

9. Гуляев Б. Б., Пряхин В. И., Колокольцев В. М. Иерархия структур и механические свойства литой стали // Литейн. пр-во. – 1986. – № 10. – С. 9-12.
10. Голенко П. К., Голод В. М. Системный анализ литейных процессов // Там же. – 1989. – № 10. – С. 4-7.
11. Spenser D. Thesis Massachusetts Institute of Technology. – Cambridge: MA, 1971.
12. Борисов Г. П. Наследственность теплосилового воздействия на расплав в области квазидвухфазного состояния // Литейн. пр-во. – 1991. – № 4. – С. 6-8.
13. Суїні Ю. Управління і комерціалізація інтелектуальної власності в університетах та дослідницьких центрах // Інтелектуальна власність. – 2006. – № 2. – С. 32-38.
14. Марченко А. Е. Технология как объект и инструмент менеджмента качества в производстве сварочных электродов // Автоматическая сварка. – 2005. – № 12. – С. 33-41.
15. Згуровский М. З., Панкратова Н. Д. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения. – Киев: Наук. думка, 2005. – 743 с.

Summary

V. Tsurkin

Principles of the system approach to choose methods of out furnace treatment of melt

Within the limits of representation about methodology of structurization of the control system of cast metal quality in the general statement, the system of features characterizing the problem to the choice of technological methods of out furnace treatment of melt based on physical principles of influence on a metal is offered and analyzed.

Анотація

В. М. Цуркін

Принципи системного підходу до вибору методів позапічної обробки розплаву

В рамках уявлень про методологію структурування системи керування якістю литого металу у загальній постановці запропоновано та проаналізовано систему ознак, які характеризують проблему вибору методів позапічної обробки розплаву, заснованих на зовнішньому фізичному впливі на метал.

Ключевые слова

Внепечная обработка расплава, система качества, классификация признаков, стабильность, надежность, эффективность

УДК 621.744

В. С. Дорошенко, О. И. Шинский (ФТИМС НАНУ)*

Литье в оболочковые формы, полученные пропиткой сухого песка связующим

Отечественная научно-техническая формовочная традиция общеизвестна среди литейщиков. Ее составляют работы таких видных ученых в области теории и технологии литейной формы как С. П. Дорошенко, А. М. Петриченко, А. Н. Цибрик, А. С. Лакеев, Ф. Д. Оболенцев и др. Их наследие дает нам понимание того, что этот раздел науки о литье представляется не как набор связанных между собой сведений,

Во ФТИМС НАНУ предложен новый способ получения оболочковых форм. Приведен пример его применения при изготовлении отливки шестерни. Построенные по результатам экспериментов графики потери массы вакуумируемой песчаной формы в течение времени таяния и впитывания в песок ледяной модели с подсушкой формы около 1 мин показывают уменьшение массы продуктов модели на 45 %. Получение описанной оболочковой формы занимает до 20 мин, включая операции нанесения на ледяную модель покрытия, засыпки и виброуплотнения песка, плавления модели при вакуумировании песка, подсушки полости формы потоком теплого воздуха, высыпания песка из опоки. В песок формы вводили около 0,3 % связующего

* Экспериментальную часть работы и изготовление отливок выполнил Ю. Н. Иванов

а скорее как непрерывно пополняемый поток разнонаправленно изменяющейся информации. Нередко заметные достижения в технологии формовки связывают с отдельными странами, например: ЖСС создана в СССР, вакуумно-пленочная формовка (ВПФ) – в Японии [1], близкий по теме статьи отечественный вариант способа ЛГМ (литье по газифицируемым моделям) запатентован А. Р. Чудновским. В этой статье описан еще один новый способ песчаной формовки, разрабатываемый отечественной научной школой.

