

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 25Л1 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.

Расчеты показали, что температурное поле потока имеет два характерных участка: участок на фронте потока, имеющий температурный градиент до $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мм}$, и участок основного потока с температурным градиентом $0,14\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мм}$. При этом протяженность первого участка в каждый момент времени составляет около $4,5\%$ от общей протяженности потока. Возникновение высоких температурных градиентов у фронта растекания расплава вызвано увеличением теплоотвода в окружающую среду вследствие большей удельной поверхности излучения в области мениска металла при одновременном повышении количества теплоты, расходуемой на прогрев холодных участков формы.

Изучение влияния скорости растекания расплава чугуна на распределение температур в потоке проводили при различных значениях температуры заливки, которые составляли $1320, 1350$ и $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$. На рис. 1, а показаны температурные поля потоков расплава в момент начала их кристаллизации

по фронту течения при скоростях движения, изменяющихся в интервале от 25 до $250\text{ мм}/\text{с}$.

Результаты расчетов показали, что с увеличением скорости потока расстояние, которое может преодолеть расплав до момента начала кристаллизации линейно увеличивается. В свою очередь, повышение температуры заливки также приводит к пропорциональному увеличению этого расстояния.

Исследование распределения температур в расплаве стали 25Л, растекающемся по поверхности жидкостекольной формы, проводили аналогичным образом при температурах заливки $1550, 1590$ и $1640\text{ }^{\circ}\text{C}$. Результаты исследований приведены на рис. 1, б.

Распределение температур в расплавах при их вертикальном движении исследовали при условии постоянства скорости в линейно движущемся потоке. Температуру заливки стали принимали равной $1590\text{ }^{\circ}\text{C}$, скорость подъема – $5\text{ мм}/\text{с}$.

Расчеты показали, что температурное поле

вертикально движущегося расплава с течением времени разделяется на два участка: участок у свободной поверхности металла, имеющий температурный градиент до $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мм}$, и участок основного потока с малыми температурными градиентами, которые со временем практически исчезают. Возникающие у свободной поверхности расплава температурные градиенты при его вертикальном движении выше, чем при горизонтальном. Это объясняется тем, что в случае вертикального движения расплава преобладающим является теплоотвод от зеркала металла, а при горизонтальном движении присутствует значительный теплоотвод в форму, так как высота растекающегося потока не превышает 10 мм .

Изучение влияния скорости подъема расплава стали на распределение температур в потоке проводили при различных значениях температур заливки, которые составляли $1550, 1590$ и $1640\text{ }^{\circ}\text{C}$. На рис. 2, а показаны температурные поля потоков расплава в момент начала кристаллизации на их свободной поверхности при скоростях подъема, изменяющихся в интервале от 2 до $50\text{ мм}/\text{с}$.

