

**Е.В. Меняйло**

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

## **ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОБОГРЕВА ПРИБЫЛЕЙ ЧУГУННЫХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ**

Усадка сплавов при затвердевании обуславливает образование усадочных раковин и пор. Это особенно актуально для чугуна с отбеленной структурой рабочего слоя, плотность металла которого составляет  $\sim 7660 \text{ кг/м}^3$  [1], что значительно выше плотности углеродистой стали  $\sim 7500 \text{ кг/м}^3$  и серого чугуна  $\sim 7200 \text{ кг/м}^3$  [2]. Поэтому масса прибылей при литье чугунных прокатных валков достигает 40% [3], что выше по сравнению с производством, например, стальных слитков.

Экзотермические вставки и смеси оказались неэффективными для отливок массой более 1500 кг из-за их высокой продолжительности затвердевания по сравнению с продолжительностью работы экзотермических смесей. Для уменьшения непроизводительных потерь металла на прибылях разработана технология комбинированного электродугового-электрошлакового обжига (ЭШО) прибылей чугунных прокатных валков, которая работает на Днепропетровском и Лутугинском заводах прокатных валков. Ее особенность заключается в том, что после окончания заливки валка в прибыль опускают графитированный электрод до соприкосновения с расплавом, затем приподнимают его для зажигания электрической дуги, которая горит под слоем порошкообразного флюса. После расплавления флюса и формирования шлаковой ванны происходит переход на электрошлаковый обжиг прибылей. Продолжительность обжига прибылей равен продолжительности затвердевания верхней части валка.

Проведены экспериментальные исследования кинетики расхода жидкого чугуна из прибылей для компенсации усадки прокатных валков и установлена объемная усадка валков различных типоразмеров, но одинаковой массы из чугуна с шаровидной формой графита. Изменение уровня металла в прибылях определяли по перемещению электрододержателя установки ЭШО вслед за усадкой расплава с точностью  $\pm 0,5 \text{ мм}$ , считая, что зеркало металла в прибылях плоское и без настывей на ее стенках, как указано в [3]. Изменение уровня металла в прибылях фиксировали каждые 10 минут. Массу металла, который переместился из прибылей для компенсации

усадки отливки, определяли перемножением величины перемещения электрододержателя на площадь прибыли и плотность жидкого чугуна.

Полученные результаты анализировали в соответствии с известной схемой формирования кристаллической структуры и продвижения фронта затвердевания от поверхности отливки к осевой зоне, разработанной Б.Б. Гуляевым.

Математическим моделированием процесса затвердевания валков обоснована целесообразность уменьшения продолжительности обогрева. Установлено увеличение продолжительности затвердевания прибыли на ~25% после отключения электрошлакового обогрева. Инерционность процесса теплопередачи обусловлено тем, что зеркало металла прибыли закрыто слоем расплавленного шлака (шлаковая ванна), который уменьшает потери тепла в окружающую среду и увеличивает продолжительность затвердевания прибыли на ~25%. Кроме того, выше температуры солидус в затвердевающей отливке находится зона микроскопических перемещений, в которой питание усади невозможно, так как часть жидкого металла остается в разобленном состоянии между дендритными ветвями.

Разработана инженерная методика расчета рациональной продолжительности обогрева прибыли. Выведены формулы для определения максимальной и минимально допустимой продолжительности обогрева. Превышение продолжительности обогрева выше рекомендованных значений, приведет к повышению затрат на электроэнергию, задержит оборот кокильной и опочной оснастки, а увеличение перепада температур по высоте отливки - к термическим напряжениям и трещинам. Уменьшена продолжительность обогрева в 1,5-2,0 раза и расход электрической энергии по сравнению с технологическими инструкциями вальцелитейных заводов.

### Список литературы

1. *Хрычиков В.Е., Котешов Н.П.* Влияние комбинированной кокильно-песчаной литейной формы на затвердевание и формирование макроструктуры в крупных отливках из высокопрочного чугуна. Литейное производство.-№12.- 1994.- с. 12.

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. *Хрычиков В.Е., Будагьянц Н.А., Камкин В.П. и др.* Комбинированный электродуговой-электрошлаковый обогрев прибылей чугунных прокатных валков. Metallurgical and Iron and Steel Industry.- 2001.-№2. С. 38-43.