Важность научной и технологической информации о песчаной форме объясняется тем, что в формах этого вида производят 75-80 % тоннажа отливок, а связанные с формовкой процессы, с точки зрения экономики, часто занимают не менее половины затрат на производство отливок. Экологические загрязнения, связанные с материалами и технологией формы, могут достигать 80 % от всех вредностей литейного цеха. Поэтому трудно говорить об оздоровлении культуры литейного производства с учетом ужесточения экологических норм (в частности, Киотским протоколом) без существенного снижения загрязнений по вине песчаной формы. В свою очередь, это мотивирует интерес к способам литья в формы из сухого несвязанного песка, уплотняемого и удерживаемого с помощью перепада газового давления за счет вакуумирования. Исключение из такой формы связующего способствует снижению вредных выбросов в атмосферу цеха на порядок, включая способы литья по одноразовым моделям. А улавливание и удаление газов при этом с границы «металл-форма» через вакуумные трубопроводы, вакуумные насосы, систему пылесосаждения и каталитического дожигания кардинально улучшает экологическую культуру литейного цеха.

В процессе совершенствования технологии литья по одноразовым моделям, проводимого во ФТИМС НАНУ, стало очевидно, что вакуум формы не только эффективно удаляет газы из сухого песка, но и быстро впитывает в него жидкие продукты, например, получаемые при деструкции одноразовой литейной модели, изначально заформованной в твердом виде при выполнении конфигурации отливки [2]. В отделе физико-химии формообразования решено было использовать эти продукты для получения прочной поверхностной песчаной корки вокруг полости, возникающей на месте удаляемой одноразовой модели, что повлекло разработку нового способа формовки. Так были созданы способы получения оболочковой формы вокруг одноразовой модели, в которых впитываемые в песок жидкие продукты модели использовали в следующих целях: как реагент-отвердитель близлежащего слоя формы при добавке в песок сыпучего ма-

териала (гипс, цемент и другие), твердеющего при контакте с этим отвердителем [3] и, в том числе, наносимого в виде облицовочного слоя (покрытия) на модель [4]; как носитель связующего, которое осаждается в поверхностном слое формы, связывает и, в значительной мере, герметизирует его [5].

При литье по ледяной модели впитываемой в песок формы таяние модели можно стимулировать следующими способами: песок формы предварительно нагревать; обеспечивать экзотермическую реакцию модельного материала с сыпучей формовочной смесью [3]; подавать через трубчатый выпор поток нагретого воздуха, в одном из вариантов всасываемого за счет вакуума формы [6]; подавать через трубчатый выпор жидкий теплоноситель в виде нагретой модельной водной композиции с добавкой связующего [7]. При использовании модели из пенопласта предложен вариант перевода ее в жидкий раствор путем растворения живичным скипидаром из расчета создания не более 40%-го раствора для обеспечения достаточно высокой текучести этого раствора при пропитке [8]. Для формовки хрупких и облицованных моделей использовали способ [9] при контакте зерен засыпаемого в опоку песка практически в одно касание, а для ускоренного охлаждения и послойного с фиксированной скоростью высыпания сухого песка без пылеобразования – способ [10], имеющий некоторую аналогию с просыпанием песка в песочных часах.

Среди принципиальных вопросов при получении песчаной оболочки стояла необходимость выяснить степень насыщения сухого песка формы продуктами таяния модели. Кроме того, интересовало, в какой мере впитывание этих жидких продуктов модели может увеличить газотворность формы. По расчету при традиционном расходе формовочной смеси 3-5 т на 1 т отливок из железоуглеродистых сплавов таяние ледяной модели увлажнит песок соответственно на 4,2-2,5 % от массы песка (исходя из соотношений плотностей льда и чугуна), что в среднем ниже влажности смесей, применяемых для сырой формовки. В этом случае при наличии в модельной композиции 10 % связующего после ее таяния и впитывания песок будет содержать 0,42-0,25 % связующего.

Методика эксперимента по изучению процесса впитывания влаги от модели в песок под вакуумом состояла во взвешивании вакуумируемой формы во время таяния ледяной модели, своего рода гравиметрия (весовой анализ) песчаной формы, результаты которой указаны на графиках изменения массы m во времени τ . Для этого использовали форму с массой песка $3,0 \pm 0,1$ кг, массой контейнерной опоки – 0,55 кг, марка песка 2К02А. Образец ледяной модели имел температуру минус 15 °С и мас-

су 100 ± 2 г, что составляло $\sim 3,3$ % от массы песка формы – среднее значение ранее рассчитанного изменения влажности песка. В течение времени его таяния при сохранении значений ряда характеристик формы (массы песка, исходной температуры песка и модели, условий виброуплотнения песка с частотой вибрации 45 кол./с и амплитудой 0,7 мм при уплотнении формовочного материала в контейнере в течение 1 мин) измеряли массу формы при варьировании таких характеристик модели и условия ее таяния как температура теплоносителя – обдуваемого моделью воздуха, состав модели, наличие на ней покрытия. Для этого использовали весы электронные 9026ВН-ЗД13-УХЛ 4,2 (ТУ 25-7709.007-87), показанные на рис. 1.

