

Выводы

1. Отработанная технология переплава крупногабаритного лома безоловянной бронзы позволяет рационально использовать имеющиеся на комбинате сырьевые ресурсы.

2. Себестоимость бронзы в чушках, полученной путем переплава крупногабаритного лома, состав-

ляет 20 % стоимости бронзы литейной в чушках, приобретаемой со стороны.

3. Использование бронзы в чушках собственного производства позволяет снизить себестоимость 1 т литья безоловянной бронзы при плавке бронзы для отливок в пламенной печи.

Summary

A. Mamedov, V. Samarsky, A. Ivanenko, L. Shapoval

Tinless bronze bulky scrap processing experience under conditions of non-special nonferrous castings workshop

The technology of obtaining the standard-size bronze in ingots by remelt of tinless bronze bulky scrap in electric-arc furnace ДСП-3 is improved in OJSC Alchevsk Iron & Steel Works. The use of this technology somehow allows to utilize the bronze bulky scrap rationally, to substitute the expensive purchased foundry bronze in ingots and decrease the cost of tinless bronze casting during the bronze melting in open-flame furnace for casting.

Анотація

О. С. Мамедов, В. М. Самарський, О. М. Іваненко, Л. В. Шаповал

Досвід переробки крупногабаритного лому безолов'яної бронзи в умовах неспеціалізованої дільниці кольорового ЛИТТЯ

На ВАТ «Алчевський металургійний комбінат» відпрацьована технологія отримання габаритної бронзи в чушках шляхом переплавки в дуговій електропечі ДСП-3 крупногабаритного лому безолов'яної бронзи. Застосування даної технології переплавки певною мірою вирішує питання раціонального використання крупногабаритного лому бронзи, дозволяє замінити у складі шихти дорогу купувальну ливарну бронзу в чушках і знизити собівартість 1 т литва безолов'яної бронзи при виплавці бронзи для відливок у полум'яній печі.

Ключевые слова

Бронза безоловянная, лом меди, цветное литье, арматура, чушка, бронза литейная, металлошихта

УДК 621.74.043-045

В. С. Дорошенко, В. П. Кравченко (ФТИМС НАНУ)

Получение ледяной литейной модели в контакте с охлажденной оснасткой

Основными тенденциями литейного производства являются максимальное приближение отливки-заготовки по конфигурации, размерам и массе к готовой детали, повышение экологической безопасности производства, а для песчаных форм – максимальная многоразовая оборотность формовочных материалов. Способ литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) в вакуумируемую песчаную форму из песка без связующего наиболее приближается

Предложены способы получения ледяных литейных моделей при намораживании водной композиции на стенках охлажденных пресс-форм или песчаного стержня, что ускоряет процесс производства этих моделей. Технология литья по одноразовым ледяным моделям в песчаные формы разрабатывается в ФТИМС НАНУ с использованием оснастки для литья по газифицируемым моделям. Новая технология предполагает повышение экологической безопасности литейного производства

к указанным требованиям. В целях достижения экологической безвредности в этой концепции ЛГМ разрабатывается способ литья по ледяным моделям (ЛЛМ), отличающийся тем, что одноразовая модель

не газифицируется заливаемым металлом, как пенопластовая, а расплавляется и в виде водной композиции впитывается в песок перед заливкой металла.

При традиционном расходе формовочной смеси 3-5 т на 1 т чугуновых отливок и при том, что ледяная модель в 8 (7200 / 900) раз легче чугуновой отливки, на это же количество (3-5 т) сухого формовочного песка таяние модели даст 125 кг воды, что увлажнит песок до 4,2-2,5 %. Эта влажность песка от впитывания продуктов ледяной модели в среднем ниже влажности смесей, применяемых для сырой формовки, что дает технологии ЛЛМ преимущества, по сравнению с ними, по газотворности песка. Но еще большее снижение влажности песка дает вакуумирование формы при таянии модели, которое стимулирует испарение впитываемой в песок влаги (до 50 % влаги испаряется). В момент заливки металлом вакуумирование формы создает направленный отсос газов от поверхности полости формы, что также предотвращает появление газовых дефектов в отливке, а тепло отливки практически полностью высушивает песок, пригодный для многократного оборотного использования.

Большинство пенопластовых моделей получают в алюминиевых пресс-формах, подобных стержневым ящикам. В начале поисковых работ по разработке технологии изготовления ледяных моделей в таких пресс-формах столкнулись с той трудностью, что водная композиция протекала по стыкам деталей пресс-форм при заливке их полости, и эти стыки пришлось уплотнять водонепроницаемым материалом, что иногда нарушало точность сборки пресс-формы и вызывало дополнительные трудозатраты. Для предотвращения протекания был разработан технологический процесс получения ледяной модели замораживанием водной композиции путем теплопередачи от предварительно охлажденной до определенной температуры формирующей модели пресс-формы.