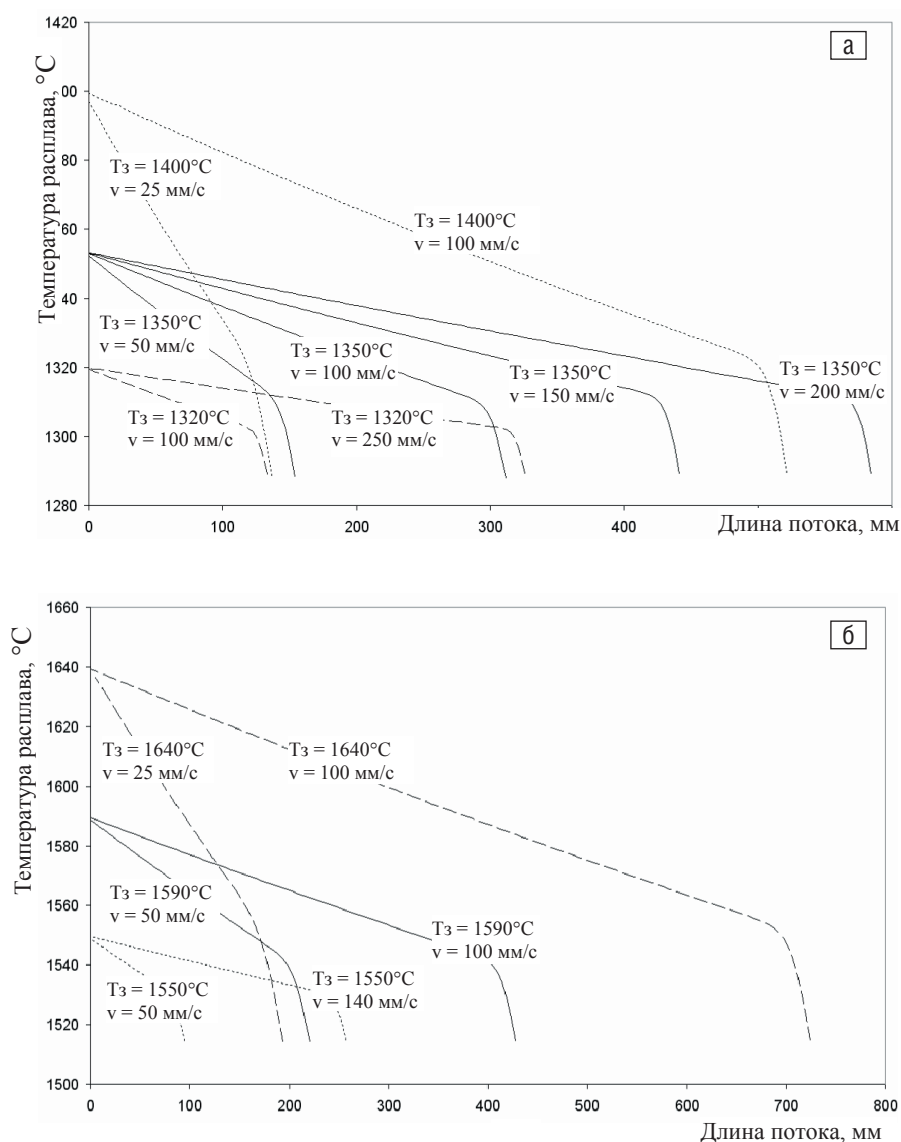


Рис. 1. Распределение температур по длине растекающегося потока: чугуна 300X12ГЗМ (а); стали 25Л (б)

Результаты расчетов показывают, что с увеличением скорости высота, на которую может подняться расплав до начала кристаллизации, линейно увеличивается. В свою очередь, повышение температуры заливки также приводит к пропорциональному увеличению этой высоты.

Исследование распределения температур в расплаве чугуна 300X12ГЗМ при его вертикальном движении проводили для случая его заливки на затвердевшую стальную основу. Температура заливки стали составляла 1590 °С, время выдержки между заливками слоев – 130 с, температура заливки чугуна – 1360 °С, скорость подъема чугуна – 5 мм/с.

Результаты исследований показали, что температурное поле стальной основы во время заливки меняется незначительно. Так, при скорости подъема чугуна 5 мм/с температура затвердевшей стальной корки повышается, в среднем, на 9 °С. Температурное поле заливаемого чугуна, аналогично случаю вертикального движения стали, разделяется

на два участка – с температурными градиентами, достигающими 2,8 °С/мм у свободной поверхности расплава, и с температурными градиентами, стремящимися к нулю.

Результаты исследования влияния затвердевшей стальной основы на распределение температур в вертикально движущемся потоке чугуна представлены на рис. 3. Из рисунка видно, что влияние затвердевшей стальной основы выражается в повышении температуры заливаемого чугуна. При этом характер охлаждения чугуна не изменяется. Поскольку тепловое воздействие распространяется только на близлежащие к стальной основе слои чугуна, закономерности охлаждения будут такими же, как и при ее отсутствии, но с определенной поправкой к температуре заливки чугуна, рассчитываемой по формуле

$$\Delta t = \frac{t_{\text{Ст.Осн.}} - t_{\text{Зал.Чуг.}}}{v_B} \cdot 1,415 \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

Δt – величина поправки к температуре заливки чугуна, °С;
 $t_{\text{Ст.Осн.}}$ – температура поверхности затвердевшей стальной основы, °С;
 $t_{\text{Зал.Чуг.}}$ – температура заливки чугуна, °С;
 v_B – скорость вертикального движения чугуна, м/с.