В ряде экспериментов одинаковые образцы модели в виде круглой пластины диаметром 100 мм и толщиной 14 мм нагревали электрическим феном (термопистолет Kinzo (Голландия) для бытового применения, рис. 1, слева). Он имеет мощность 2 кВт и два режима работы с температурой воздуха на выходе из сопла 300 и 600 °С, с производительностью 500 и 650 л/мин соответственно. Температуру у поверхности модели регулировали изменением расстояния до сопла фена и измеряли ртутным термометром, а газовое разрежение – вакуумметром, подключая штуцер (рис. 1, справа от вакуумметра) к вакуумному насосу типа ВВН-1,5. При вакуумировании разрежение в форме для всех опытов поддерживали в пределах 0,040-0,045 МПа.

Результаты экспериментов показаны на графиках (рис. 2, а, б). Кривая 1 соответствует процессу таяния модели при температуре потока возду-

ха 60 °С, модель растаяла и полностью впиталась в песок формы за 11 мин, далее происходит подсушка песка. Кривые 2 и 4 – соответствуют таянию без нагрева при температуре воздуха 20 °С и при разной продолжительности виброуплотнения песка формы в течение 30 с и 1 мин. Для всех остальных кривых песок уплотняли вибрацией в одинаковом режиме в течение 1 мин.

В связи с заметным быстрым уменьшением массы формы измерили эту массу без ледяного образца (кривая 3) с открытой песчаной поверхностью, равной размеру образца модели. Эта кривая показывает, что за 5 мин масса формы уменьшилась быстро на 24 г, далее это уменьшение замедлилось (всего за 16 мин – на 33 г) и кривая стала практически горизонтальной. Такое уменьшение массы формы можно объяснить уносом, фильтрующимся сквозь песок потоком воздуха мелкой фракции песка через выкумный фильтр формы, выполненный в виде металлорукава РЗ-Ц-Х-22 У1 (ТУ 22-5570-83). Такие фильтры традиционно ставят на опоки, используемые для промышленных вариантов ЛГМ-процесса. Они гибкие и недорогие, поэтому важно было провести весовые исследования для формы именно с таким фильтром, чтобы учесть данные выполненных измерений для других процессов с вакуумированием формы. Фильтр на дне опоки показан на рис. 3. С таким фильтром выполнены измерения (кривые 6-11 на рис. 2, б), поскольку интерес состоял в определении, прежде всего, продолжительности таяния ледяной модели в условиях, близких к реально применяемым в литейных цехах формам.

Однако, при помещении этого фильтра в чехол из х/б ткани унос пылевой составляющей песка

полностью прекратился, что показала кривая 5 при вакуумировании формы без модели при температуре воздуха 20 °С. Поскольку песок был не просто сухой, а только что остывший после тепловой сушки в сушилке, наблюдался рост массы на 12 г за 22 мин, что можно объяснить насыщением влагой воздуха, который проходит сквозь него и связан трубопроводом с водокольцевым насосом. Нельзя исключать возможность так называемого молярного переноса влаги в сухой песок при наличии ее градиента концентрации в этом трубопроводе. Большинство кривых на рис. 2, а, б показывают в первые моменты (1-3 мин) рост массы формы на 2-5 г, что, наиболее вероятно, также связано с конденсацией влаги из воздуха на ледяной модели.

