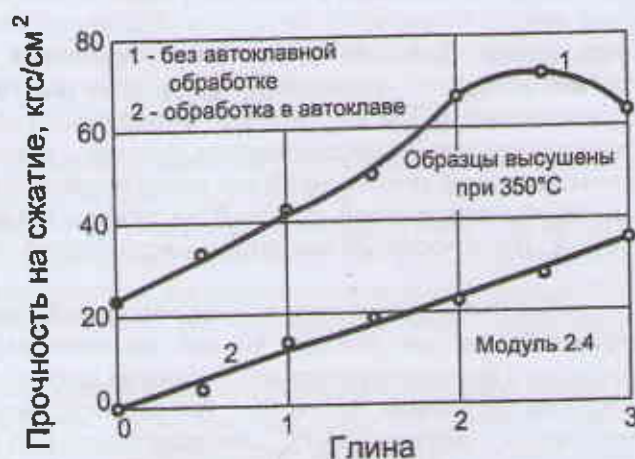


Рис. 5: Изменение прочности ЖС в исходном состоянии и после обработки в автоклаве в зависимости от её глиносодержания

Таким образом, общей закономерностью для ЖС, упрочнение которых обусловлено дегидратацией, является существенное уменьшение их прочности в зоне конденсации влаги. Снижение остаточной влажности смеси, присутствие глины (при тепловой сушке) и особенно тепловая обработка их при температурах не ниже 250-300°C в определенной степени уменьшают результирующее действие водяных паров, но не устраняет его полностью.

Разупрочняющее действие водяных паров может быть заметно ослаблено в условиях формирования прочности жидкостекольных смесей в результате разложения силиката натрия с образованием геля кремневой кислоты (CO₂ – процесс) либо в результате протекания более сложных процессов, имеющих место, например, при взаимодействии жидкого стекла с β- ортосиликатом

кальция (самотвердеющие смеси), о чем будет сказано в наших последующих публикациях по ЖС.

Термостойкость и обгар форм из ЖС. При заливке крупных форм металлоемкостью 1 т и более их верхние части подвергаются интенсивному нагреву за счет лучеиспускания расплавленного металла. Промежуток времени от поступления первой порции металла в форму до его подхода к облучаемым верхним частям формы – самый опасный с точки зрения разрушения нагреваемых поверхностей и образования ужимин, засоров, песочных и газовых раковин. Эта опасность сохраняется и после подхода металла при условии, что он течет и омывает верхние части форм. Ситуация стабилизируется лишь с полным прекращением движения металла. Промежуток времени между началом заливки формы и появлением первых разрушений ее поверхностей, особенно верхних, называется термостойкостью [3]. Термостойкость форм зависит от множества факторов, важнейшими среди которых при прочих равных условиях являются связующие. Согласно [3] в первый момент после начала заливки в поверхностных слоях формы происходит сначала усадка, которая через несколько мгновений переходит в расширение, обуславливающее деформации и разрушения поверхности. Вредные проявления этих деформаций могут быть предупреждены релаксацией, т.е. снятием напряжений за счет взаимной подвижки деформируемых слоев формы. Жидкое стекло в этом отношении является благоприятным связующим. После дегидратации жидкого стекла его связующие пленки превращаются в силикат натрия $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$, который имеет T плавления примерно 800°C . Если в связующие пленки внедрены глинистые, кварцевые, шамотные и другие неорганические включения, то T плавления силиката натрия может повышаться до 1100°C и более. В связи с этим будет отодвигаться температурный порог релаксации деформирующихся слоев формы. Но относительно низкая T плавления силиката натрия при производстве крупных отливок может играть негативную роль. При длительном облучении до подхода металла верхов форм их поверхностные слои размягчаются и даже разжижаются, отрываясь под действием собственной массы от еще твердых слоев формы, засоряя металл песочными включениями. В местах отрыва верхних слоев образуются дефекты в виде наростов неправильной формы.

Одним из способов снижения интенсивности нагрева поверхностных слоев жидкостекольных форм является окрашивание их светлыми противопопригарными красками, о чем свидетельствует нижеописанный эксперимент, проведенный авторами на заводе «Сибтяжмаш» (г. Красноярск, Россия). Для эксперимента была выбрана отливка зубчатого колеса из стали 45 АІІ массой 18,5 т, масса жидкого металла 26 т, наружный диаметр 4200 мм, высота 450 мм при толщине обода 200 мм.