С увеличением скорости подъема расплава изменение его температуры у поверхности стальной основы уменьшается. При этом, чем больше разность между температурой на поверхности затвердевшей стали и температурой заливки чугуна, тем интенсивнее изменяется температура потока расплава. Таким образом, температурное поле расплава соответствует некоторой эффективной температуре заливки чугуна ($t_{\text{эф}}$), учитывающей влияние затвердевшей стальной основы. Исследование влияния скорости подъема расплава чугуна на распределение температур в потоке проводили при эффективных температурах заливки 1320, 1360 и 1400 °С. На рис. 2, б показаны температурные поля потоков расплава в момент начала кристаллизации на их свободной поверхности при скоростях подъема, изменяющихся в интервале от 5 до 15 мм/с.

На основании проведенных исследований установлены аналитические зависимости между

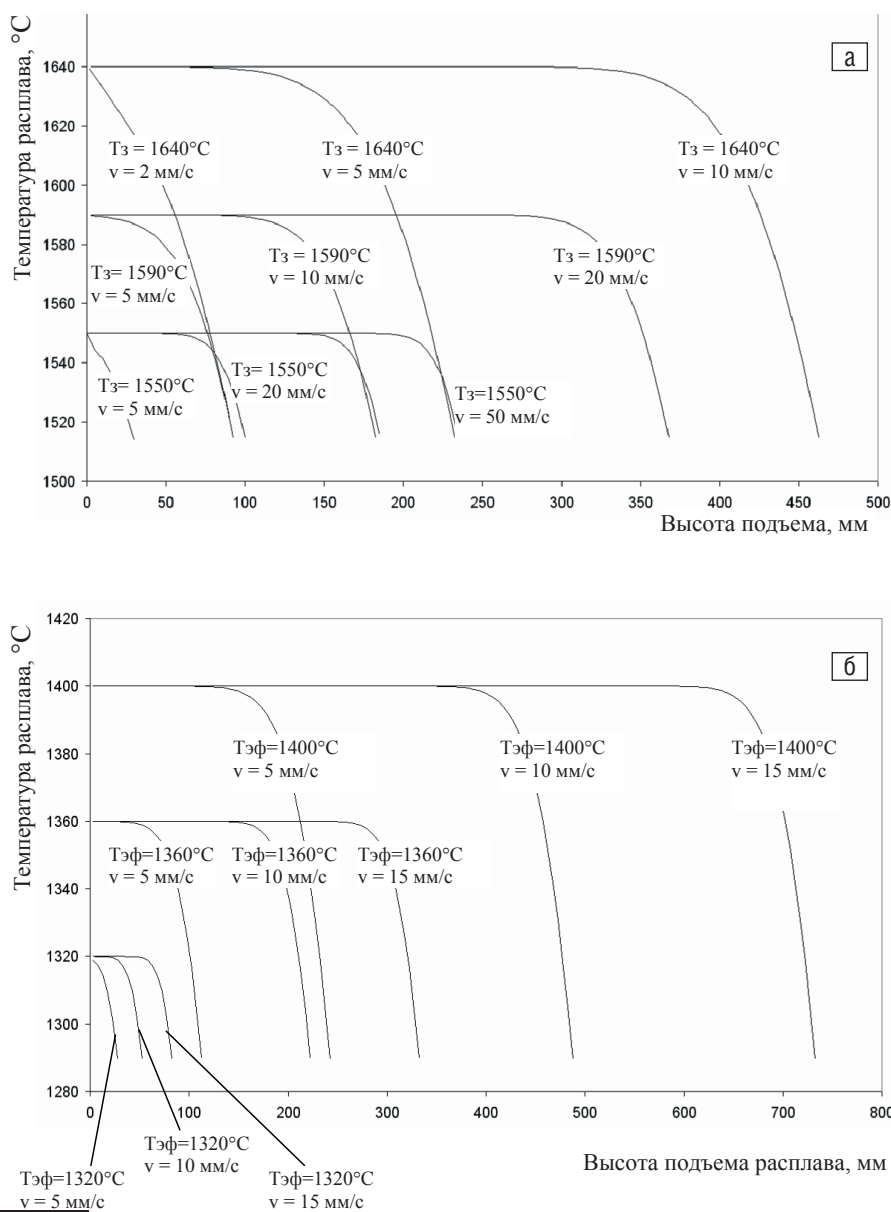


Рис. 2. Распределение температур в вертикально движущемся потоке: стали 25Л (а); чугуна 300X12ГЗМ (б)

температурой заливки расплавов стали и чугуна, скоростью их движения и максимальным расстоянием, которое может преодолеть поток до начала его кристаллизации.