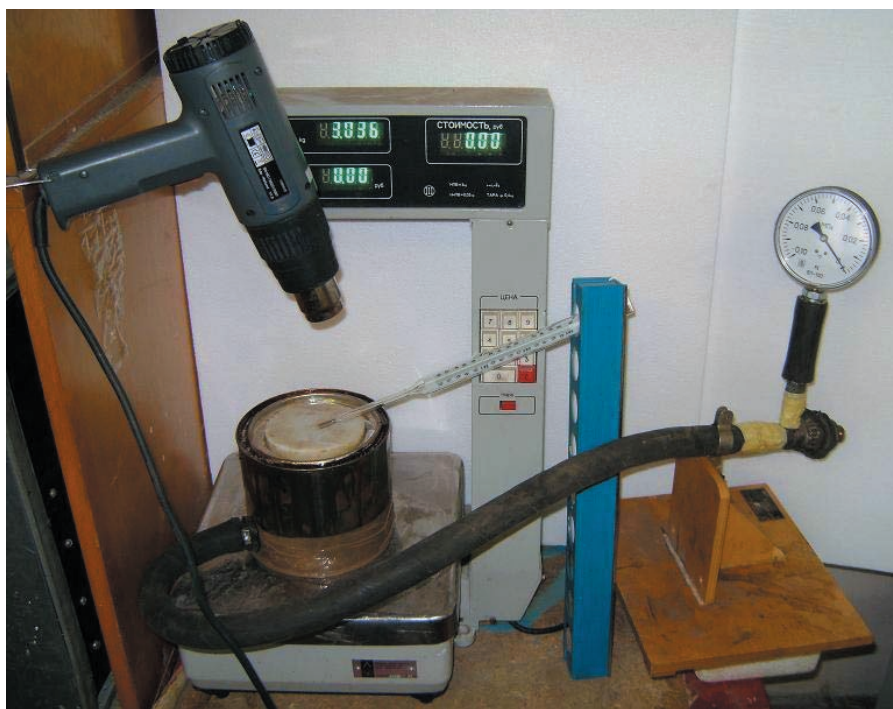


Рис. 1. Установка для взвешивания вакуумируемой формы при таянии ледяной модели

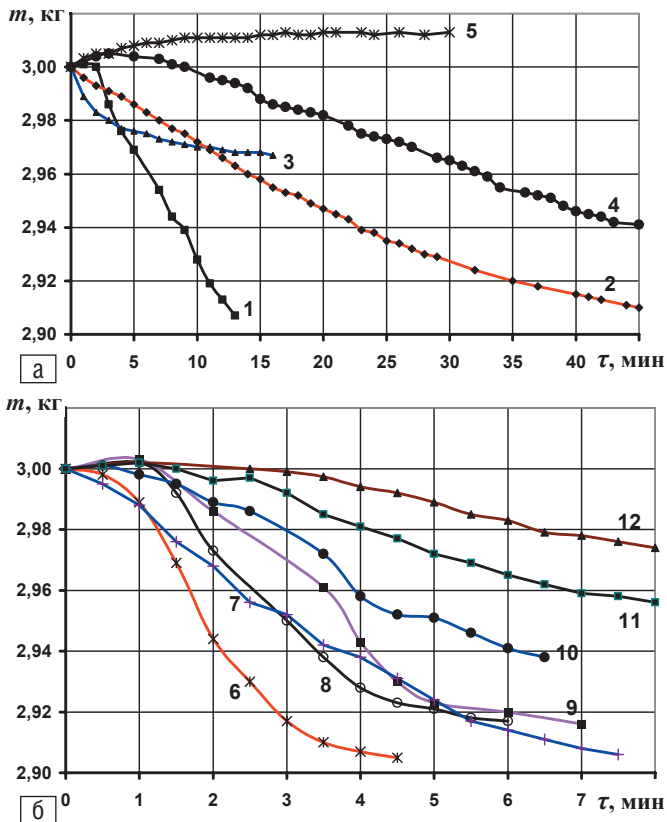


Рис. 2. Определение массы формы во времени при температуре воздуха, °С: 16-60 (а); 140-200 (б). а) кривая 1 – таяние модели при температуре потока воздуха 60 °С; кривая 2 и 4 – таяние без нагрева при температуре воздуха 20 °С и при разной продолжительности виброуплотнения песка формы в течение 30 с и 1 мин; кривая 3 – измерение массы формы без ледяного образца; кривая 5 – измерение массы формы без ледяного образца при наличии х/б чехла на вакуум-фильтре; б) кривая 6 – при нагреве воздуха до 200 °С; кривые 7-10 – при нагреве воздуха до 140 ± 5 °С, в т. ч. 7 – модель с 10 % крахмалита и облицовкой; 8 – ледяная модель из чистой воды; 9 – модель из льда с 10 % крахмалита; 10 – модель из воды с облицовкой; кривая 11 – впитывание ледяной модели из воды в песке после продувки до стабильной массы по кривой 5 в форме с фильтром, покрытым чехлом, температура воздуха 140 °С; кривая 12 – продувка формы при вакуумировании без модели с подогревом воздуха до 140 °С