Проблему просачивания водной композиции по щелям конструкции пресс-формы решили путем создания на внутренней поверхности пресс-формы ледяной корки в этих щелях, которые, благодаря охлаждению стенок пресс-формы ниже температуры заморозки воды, неизбежно закупориваются (заклеиваются) образовавшимся льдом. Эта ледяная корка заменила ранее применявшийся герметик в пресс-форме, а также избавила пресс-форму от резиновых уплотнений. Однако, значительное охлаждение пресс-формы часто приводит к излишним напряжениям в стенках моделей, особенно со сложными фигурными поверхностями, что вызывает их растрескивание и затрудняет извлечение из оснастки.

С целью оптимизации технологии получения

ледяных моделей методом составления теплового баланса были выведены математические выражения для определения наиболее рациональных температур охлаждения оснастки, применяемой в процессе замораживания водной композиции путем отбора теплоты, в частности, от предварительно охлажденной пресс-формы или песчаного стержня. Для ускорения замораживания в предварительно охлажденную пресс-форму заливали водную композицию с температурой, близкой к нулевой. Для контроля температуры в композиции при этом могут плавать небольшие куски льда. При соприкосновении с внутренней поверхностью охлажденной пресс-формы происходит фазовый переход – кристаллизация воды в лед массы $m_{\text{л}}$ в виде корки с выделением количества теплоты

$$Q_1 = \lambda m_{\text{л}}, \quad (1)$$

λ – удельная теплота заморозки, $m_{\text{л}}$ – масса льда.

При дальнейшем охлаждении ледяной корки до некоторой температуры t необходимо отобрать количество теплоты

$$Q_2 = m_{\text{л}} c_{\text{л}} t, \quad (2)$$

$c_{\text{л}}$ – теплоемкость льда, $t_{\text{л}}$ – температура льда (ниже нуля).

В свою очередь, при охлаждении поверхности пресс-формы («оснастки») до некоторой температуры t_0 должно быть отобрано количество теплоты

$$Q_3 = m_0 c_0 t_0, \quad (3)$$

c_0 – теплоемкость металла пресс-формы, m_0 – масса оснастки.

Принимая во внимание соотношения (1)-(2), уравнение теплового баланса рассматриваемого процесса теплопередачи будет иметь следующий вид:

$$m_0 c_0 t_0 = m_{\text{л}} (\lambda + c_{\text{л}} t_{\text{л}}). \quad (4)$$

Понижение температуры на охлаждение водной композиции требует еще большего охлаждения температуры внутренней поверхности пресс-формы, а значит увеличения отрицательного влияния левой части соотношения (4). Тогда (4) можно записать в виде неравенства, из которого получим

$$t_0 < \frac{m_{\text{л}} (\lambda + c_{\text{л}} t_{\text{л}})}{m_0 c_0} \quad (5)$$

Для определения масс пресс-формы и ледяной корки запишем соотношения:

$$m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}} s_{\text{л}} \delta_{\text{л}}; \quad m_0 = \rho_0 s_0 \delta_0,$$

$\rho_{\text{л}}$ – теплоемкость льда; $s_{\text{л}}$ – площадь ледяной корки льда; $\delta_{\text{л}}$ – толщина ледяной корки; ρ_0 – теплоемкость материала пресс-формы; s_0 – площадь внутренней поверхности пресс-формы; δ_0 – толщина стенки пресс-формы.

Для упрощения расчета при малой толщине ледяной корки, учитывая, что отношение $\frac{s_{\text{л}}}{s_0} < 1$, усилим неравенство (5) и получим выражение

$$t_0 < \frac{\rho_0 (\lambda + c_{\text{л}} t_{\text{л}})}{\rho_0 c_0} \frac{\delta_{\text{л}}}{\delta_0}. \quad (6)$$



Рис. 1. Модель конической шестерни

Варьируя соотношения $\frac{\delta_{л}}{\delta_{о}}$ можно оптимизировать процесс получения ледяной корки на внутренней поверхности пресс-формы. Процесс формирования ледяной модели путем намораживания водной композиции на охлаждаемую поверхность пресс-формы упростит и ускорит процесс производства моделей и соответствующих им отливок. Соотношение (6) дает простую возможность определять температуру охлаждения поверхности пресс-формы для различных материалов пресс-формы и для различных толщин ледяной корки и стенки пресс-формы. Например, при расчете толщины поверхностной корки для получения ледяной модели массой 1 кг в пресс-форме в виде алюминиевого параллелепипеда со сторонами (в м) $a = 0,25$; $b = 0,10$;



