

Опытные ролики были установлены в кассеты и испытаны вместе с серийными. Максимальный износ по диаметру бочек опытных роликов составил 0,2...0,4 мм, что в 10...20 раз меньше износа серийных, изменение диаметра которых составило 3,5...4,0 мм.

При визуальном осмотре поверхностные дефекты, налипание на бочках опытных роликов не обнаружено. У сравниваемых серийных роликов имелась сетка разгара и полосчатое налипание.

УДК 621.74:075.8:034.3

*О. Н. Хорошилов*

*Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков*

### **ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ДВИЖЕНИЯ ЗАГОТОВКИ НА ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТЬ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ**

При производстве непрерывно-литых заготовок из медных сплавов возникает задача повышения их механических характеристик. Для решения этой задачи необходимо определить влияние на механические характеристики заготовки следующих технологических факторов: частоты движения заготовки в кристаллизаторе при поступательном и реверсивном движении заготовки.

В качестве механических характеристик будем определять временное сопротивление на разрыв образцов из медных сплавов, для чего была выбрана бронза марки Бр. О10Ф. Зависимости для определения временного сопротивления на разрыв строили на основе уравнения:

$$\sigma_{ТЕК} = \sigma_{0,1} - k\sigma_{ТЕК}$$

где  $\sigma_{ТЕК}$  - текущее значение предела прочности на разрыв, МПа;

$\sigma_{0,1}$  - значение предела прочности заготовки на разрыв при значении параметра повреждаемости равном  $\omega = 0,1$ , МПа;

$k$  - эмпирический коэффициент.

В результате проведения экспериментальных исследований по определению предела прочности образцов из бронзы марки Бр. О10Ф было выявлено следующее:

- при реверсивном движении заготовки, увеличение частоты движения в кристаллизаторе от 2,5 до 7,5 [мин-1] приводит к увеличению предела прочности заготовки от 220 до 250 МПа;

- при поступательном движении заготовки, увеличение частоты движения в кристаллизаторе от 2,5 до 7,5 [мин-1], приводит к уменьшению предела прочности заготовки от 217 до 180 МПа [1].

Таким образом, было определено, что для увеличения предела прочности заготовки необходимо поступательное движение заготовки, осуществляемое по циклограмме: «пауза – движение - пауза», заменить реверсивным движением заготовки, осуществляемым по циклограмме: «пауза – обратное движение – прямое движение».

Список литературы

1. Бреславский Д. В. Хорошилов О. Н. Пономаренко О. И. Управление качеством непрерывно-литых заготовок // Вісник ДДМА. 2010 № 3 (20) - С.41 – 46.

УДК 620.192.3

*В. Е. Хрычиков, Е. В. Меняйло*

*Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск*

### **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАЛИВКИ И СКРЫТОЙ ТЕПЛОТЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ЗАТВЕРДЕВАНИЕ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК**

Образование значительной части дефектов в отливках происходит при затвердевании в интервале температур ликвидус-солидус (TL-TS). Влияние теплоты выделения скрытой теплоты кристаллизации в интервале TL-TS на затвердевание отливок практически не изучено. Поэтому целью работы является установление влияния скрытой теплоты кристаллизации и температуры заливки на затвердевание чугуновых отливок, в частности прокатных валков.

Моделировали процесс затвердевания прокатного валка из доэвтектического чугуна, бочка которого охлаждается в кокиле, а верхняя и нижняя шейки – в песчаной форме. Модель основана на сопряженном численном решении двумерного нестационарного уравнения теплопроводности в областях жидкого и затвердевающего металла. Процесс затвердевания описывали в рамках квазиравновесной теории двухфазной зоны. Скрытую теплоту кристаллизации учитывали эффективным коэффициентом теплоемкости. Кинетику выделения скрытой теплоты кристаллизации в интервале температур TL-TS устанавливали согласно результатам экспериментальных исследований процесса затвердевания прокатного валка массой 2,2 т из ВЧ и замеров на высокотемпературном дифференциальном термическом анализаторе. Установлено, что расчетные кривые охлаждения соответствуют экспериментальным, если при вблизи TL выделяется ~20% твердой фазы, вблизи TS - 70%, а остальные 10% внутри интервала температур TL-TS .