На рис. 2, б показана серия кривых изменения массы формы при направлении на модель потока нагретого воздуха. Кривая 6 соответствует нагреву воздуха до 200 °С, ледяная модель растаяла быстрее всех других случаев и впиталась за 3,5 мин. С небольшой подсушкой жидкой влаги потеря массы за 4,5 мин составила до 95 г. После таяния модели крутизна кривой уменьшается и она приближается к горизонтали. Кривые 7-10 получены при нагреве воздуха до 140 ± 5 °С, таяние модели произошло в интервале 6-7 мин. Наиболее быстро растаяла ледяная модель из чистой воды (кривая 8), затем ледяная модель из воды с мелкодисперсной облицовкой толщиной 1-2 мм на основе дистенсиллиманита (кривая 10) с наименьшей из этих четырех кривых потерей массы, затем модель из льда с 10 % крахмалита (кривая 9), а последней – модель с 10 % крахмалита и указанной облицовкой (кривая 7).

Кривая 11 показывает впитывание ледяной

модели из чистой воды в песке после продувки до стабильной массы в соответствии с кривой 5 в форме с фильтром, покрытым чехлом из х/б ткани, температура воздуха 140 °С. Эта кривая наиболее адекватно отражает изменение массы в процессе сушки талой воды в песке без явления уноса мелкой фракции при вакуумировании. Потеря массы (составила 44 г) свидетельствует о потере песком влаги от модели массой 98 г на 45 %. Однако процесс сушки замедлился на 2 мин (по сравнению с кривой 8), вероятно, из-за сопротивления чехла потоку воздуха с возможным его запылением и отсутствия потока мелких частиц песка. Кривая 12 отражает эксперимент продувки формы при вакуумировании без модели, аналогично кривым 1 и 5, только с подогревом воздуха до 140 °С, унос песка через фильтр без чехла составил 28 г. Точно такой же унос песка показывает кривая 3 за те же 8 мин, что свидетельствует об отсутствии влияния на этот процесс изменения температуры воздуха в интервале 60-140 °С.

Параллельно с гравиметрией формы выполняли обработку технологии получения оболочковых форм по ледяным моделям (пример одного из вариантов описан ниже). Модели детали «шестерня» изготавливали из льда с добавкой 10 % крахмалита (экструзионный крахмалореагент – ЭКР) в алюминиевых пресс-формах, по которым ранее изготавливали пенополистироловые модели. Модель шестерни совмещали с трубчатым стояком, свернутым из фольги или тонкой жести [11], размеры которого фиксировали путем обертывания снаружи синтетической пленкой и липкой лентой на многоразовой пенопластовой конусной модели стояка, которую извлекали из формы при включении вакуумирования формы. Перед формовкой на модель наносили облицовку в виде присыпки толщиной 1-2 мм на основе дистенсиллиманита способом [4].

Формовку сухим песком производили способом [9] с последующим виброуплотнением песка в течение 1 мин с указанными выше частотой и амплитудой. Затем покрывали контрлад песчаной формы синтетической пленкой и подключали форму трубопроводом к вакуум-наосу, показание вакуумметра поддерживали на уровне 40-45 кПа. Затем сопло фена вставляли в отверстие стояка и включали его в режиме продувки при температуре 300 °С. После таяния модели в течение 5 мин и подсушки пропитанного связующим слоя песка в течение до 1 мин вакуумирование прекращали, песок из формы высыпали способом [10] через отверстие диаметром 15 мм на вертикальной стенке у дна контейнерной опоки. Общий цикл от формовки до высыпания песка занял около 15 мин. Конечная позиция на этот момент показана на

