

ливок из алюминиевых сплавов, когда масса литниково-питающих систем в некоторых случаях равна массе годной отливки. При производстве отливок методом литья в кокиль существенный эффект возможен при использовании метода самозаполнения [1-2], который позволяет значительно повысить выход годного литья (до 2-4 раз) при получении протяженных отливок по сравнению с литьём в стационарные кокиля.

#### **Список литературы.**

1. Садоха М.А., Бондарик Н.Е. Метод самозаполнения, как путь к повышению эффективности производства высококачественного литья из алюминиевых сплавов// Литье и металлургия. 2006. №2. Часть 1. С.145-147.
2. Садоха М.А., Мельников А.П., Краев Б.А. и др. Метод самозаполнения при производстве алюминиевых отливок// Литье и металлургия. 2004. №2. С.153-155.

УДК 669.131.622:669.74

**Е. В. Меняйло**

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

### **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАПРАВЛЕННОГО ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ЧУГУННЫХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ**

Образование тепловых узлов и усадочных дефектов в нижних шейках чугуновых прокатных валков при литье в стационарные формы обусловлено ускоренным затвердеванием бочки валка по сравнению с нижней шейкой. Так, экспериментальные исследования показали, что при диаметре бочки 450 мм затвердевание чугуна с шаровидной формой графита заканчивается через ~70 минут, а нижней шейки диаметром ~327 мм, охлаждающейся в песчано-глинистой форме, позже, через 130 мин [1]. Поэтому для предотвращения образования усадочных дефектов в нижней шейке необходимо разработать новую конструкцию литейной формы, обеспечивающей ускоренное затвердевание нижней шейки валка по сравнению с бочкой. С этой целью использовали

математическую модель процесса затвердевания прокатных валков в комбинированных кокильно-песчаных формах [2].

Модель основана на сопряженном численном решении двумерного нестационарного уравнения теплопроводности в областях жидкого и затвердевающего металла, комбинированной литейной формы, состоящей из семи элементов с различными теплофизическими свойствами и источника тепла ( $Q$ ) для обогрева верхней части прибыли. Процесс затвердевания описывается в рамках квазиравновесной теории двухфазной зоны. Скрытая теплота кристаллизации учитывается эффективным коэффициентом теплоемкости. Для повышения точности расчета интервал  $T_{лик}—T_{сол}$  был разделен на три участка, в которых часть выделившейся твердой фазы устанавливали согласно результатам экспериментальных замеров затвердевания реальных отливок. Массоперенос, вызванный «дождем кристаллов» в нижнюю шейку, учитывали за счет уменьшения теплоты фазового перехода металла, заключенного в нижней шейке. Кроме того, введена поправка, учитывающая выделение теплоты фазового перехода при эвтектоидном превращении.

Моделировали влияние новых конструкций форм нижней шейки на затвердевание валка: 1) кокиля с песчано-глинистой теплоизоляцией толщиной 20 мм; 2) наружного стального холодильника толщиной 20 мм в опоке с песчаной смесью.

Анализ положения кривых изосолидус для прокатного валка из чугуна с шаровидной формой графита с нижней шейкой  $\varnothing 330$  мм и кокилем  $\varnothing 450$  мм показал, что для уменьшения размеров теплового узла приемлемы оба варианта. Кокиль с теплоизоляцией не исключает образования на 80 минуте замкнутого объема расплава, изолированного от прибыли, однако это происходит на последних этапах, когда основная часть отливки уже затвердела.

Второй вариант литья с холодильником, покрытым слоем краски толщиной 0,7 мм, привлекает не только возможностью получения нижней шейки практически без тепловых узлов и усадочных дефектов, но и низкой скоростью последующего охлаждения. Так, расчеты показали, что температура на поверхности отливки через 210 минут при литье в форму с наружным холодильником равна  $859^{\circ}\text{C}$ , а в осевой зоне она составляет  $872^{\circ}\text{C}$ . При литье в кокиль с теплоизоляцией толщиной 20 мм эти значения составляют  $763^{\circ}\text{C}$  и  $804^{\circ}\text{C}$  соответственно, что хуже по сравнению со вторым вариантом конструкции из-за увеличения перепада температур и, соответственно, термических напряжений.

Получение нижних шеек прокатного валка согласно разработанным технологиям обеспечивает снижение припусков на механическую обработку, трудоемкости формовочных работ, при этом твердость шеек увеличивается незначительно.

На затвердевание верхней шейки и прибыли изменение конструкции формы нижней шейки оказывает небольшое влияние. Однако, как отмечено выше, направленное затвердевание верхней шейки и прибыли обеспечивает комбинированный электродуговой-электрошлаковый обогрев зеркала металла прибыли нерасходуемыми графитированными электродами, который разработан в НМетАУ и используется на вальцелитейных заводах при производстве массивных валков [2].

### **Список литературы**

1. *Хрычиков В.Е.* Термокинетические условия образования усадочных дефектов в чугуновых прокатных валках // Процессы литья.–№1.–1996. – с.24-31.
2. *Лейбензон В.А., Пилюшенко В.Л., Кондратенко В.М. и др.* Затвердевание металлов и металлических композиций / Учебник для ВУЗов – К.: Наукова думка, 2009. – 410 с.
3. *Кривошеев А.Е.* Литые валки. / М.- Металлургиздат. – 1957. – 360 с.

УДК 621.

**Милко Миланов**

Институт литья и литейных технологий, София, Болгария

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА БОЛГАРИИ**

До 1989 года отрасль машиностроения в Болгарии являлось приоритетным сектором. Машиностроение специализировалось в основном на производстве дизельных и электрических погрузчиков, электрических лебедок и других машиностроительных изделий. Хорошо были развиты производство металлообрабатывающего оборудования, сельскохозяйственной техники и машин, оборудования для пищевой промышленности, тяжелого машиностроения, погрузчиков и автомобильной промышленности. В это время в Болгарии производилось 450 тыс. тонн чугунового литья; 120 тыс. стального литья; 20 тыс. тонн литья из