Рис. 2. Оснастка и модель

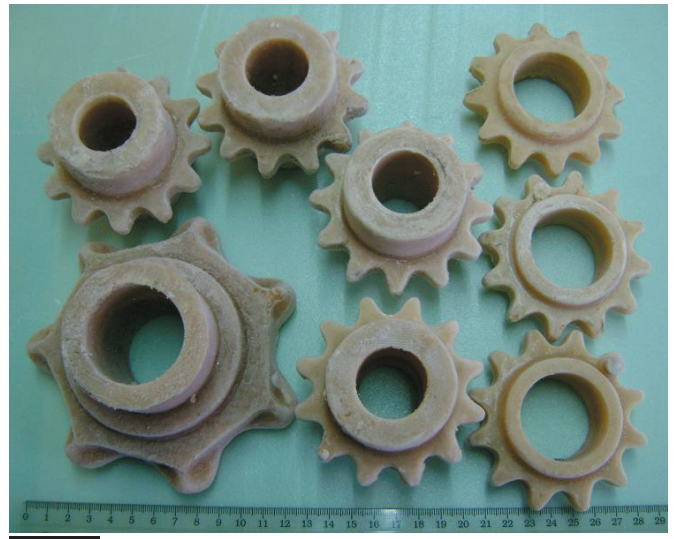


Рис. 3. Модели шестерен

$c = 0,04$ и охлаждения этой модели до температуры минус $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, подставили в выражение (6) следующие значения параметров:

$$\rho_{л} = 990 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad C_{л} = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}; \quad \lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

$$\rho_{о} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad C_{о} = 0,88 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{Г}}; \quad \delta_{л} = 5 \text{ мм};$$

$$\delta_{о} = 10 \text{ мм}.$$

Расчет показал, что для образования на поверхности пресс-формы ледяной корки толщиной 5 мм необходимо предварительно охладить поверхность пресс-формы до температуры $t_{о}$, равной минус $77,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако, в большинстве случаев достаточной будет толщина ледяной корки 1 мм, для чего поверхность пресс-формы следует охладить до температуры $t_{о} < -15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, что практически не представляет особых затруднений.

В качестве примера реализации описанной технологии на рис. 1 показана ледяная модель конической шестерни диаметром 160 мм из льда, а на рис. 2 – алюминиевая пресс-форма и меньшая модель шестерни из льда; четыре такие модели показаны на рис. 3, но уже из льда с добавкой 10 % крахмалита (точное название – экструзионный крахмалореагент – ЭКР). Из всех моделей на рис. 3 собраны два блока, представленные на рис. 4*.

Для производства ледяных моделей намораживать лед удобно не только на поверхность полости пресс-форм, но и предварительно охлажденный песчаный литейный стержень, в частности, для получения ледяной модели с полостью, заполненной этим стержнем [1]. Для производства отливок трубопроводной арматуры (патрубок, колен, муфт, тройников) используют превышающие массу модели песчаные стержни. В пресс-форму устанавливают предварительно охлажденный песчаный

* Модели на рис. 1-4 выполнены инж. Ю. Н. Ивановым



Рис. 4. Модельные блоки

стержень и заполняют ее водной композицией с температурой около 0 °С. Композиция замерзает путем теплопередачи от охлажденного песчаного стержня. При этом вначале происходит фазовый переход воды в лед с выделением тепла

$$Q_3 = \lambda m_m,$$

λ – удельная теплота замерзания, m_m – масса ледяной модели. Для дальнейшего охлаждения модели до температуры t_m от 0 °С потребуется количество теплоты

$$Q_4 = m_m c_m t_m,$$

c_m – удельная теплоемкость материала модели (лед), m_m – масса модели.

Тогда уравнение теплового баланса такого процесса теплопередачи запишется

$$c_c m_c t_c = \lambda m_m + c_m m_m t_m, \quad (7)$$

t_c – температуры песчаного стержня ниже 0 °С, c_c – удельная теплоемкость стержня, m_c – масса стержня, контактирующего с моделью.

Очевидно, что «потеря холода» на охлаждение пресс-формы потребует еще большего понижения температуры песчаного стержня. Это приведет к увеличению отрицательного значения левой части выражения (7). Отсюда формулу для определения

температуры охлаждения песчаного стержня можно записать в виде неравенства

$$t_c < \frac{\lambda m_m + c_m m_m t_m}{c_c t_c}. \quad (8)$$

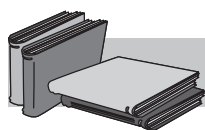
В качестве примера нужно взять стержень массой $m_c = 5,0$ кг и водную композицию модели массой $m_m = 0,5$ кг. Остальные значения теплофизических параметров следующие:

$$\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}; \quad c_m = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}; \quad c_c = 1,25 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

Тогда из выражения (8) получаем, что если песчаный стержень охладить ниже –30 °С, то после контакта с заливаемой модельной композицией только в результате теплообмена между ними можно получить ледяную модель с температурой $t_m = -10$ °С. Такой вариант технологии применим для пресс-форм из материалов с низкой теплоемкостью, в частности, пластмассовых или гипсовых. Уточнение температур пресс-формы (оснастки) t_o и стержня t_c делают при отработке технологии получения конкретной модели, либо исходя из общего теплового баланса рассматриваемой системы.