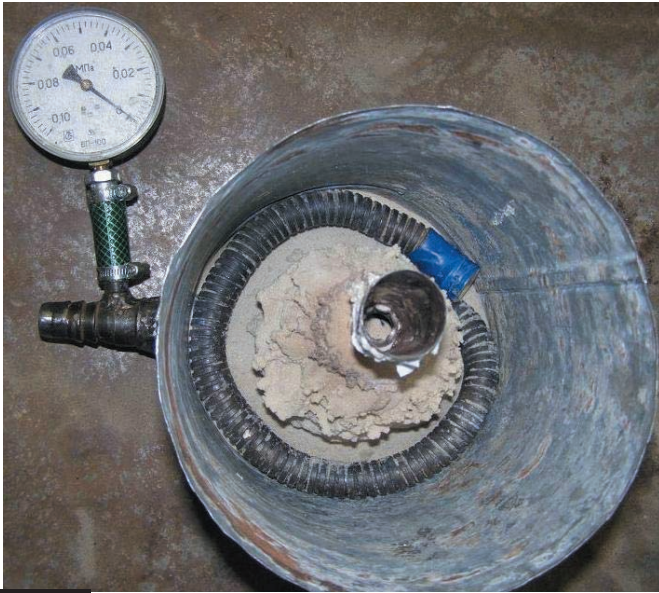


Рис. 3. Оболочка на дне контейнерной опоки (вид сверху) после высыпания песка

рис. 3, где на дне контейнерной опоки на песчаной «постели» стоит полученная оболочковая форма, по периметру дна опоки расположен вакуумный фильтр. Полученную оболочку извлекали из опоки, контролировали ее сплошность и прочность. На второй день оболочку засыпали снаружи сухим песком как опорным наполнителем, форму вибрировали 0,5 мин, пригружали контрлад грузом и заливали расплавленным металлом без вакуумирования. Оболочка (вид сбоку), ледяная модель и отливка из серого чугуна показаны на рис. 4. Операция распиливания ножовкой оболочек в течение не менее трех мин показала достаточную их прочность. Исследование внутренней поверхности оболочки показало чистую поверхность с несколькими точечными дефектами – бугорками на поверхности с размерами не более 0,5 мм (рис. 5). Отливка имела такие же точечные дефекты, которые, очевидно,



Рис. 4. Ледяная модель, отливка и оболочка (вид сбоку)

связаны с пропусканием влаги и воздуха через поверхностный слой песка в сочетании с явлением уноса его мелкой фракции во время вакуумирования, что, как показали весовые измерения, следует предотвратить, прежде всего, методом уплотнения поверхности вакуум-фильтров мелкоячеистой сеткой.

В процессе дальнейшей отработки технологии планируется использовать обширный спектр научной информации, включая основы теории дисперсного взаимодействия, описывающей закономерности коллоидно-поверхностных явлений. Следует принимать во внимание, что вода, проходя сквозь песок, может находиться в различных видах. Советские ученые П. А. Ребиндер, Б. А. Дерягин и другие обнаружили, что тонкие частицы, в большинстве случаев, окружены тончайшими пленками воды. Эти водные прослойки определяют физику контактных явлений. Если влаги мало, то эти пленки толщиной в несколько молекул вокруг частиц представляют пленочную прочносвязанную воду. По мере роста влажности и толщины пленки влага становится рыхлосвязанной, затем по углам частиц песка появляется капиллярная вода. Если дальше увлажнять песок, то водой заполнятся поры и возникнет свободная вода, способная двигаться по порам под действием сил тяжести. При сушке, которая практически идет одновременно или вслед за увлажнением (в нашем случае), происходит обратный процесс.

Кроме того, поверхность зерен кварцевого песка (как природной дисперсной системы) часто покрыта пленкой опала ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) или какого-нибудь глинистого минерала, обладающего поверхностью с гидрофильными свойствами. Капиллярное давление повышает плотность влажного песка и, благодаря «стыковому» расположению влаги в виде «манжет», как бы стягивает зерна песка [12], что дает связующий эффект, примером воплощения которого служит сохранение без разрушения высоких «башенок» из пляжного влажного песка.