Кроме того, согласно результатам экспериментальных исследований введена поправка, учитывающая выделение теплоты фазового перехода при эвтектидном превращении. Изменение толщины воздушного зазора между отливкой и кокилем рассчитывали в зависимости от толщины затвердевшего слоя металла. Массоперенос, вызванный “дождем кристаллов” в нижнюю шейку, в тепловом расчете учитывали соответствующим уменьшением на 20% значения теплоты фазового перехода объема металла, заключенного в нижней шейке вала. Все это позволило достаточно точно адаптировать результаты экспериментальных замеров и компьютерного моделирования.

При моделировании изменяли температуру заливки чугуна с 1270, 1320, 1370 до 1420 °С и скрытую теплоту кристаллизации различных частей отливки. Установлено, что при температуре заливки 1320 °С бочка вала диаметром 450 мм, охлаждающаяся в кокиле, затвердевает за ~70 мин., в 2 раза быстрее нижней Ø 320 мм и в 2,6 раза быстрее верхней шейками вала Ø 330 мм, которые охлаждаются в песчаной форме.

Сравнение температур затвердевания центральной части бочки вала с нижней и верхней шейками показало, что сразу после окончания заливки температура во всем объеме отливки практически выравнивается. Однако неожиданно уже через 3-4 мин и до ~50 мин в осевой зоне бочки температура выше, чем в шейках. И это несмотря на то, что продолжительность затвердевания шеек 2,0-2,6 раза больше. Причем, разность температур между центрами бочки, верхней и нижней шейками непостоянна. Установлено, что разность температур выше при температурах ликвидус и солидус в период кристаллизации бочки вала.

Поэтому можно считать, что в микрообъемах расплава на границе затвердевания в момент перехода сплава из жидкого в твердое состояние выделение скрытой теплоты кристаллизации создает «тепловой экран» и замедляет теплоотвод из осевой зоны бочки в кокиль. Избыточное тепло отводится в литейную форму и в затвердевший слой металла, но не повышает температуру металла выше TL и TS. Образование разветвленных дендритов (фрактальной структуры), обеспечивает максимально повышенный сток тепла от фронта затвердевания в литейную форму. Поэтому при резком увеличении количества выделившейся скрытой теплоты кристаллизации происходит остановка затвердевания до момента полного отвода тепла из микрообъемов расплава на фронте затвердевания.

УДК 621.74.04

*Г. Д. Хуснутдинов, Б. Г. Зеленый*

*Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,  
Киев*

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ЧУГУНА НИТРИДОМ МАГНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ**

Развитая поверхность контакта расплава и реагента является непременным условием интенсивного расходования реагента, содержащего нитрид магния (РНМ). В лабораторных экспериментах использовали различные приемы увеличения контактной поверхности РНМ с целью установить их эффективность и применимость в производственных условиях. Критериями оценки эффективности служили максимальное достигаемое содержание магния в расплаве и необходимая для этого продолжительность обработки.

Эксперименты проводили на высокочастотной плавильной печи, обрабатывая расплав чугуна в плавильном тигле. Во всех опытах масса расплава составляла 10 кг. Температура расплава при обработке поддерживалась в пределах 1400 – 1500°С периодическим подогревом. С целью упрощения оценки усвоения магния минимизировали расход магния на десульфурацию расплава, используя низкосернистый чугун (содержание серы в исходном чугуне не более 0,02 %).

Увеличение контактной поверхности РНМ с расплавом достигали тремя способами. В первом, изменяя форму брикета реагента, увеличивали его открытую поверхность. В этом случае брикет целиком принудительно погружается в расплав. В производственных условиях такой прием возможен при формировании брикета непосредственно на днище литейного ковша. Экспериментом установлена принципиальная возможность получения брикета РНМ закрепленного на подложке в виде слоя толщиной 0,4 – 0,5 см при нагревании смеси порошков магния и графита. Однако формирование такого брикета на футеровке литейного ковша требует уточнения технологии нагрева порошковой смеси.

За счет развития поверхности контакта брикета реагента с расплавом содержание магния в чугуне, гарантирующее сфероидизацию графита (более 0,03 %) может быть достигнуто в течение 1,5 мин. За все время обработки, длившееся 3 мин, массовая доля магния повысилась до 0,038 %, что сопоставимо с интенсивностью поступления магния в чугун при использовании традиционных магниевых присадок.

Во втором варианте брикет реагента разделили на фрагменты с максимальным размером в поперечнике 6 – 10 мм. Это позволяло существенно увеличить контактную поверхность реагента и его полное расходование, если обеспечивалось «омывание» расплавом каждого в отдельности фрагмента.