Выводы

Предложенные способы получения ледяных моделей при намораживании водной композиции на стенке охлажденных пресс-формы или стержня ускорят процесс производства моделей. В ряде случаев (с учетом необходимой скорости для каждой конкретной модели) «дозированного заряда холода» в оснастке будет достаточно для замораживания водной композиции без помещения оснастки с моделью в морозильную камеру, а с охлаждением только порожней оснастки. В этой связи перспективны способы получения легковесной ледяной пеномодели, когда в полость охлажденной оснастки подают вспененную водную композицию или процесс пенообразования выполняют реагентами в полости оснастки [2]. Описанные технические решения являются примерами последних изобретений украинской научно-технической школы литья по одноразовым моделям вакуумируемых формах под руководством проф. О. И. Шинского, они ускорят внедрение в производство такого экологически безопасного процесса как ЛЛМ.



ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 80073 України, В22С 7/00, В22С 9/22. Спосіб виготовлення заморожених моделей з порожниною / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко, П. В. Русаков. – Опубл. 2007, Бюл. № 12.
2. Патент 85234 України В22С 7/02. Спосіб виготовлення заморожених моделей / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко. – Опубл. 2009, Бюл. № 1.

Summary

V. Doroshenko, V. Kravchenko

Receipt of icy casting pattern in touch with the frappe rigging

The methods of receipt of icy castings patterns are offered at freezing of water composition on the wall of frappe press-form or bar that accelerates the process of production of these patterns. Technology of casting on non-permanent icy patterns in sandy moulds is developed in institute PTIMA of NAS of Ukraine with the use of rigging for casting on gasifiable patterns. New technology supposes the increase of ecological safety of foundry.

Анотація

В. С. Дорошенко, В. П. Кравченко

Виготовлення крижаної ливарної моделі у контакті з охолодженою оснасткою

Запропоновані способи виготовлення крижаних ливарних моделей при заморожуванні водної композиції на стінках охолодженої прес-форми або піщаного стрижня, що прискорює процес виробництва цих моделей. Технологія лиття за одноразовими крижаними моделями в піщані форми розробляється у ФТІМС НАНУ з використанням оснастки для лиття за моделями, що газифікуються. Нова технологія передбачає підвищення екологічної безпеки ливарного виробництва.

Ключевые слова

Ледяная модель, охлажденная оснастка, водная композиция, литье ЛГМ

УДК 621.74.046:669.14:669.13

Ю. Н. Романенко, О. А. Пеликан, В. Н. Олейник, И. О. Шинский, В. В. Ширяев (ФТІМС НАНУ)

Закономерности распределения температур в потоках расплавов стали и чугуна при получении биметаллических отливок

Гидродинамические процессы при получении биметаллических отливок характеризуются рядом особенностей, которые необходимо учитывать при разработке конструкций литниковых систем [1]. При этом характер заполнения полости литейной формы оказывает существенное влияние на тепловые условия формирования отливок.

В настоящей работе представлены результаты численного моделирования распределения температур в потоках расплавов стали 25Л и чугуна 300Х12ГЗМ при их горизонтальном и вертикальном движении. В основу моделирования положено решение дифференциальных уравнений Навье-Стокса, неразрывности [2] и теплопроводности [3] с использованием метода конечных объемов [4].

Представлены результаты численного моделирования распределения температур в горизонтально и вертикально движущихся потоках расплавов стали и чугуна при получении биметаллических отливок.

Установлены аналитические зависимости между температурой заливки расплавов, скоростью их движения и максимальным расстоянием, которое может преодолеть поток до начала его кристаллизации. Изучено влияние затвердевшей стальной основы на распределение температур в вертикальном потоке чугуна. Результаты работы использованы при определении оптимальных параметров заливки биметаллических рабочих органов дробильно-размольного оборудования

Исследование распределения температур в расплаве чугуна 300Х12ГЗМ, растекающемся по поверхности жидкостекольной формы, проводили при условии постоянства сечения линейно движущегося потока. Температуру заливки чугуна принимали равной 1350 °С, скорость движения расплава – 100 мм/с.