Рис. 5. Оболочка в разрезе (вид сбоку) – ледяная модель и отливка

При впитывании в песок талого материала модели одновременно с соответствующими коэффициентами фильтрации через песок проходит воздух и вода. Под давлением этих потоков, стимулируемых вакуумированием формы, возможно перемещение мелких песчинок, чему препятствует введение в модельную композицию связующего, которое пропитывает поверхностный слой песка, уменьшая просвет пор между песчинками, частично или полностью закупоривая и склеивая их [2].

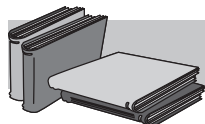
Вместе с тем, органические вещества (например, крахмалит) в составе модельной композиции, аналогично ПАВ, способствуют разжижению увлажненного песка и снижению тиксотропного эффекта [12]. Для впитываемых модельных композиций перспективно повышение текучих свойств (понижение вязкости) воды при получении так называемой скользкой воды [13]. Вода приобретает эффект аномального снижения гидравлического сопротивления при турбулентном течении (эффект Томса) путем введения в нее микродобавок с концентрацией по массе порядка $(5-10) \cdot 10^{-6}$ кг/кг растворов полимеров – полиэтиленоксидов, полиакриламидов и других с длинными линейными цепочками макромолекул относительной молекулярной массы (до $6 \cdot 10^6$). Такие микродобавки увеличивают скорость течения воды в трубопроводах до 2,5 раз при ламинаризации потока в пристеночной области слоя (снижение сопротивления трения на 60-80 %). Применение ПАВ (натриевых и алюминиевых мыл с долевой концентрацией по массе порядка $10^{-2}-10^{-3}$ кг/кг), влияющих на силы поверхностного натяжения и изменяющих

молекулярную структуру потока, снижает сопротивление трения на 30-60 % [13].

Выводы

Из цикла разработки нового способа получения оболочковых форм приведен пример его применения при изготовлении отливки шестерни. Полученные по результатам экспериментов графики потери массы лабораторной вакуумируемой песчаной формы в течение времени впитывания ледяной тающей в песке модели в виде круглой пластины и подсушки формы показывают уменьшение массы формы, равной 45 % от исходной массы ледяной модели. Процесс получения оболочковой формы для чугуна отливки массой около 1 кг обычно занимает 17-20 мин, включая операции нанесения на ледяную модель покрытия (облицовки), засыпки и виброуплотнения песка, плавления модели при вакуумировании песка (~50 кПа), подсушки полости формы потоком теплого воздуха, высыпания песка из опоки и извлечения оболочки. Если оболочку оставлять в песке, то такая литейная форма готова под заливку примерно за 15 мин.

Перспективы применения разрабатываемой технологии связаны с улучшением экологической культуры производства в литейных цехах, ускорением цикла получения оболочки. Выполнение исследовательских работ по созданию промышленных вариантов процесса касается дальнейшего привлечения в качестве технологического использования обширного объема многоплановых научно-технических знаний и навыков, а также воплощения их в новые технические решения.



ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В. Н. Словарь-справочник по литейному производству. – М.: Машиностроение, 1990. – С. 36.
2. Дорошенко В. С., Кравченко В. П. Создание математической модели пропитки поверхностного слоя песка связующим при получении оболочковых форм // Процессы литья. – 2008. – № 5. – С. 67-77.
3. Пат. 83891 України, МПК В22С 9/04, В22С 7/00. Спосіб виготовлення ливарних форм по легкоплавких моделях / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 26.08.08, Бюл. № 16.
4. Заявка на винахід № а 200613355 від 18.12.2006. Спосіб нанесення покриття на охолоджену модель / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 25.06.08, Бюл. № 12.
5. Пат. 80235 України, МПК В22С 9/02, В22С 7/00. Спосіб вакуумного формування по легкоплавких моделях / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 2007, Бюл. № 13.
6. Пат. 80381 України, МПК В22С 9/02, В22С 7/00. Спосіб виготовлення виливків / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 2007, Бюл. № 14.
7. Заявка на винахід № а 200710685 від 27.09.2007. Спосіб виготовлення піщаних форм / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 10.04.09, Бюл. № 7.
8. Пат. 86634 України, МПК В22С 9/02. Спосіб виготовлення піщаних форм по моделях, що поглинаються піском форми / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 12.05.09, Бюл. № 9.
9. Пат. 81726 України, МПК В22С 9/00, 9/02, 9/06. Спосіб засипання модельних блоків піском у контейнері / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 2008, Бюл. № 2.
10. Заявка на винахід № а 200813958 від 04.12.2008. Спосіб виготовлення виливків у формах із сипкого піску / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко.
11. Пат. 85515 України, МПК В22С 9/02. Спосіб виготовлення вакуумованих форм / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 2009, Бюл. № 2.
12. Поверхностные пленки воды в дисперсных системах / Под ред. Е. Д. Щукина. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 279 с.
13. Абросимов Ю. Г., Бинь Х. З. Эффект аномального снижения гидравлического сопротивления при введении в поток воды линейных высокомолекулярных полимеров // Интернет-журнал Академии ГПС МЧС России. – 2009. – <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2009-1/01-01-09.ttb.pdf>.