Наружная поверхность обода оформляется восемью стержнями, изготавливаемыми по CO_2 -процессу, в один из стержней вставили термопару заподлицо рабочей поверхностью. Вторую термопару установили на расстоянии 6 мм от рабочей поверхности формы, так как ужимины образуются в результате разупрочнения и расслаивания формы именно на этой глубине. Термопары были расположены на одной линии, на 60 мм ниже верхнего торца обода отливки. Одну половину стержня окрасили белой корундовой краской на основе жидкого стекла слоем 0,3 мм, другую оставили неокрашенной. Влажность 20-мм корки окрашенной части стержня ко времени сборки составила 1,3%.

Об отражательной способности окрашенной и неокрашенной поверхностей формы судили по их освещенности, замеренной на расстоянии 40 мм люксметром при освещении объекта направленным светом одного и того же кинопроектора. В данном случае освещенность окрашенной и неокрашенной частей стержня составила 450 и 400 Лк соответственно. Температура металла, замеренная термопарой погружения, состава 1540°C . Заливка формы до подхода металла к области расположения термопар продолжалась 240 с после поступления первой порции металла в полость формы. Форма была залита полностью за 10 мин через два стопора одновременно.

Результаты эксперимента показали, что светлая краска снижает температуру поверхностного слоя формы на 50°C . Интенсивный нагрев слоев формы, расположенных в 6 мм от отливки, начинается лишь с момента подхода металла в изучаемую область. Замечено, что при использовании жидкого стекла с $M=2,15$ количество засоров в отливке увеличивается по сравнению с высокомолекулярным жидким стеклом ($M=2,7-2,9$) из-за интенсивного разупрочнения смесей и расслоения верхних и боковых поверхностей форм по причине более низкой температуры плавления низкомолекулярного силиката натрия.

Присутствие в хромите и хромомagneзите окислов CaO и других окислов сдвигает температуру плавления многокомпонентных систем на основе силиката натрия в более высокие области, поэтому жидкостекольные смеси на основе этих огнеупорных наполнителей применяют для изготовления крупных стальных отливок единичной массой до 30 т.

Некоторые машиностроительные заводы, например Новокраматорский, облицовывают нижние полуформы смесями на жидком стекле, а верхние - песчано-глинистой, как более прочной при высоких температурах.

2. СУШКА ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ КАМЕРНЫХ СУШИЛАХ

В энергозатратном отношении сушка форм в камерных сушилах – самая энергоемкая и дорогая по следующим причинам:

- плотное заполнение сушильной камеры стержнями и формами, затрудняющими, несмотря на наличие нормативных просветов и зазоров между ними, свободную и эффективную циркуляцию горячих топочных газов, от которых тепло передается к стержням и формам;
- в связи с глубоким расположением рабочих поверхностей крупных форм их омывание и сушка топочными газами затруднены;
- нагреванию подвергаются не только рабочие поверхности, но и опоки и прилегающие к ним периферийные слои, а также контралады (со стороны шпонных решеток) форм, что технологически не требуется. При этом нагрев этих частей форм ввиду их наружного расположения осуществляется в первую очередь. Нагрев ЖС рабочих поверхностей происходит с запозданием. Наиболее предпочтительным и эффективным является такой способ сушки, когда первоочередному нагреву подвергаются рабочие поверхности формы, что в камерных сушилах невозможно;
- нагретые снаружи формы остывают до технологически требуемых температур во много раз дольше, чем в случае их сушки со стороны рабочих поверхностей, что в целом увеличивает цикл производства и тем самым замедляет его темпы;
- в связи с тем, что горячие топочные газы, как правило, поступают в сушильную камеру из расположенных внизу по бокам боровов, температура сушки в различных частях камеры сильно колеблется. Разница температур, например внизу и вверху, в задней и в передней частях камеры, может достигать 100-150°C. Это негативно сказывается на качестве подвергаемых сушке форм;
- режимы сушки в камерных сушилах В4-6 раз более длительные, чем, например, при поверхностной сушке форм переносными газовыми или электрическими сушилами, когда сушке подвергаются только рабочая поверхность формы, как это и требуется по технологии.

Вышеперечисленных недостатков лишена технология сушки форм при помощи переносных сушил. Однако на многих заводах камерные сушила, предусмотренные проектами в 50-60-е годы прошлого века, существуют, и заводы вынуждены их эксплуатировать, идя на энергетические и финансовые издержки.