При горизонтальном движении расплавов эти зависимости имеют следующий вид:

$$t_{\text{Зал.Чуг.}} = \frac{(l/v_{\Gamma} + 62,368)}{0,0482}, \quad (2)$$

$$t_{\text{Зал.Ст.}} = \frac{(l/v_{\Gamma} + 91,3284)}{0,06011}, \quad (3)$$

$t_{\text{Зал.Чуг.}}$ – температура заливки чугуна, °С; $t_{\text{Зал.Ст.}}$ – температура заливки стали, °С; l – максимальная длина растекания потока, м; v_{Γ} – скорость горизонтального движения расплава, м/с.

Для случая вертикального движения расплавов

$$t_{\text{Зал.Ст.}} = \frac{(h/v_{\text{В}} + 718,7385)}{0,46559}, \quad (4)$$

$$t_{\text{ЭФ}} = \frac{(h/v_{\text{В}} + 711,1667)}{0,54167}, \quad (5)$$

$t_{\text{ЭФ}}$ – эффективная температура заливки чугуна, °С; h – максимальная высота подъема расплава, м; $v_{\text{В}}$ – скорость вертикального движения расплава, м/с.

Выводы

Установленные зависимости позволяют определять оптимальные параметры и режимы заливки расплавов, обеспечивающие формирование бездефектных слоев при изготовлении биметаллических отливок рабочих органов молотковых и роторных дробилок.

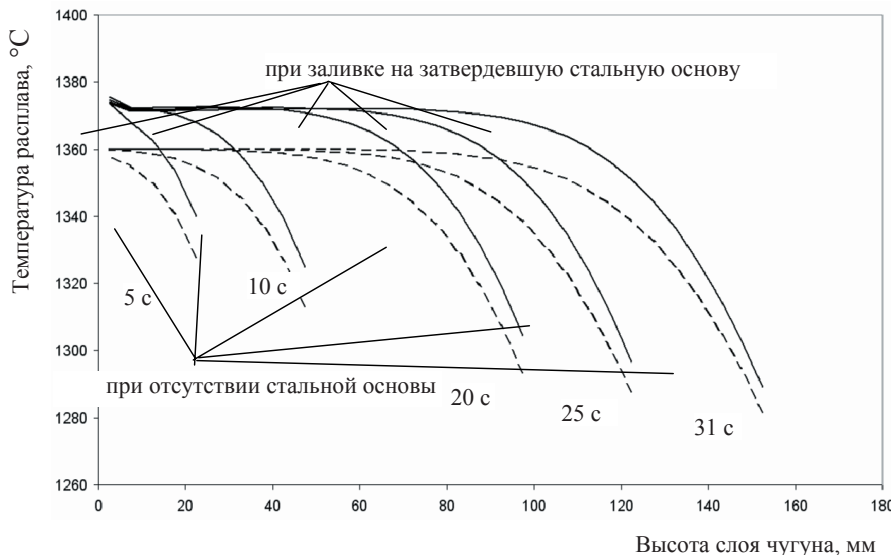
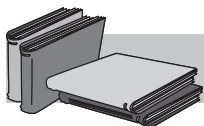


Рис. 3. Кинетика температурного поля вертикально движущегося потока чугуна 300X12ГЗМ, заливаемого на затвердевшую основу из стали 25Л и при ее отсутствии



ЛИТЕРАТУРА

1. Костенко Г. Д., Пеликан О. А., Романенко Ю. Н., Костенко Д. Г. // Процессы литья. – 2006. – № 1. – С. 69-73.
2. Бударин В. А. Метод расчета движения жидкости. – Одесса: Астропринт, 2006. – 138 с.
3. Чистяков В. В. Методы подобия и размерности в литейной гидравлике. – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.
4. Поттер Д. Вычислительные методы в физике. – М.: Наука, 1978. – 392 с.

Summary

Yu. Romanenko, O. Pelikan, V. Oleynik, I. Shynsky, V. Shiryayev
Mechanism of temperature distributing in the streams of steel and cast-iron fusions at the making of the bimetallic casting

The results of numeral modeling of temperature distributing in horizontally and vertical streams of steel and cast-iron fusions at the making of the bimetallic casting are presented. Analytical dependences between the temperature of fusions pouring, their velocity in the mould and maximal distance which the stream can overcome before crystallization are determine. Influence of hardening steel basis on temperature distributing in the vertical stream of cast-iron is studied. Work results are used for determination of optimum parameters of pouring of bimetallic labour body crushing and grinding equipment.