Summary

V. Doroshenko, O. Shinsky

Casting in shell moulds which are got an impregnation binder dry sand

The new method of receipt of shell moulds is offered in Physics-Technological Institute of Metals and Alloys of the NAS of Ukraine (Kiev). The example of his application is resulted at making of castings of cog-wheel. Losses of mass of vacuum-sandy form built on results the experiments of graphic arts during time of melting and absorption in sand of icy pattern with drying of mould about 1 min show a diminishing of pattern products on 45 %. The receipt of the described shell mould occupies to 20 min that includes the operations of causing on the icy model of coverage, filing up and compression the vibration of sand, melting of pattern, drying of cavity of mould by the stream of warm air, pouring out of sand from a mould. In molding sand entered about 0,3 % binder.

Анотація

В. С. Дорошенко, О. Й. Шинський

Лиття в оболонкові форми, отримані просоченням сухого піску в'яжучим

У ФТІМС НАНУ запропоновано новий спосіб виготовлення оболонкових форм. Наведено приклад його вживання при виготовленні виливка шестерні. Побудовані за результатами експериментів графіки втрати маси вакуумованої піщаної форми протягом часу танення і вбирання в пісок крижаної моделі з підсушкою форми близько 1 хв показують зменшення маси продуктів моделі на 45 %. Виготовлення описаної оболонкової форми займає до 20 хв разом із операціями нанесення на крижану модель покриття, засипки і віброущільнення піску, плавлення моделі при вакуумуванні піску, підсушки порожнини форми потоком теплого повітря, висипання піску з опоки. У пісок форми вводили близько 0,3 % в'яжучого.

Ключевые слова

Литье, отливка, оболочковая форма, вакуумная песчаная форма, ледяная литейная модель

УДК 622.788

В. А. Козачишен, Г. Н. Попов (ДонГТУ)

Конусный окомкователь агломерационной шихты

Проблемным вопросом подготовки доменного сырья является использование в окисковании железорудных материалов тонких концентратов, а также других железосодержащих продуктов: шламов, колошниковой пыли, окалины, которые в существующих условиях трудно комкуются. В этой связи на аглофабриках Украины получила развитие технология спекания агломерата в слое 300-350 мм, что отрицательно влияет на производительность и качество получаемого продукта.

Проблемам окомкования посвящено множество работ отечественных и зарубежных авторов. Процесс окомкования агломерационной шихты определяется двумя факторами: режимом движения крупных и мелких частиц в контакте друг с другом и развитием сил капиллярного и молекулярного сцепления между частицами [1, 2]. Первый фактор

Окомкование является одной из основных операций подготовки шихты к спеканию, которая в значительной степени определяет технико-экономические параметры процесса. Предложен окомкователь с конусным барабаном, имеющий широкие возможности по управлению качеством окомкования

связан с развитием процесса гранулообразования, второй – с процессом упрочнения гранул. В окомкователе эти два процесса условно разделены в пространстве и во времени: процесс образования гранул наибольшее свое развитие получает во время движения частиц в зоне увлажнения; процесс упрочнения – в результате движения частиц в зоне укатывания, где вода – основной связующий материал и в шихту не подается. Естественно предположить, что гранулы, образовавшиеся в зоне увлажнения, получают некоторое упрочнение в результате движения вдоль горизонтальной оси окомкователя. Однако здесь превалирует процесс образования и роста гранул, так как в достаточном количестве