Технологическая характеристика режимов сушки. Важнейшие элементы технологии сушки стержней и форм из ЖС в камерных сушилах таковы:

- изготовленные формы и стержни перед их загрузкой в камерные сушила должны быть выдержаны в цеховом помещении не менее 1,5 ч. Кратковременное провяливание стержней и форм смягчает интенсивность их нагревания и предупреждает образование зоны конденсации с нулевой прочностью ЖС, распаривание и коробление подсушенных слоев стержней и форм;
- загрузку стержней и форм в сушило лучше производить, когда оно охлаждено до цеховой T или нагрето до T не более 100°C. Мотивы этого требования те же, что в п. 1;
- лучшим вариантом комплектации форм и стержней одной садки были бы приближенные по габаритным размерам и толщинам стержни и формы. Однако в реальных условиях выдержать это требование затруднительно или невозможно. Поэтому режимы сушки надо назначать применительно к более крупным формам и стержням.

Режимы сушки стержней таковы:

Мелкие стержни с толщинами тел до 300 мм подвергается нагреванию от 100 до 300°C в течение 2 ч, выдерживаются при 300°C 2 ч и остывают до 100°C вместе с сушилом 1,5-2 ч. Если имеется возможность, следует сделать максимальную выдержку для охлаждения стержней вместе с закрытым сушилом. При необходимости ускорить охлаждение стержней можно открыть дверь сушила и выкатить тележку со стержнями наружу.

Такой режим обеспечивает толщину высушенного слоя до 50 мм. С выдержкой стержней в закрытой камере толщина высушенного слоя увеличивается до 100 мм. Однако стержень

будет обладать технологически приемлемой прочностью на гораздо большей глубине, так как ЖС приобретают прочность начиная с их влажности (в сторону ее уменьшения) 2%.

Средние стержни с толщинами тел от 300 до 600 мм подвергаются нагреванию по режиму мелких стержней с выдержкой при 300°C 4 ч и остыванием вместе с камерой 2-3 ч. Такой режим обеспечивает толщину высушенного слоя до 60 мм с ее увеличением до 120 мм при охлаждении садки в закрытой камере.

Крупные стержни с толщинами тел более 600 мм нагреваются по режиму сушки мелких стержней до 300°C 2 ч, выдерживаются при 300°C в течение 6 ч и охлаждаются вместе с камерой 2-3 ч. При этом обеспечивается толщина высушенного слоя до 80 мм с ее увеличением до 150 мм при охлаждении в закрытой камере.

Режимы сушки форм таковы:

Мелкие формы в опоках с размерами в свету 1200x1600 мм нагреваются до 300°C в течение 2 ч, выдерживаются при 300°C 2 ч и охлаждаются в закрытой камере 2-3 ч. Этот режим сушки обеспечивает толщину высушенного слоя 18-20 мм с ее увеличением при охлаждении форм в закрытой камере.

Средние формы в опоках с размерами в свету от 1200x1600 до 2000x3000 мм нагреваются до 300°C 2 ч, выдерживаются при 300°C 4 ч и охлаждаются в закрытой камере 2-3 ч. При этом толщина высушенного слоя достигает 28-32 мм с ее увеличением при охлаждении форм в закрытой камере.

Крупные формы в опоках с размерами в свету более 2000x3000 мм нагреваются до 300°C в течение 2 ч, выдерживаются при 300°C 6 ч и охлаждаются в закрытой камере 2-3 ч. При этом толщина высушенного слоя составляет 45-50 мм с ее увеличением при охлаждении форм в закрытой камере.

Ниша крупных кессонных форм высушиваются при помощи переносных аппаратов [4]. Общее время сушки составляет 5 часов. В первые 30 мин поддерживается Т сушки 140-150°C, в последующие 30 мин – 180-220°C и в последующие 4 ч – 300°C. Толщина высушенного слоя составляет 40-50 мм.

Верха кессонных форм высушиваются по режиму сушки крупных форм.

Высушенные формы охлаждаются на воздухе, собираются и заливаются. Время от сборки до заливки не должно превышать 12 ч. Если это время просрочено, форму надо разобрать, заново подсушить пламенем газовой горелки 15-30 мин, охладить, собрать и залить.

Глубина высушенного слоя приборами или иными техническими средствами не контролируется. Она обеспечивается надлежащим соблюдением режимов сушки.

3. ОКРАШИВАНИЕ СТЕРЖНЕЙ И ФОРМ

Формы в сыром состоянии (до сушки) не окрашиваются в связи с возможным растрескиванием и короблением окрашенных поверхностей.