Ключевые слова

Моделирование, поток расплава, температурное поле, биметаллическая отливка

Ю. М. Романенко, О. А. Пелікан, В. М. Олійник, І. О. Шинський, В. В. Ширяєв
Закономірності розподілу температур у потоках розплавів сталі та чавуну при отриманні біметалевих виливків

Представлені результати чисельного моделювання розподілу температур в потоках розплавів сталі та чавуну, що рухаються горизонтально або вертикально при отриманні біметалевих виливків. Встановлено аналітичні залежності між температурою заливання розплавів, швидкістю їх руху і максимальною відстанню, яку може подолати потік до початку його кристалізації. Вивчено вплив затверділої сталевої основи на розподіл температур у вертикальному потоці чавуну. Результати роботи використані при визначенні оптимальних параметрів заливання біметалевих робочих органів дробильно-розмельювального обладнання.

УДК 669.017:539.3

М. А. Шумилов (ПГТУ)

Особенности свойств химических элементов, неограниченно растворяющихся в гамма-железе

В двойных диаграммах с гамма-железом химические элементы никель, марганец, кобальт, платина, палладий, родий, иридий образуют неограниченную взаимную растворимость [1, 2, 3]. Принято считать [3], что условиями неограниченной взаимной растворимости в твердом состоянии двух химических элементов являются изоморфизм, малое различие размеров атомов и близость их физико-химических свойств.

Из результатов работы [4] следует, что неограниченная растворимость металлов в железе возможна, если их электроотрицательность (I) попадает в интервал 1,63-2,54 усл. ед. Для элементов всей таблицы Менделеева I (по Полингу) находится в пределах 0,79-3,98 усл. ед. [5].

Влияние атомов химических элементов на протяженность альфа- и гамма-областей железа связано [6] с результатами перекрытия d - и p -электронных гантелеобразных облаков ионов растворенных атомов элементов и d -облаков железа.

Представляет интерес дальнейшее углубление понимания природы влияния второго химического элемента на протяженность области гамма-железа. Все названные выше химические элементы, образующие неограниченный твердый раствор на основе гамма-железа, являются d -переходными металлами. Они относятся к VIII группе таблицы Менделеева. Только один из них (марганец) принадлежит к VII группе. Заполнение d -электронных конфигураций у них находится в пределах d^5-d^{10} [5].

Широко применяемые в легировании сталей переходные металлы (титан, ванадий, хром, молиб-

Показано, что к известным условиям образования неограниченной растворимости химических элементов в двойных системах на основе гамма-железа целесообразно сделать следующие дополнения. Вторым компонентом должен относиться к переходным металлам, иметь заполнение d -электронных оболочек d^5-d^{10} и высокую плотность электронов на поверхности Ферми. Разность электроотрицательностей атомов растворенного химического элемента и железа не должна превышать 0,45 усл. ед.

ден, вольфрам) имеют заполнение d -электронных конфигураций в пределах d^2-d^5 [5]. Они имеют с гамма-железом ограниченную растворимость. Наиболее высокой стабильностью обладают атомы с электронными конфигурациями d^0, d^5, d^{10} [7].

Склонность химических элементов к расширению области гамма-железа связана с их влиянием на силы межатомных связей в твердом растворе. d -электронные конфигурации в значительной мере контролируют силы взаимодействия ионов в кристалле [6, 7]. С этим, вероятно, связано то, что только химические элементы с d -электронными конфигурациями, попадающими в интервал d^5-d^{10} , неограниченно расширяют область гамма-железа.

Химические элементы медь и цинк, образующие также с железом твердый раствор замещения, ограниченно расширяют область гамма-железа. Они относятся к I В и II В группам таблицы Менделеева. d -электронная оболочка у них полностью заполнена (d^{10}).

Все металлы, кроме меди и цинка, внесенные в таблицу, являются ферро- или парамагнетиками. Они неограниченно расширяют область гамма-железа. Медь и цинк относятся к диамагнетикам, они расширяют область гамма-железа ограниченно. Это лишнее раз указывает на существенную роль электронного строения металлов, их склонность к расширению области гамма-железа.