При необходимости окрашивания форм водными противопожарными красками эту операцию следует производить после сушки и остывания формы до Т 70 – 80°C. Если имеется необходимость двукратного окрашивания, то второе окрашивание производится после высыхания первого красочного слоя. В обоих случаях красочный слой высыхает за счет остаточного тепла полуформы.

Стержни и формы рекомендуем окрашивать следующими водными противопожарными красками нашего производства:

- для чугунного литья – марки ППП – 1, ППГ – 1, ДП-2, ДС-2, ТГ-1, ТП-2, ППШ-1;
- для стального литья – марки ЦП-2, ДП-2, ДС-2, ППКор-1, ППК-1, ХМ-1, КС-1, ППШ-1;
- для бронзового литья – марки ППГ – 1, ДП-2, ДС-2, ТГ-1;
- для литья из алюминиевых сплавов – марки ДП-2, ДС-2, ТП-2.

Высушенные стержни и формы после их охлаждения до 400С можно окрашивать также быстросохнущими (спиртовыми) красками, используя нижеследующие быстросохнущие краски того же производителя:

- для чугунного литья – марки БПГ, БПДС, БПЦ, БПТГ, БПТ, БПШ;
- для углеродистого стального литья – марки БПК, БПДС, БПКор, БПЦ, БПХ, БПХМ,

БПМУ;

- для литья из нержавеющей сталей – марки **БПЦ, БПКор, БПХМ**;
- для литья из марганцовистых сталей – марки **БПХ, БПХМ, БПЦ**;
- для бронзового литья – марки **БПГ, БПТГ, БПДС**;
- для литья из алюминиевых сплавов – марку **БПДС**.

Технология использования водных и быстросохнущих противопопригарных красок изложена в наших технологических инструкциях, которые мы предоставляем по первому требованию наших клиентов.

Как водные, так и быстросохнущие противопопригарные краски можно наносить на формы кистью или пульверизатором.

На основе выполненных исследований разработана технология сушки стержней и форм в камерных сушилах, которая изложена в отдельной технологической инструкции.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ

Выше уже констатировалась невыгодность сушки стержней и форм в камерных сушилах.

Для облегчения принятия решения в пользу тепловой сушки форм и стержней в камерных сушилах и форм при помощи переносных сушил приводим нижеследующую дополнительную информацию.

Продолжительность тепловой сушки полностью высушиваемых и поверхностно подсушиваемых форм [5]:

Размеры опок, мм	Масса отливки, кг	Время сушки форм, мин.	
		полностью высушиваемых	поверхностно подсушиваемых
От 600х500х300/300 до 1200х800х400/300	До 600	300-480	10-30
От 1200х800х400/400 до 3000х2000х500/500	600-3000	480-720	30-180
От 3000х2000х500/500 до 5000х3000х700/700	3000-5000	960-1440	120-180

Мощность, необходимая для сушки одной формы размерами 2000 х 3000 мм переносным электровентиляторным сушилом, составляет 43 кВт [6].

При сушке крупных форм газовой горелкой расход природного газа при его теплотворной способности 8500 ккал/м³ составляет 10-12 м³/ч [4].

Расход природного газа для сушки стержней при 220-240°С в сушиле с суммарным объемом шести камер 48,9 м³ составляет 80-100 м³/ч [7].

Предлагаемый читателю материал базируется на наших исследованиях и опыте заводов тяжелого машиностроения.

Литература:

1. А.М.Лясс. Быстротвердеющие формовочные смеси. «Машиностроение», М., 1965.
2. А.М.Лясс. Некоторые итоги исследований свойств быстротвердеющих смесей с жидким стеклом. «Литейное производство» № 7, 1961.
3. А.М.Петриченко, А.А.Померанец, В.В.Парфенова. Термостойкость литейных форм. «Машиностроение», М., 1982.
4. П.Ф.Парасюк. Газовая горелка для сушки крупных форм. «Литейное производство», № 7, 1964.
5. Ф.И.Бугров, И.Д.Головки. Справочные таблицы по проектированию литейных цехов. «Машиностроение», М., 1964.
6. В.Г.Кадников, А.М.Липницкий. Сушильщик. «Машгиз», М.-А., 1962, с.105.
7. Л.И.Милюевский, И.В.Матвиенко. Реконструкция камерных сушил для стержней «Литейное производство», № 9, 1964.