

Используя полученные математические модели, построили соответствующие зависимости, которые представлены в виде симплексных решёток на рис. 2.

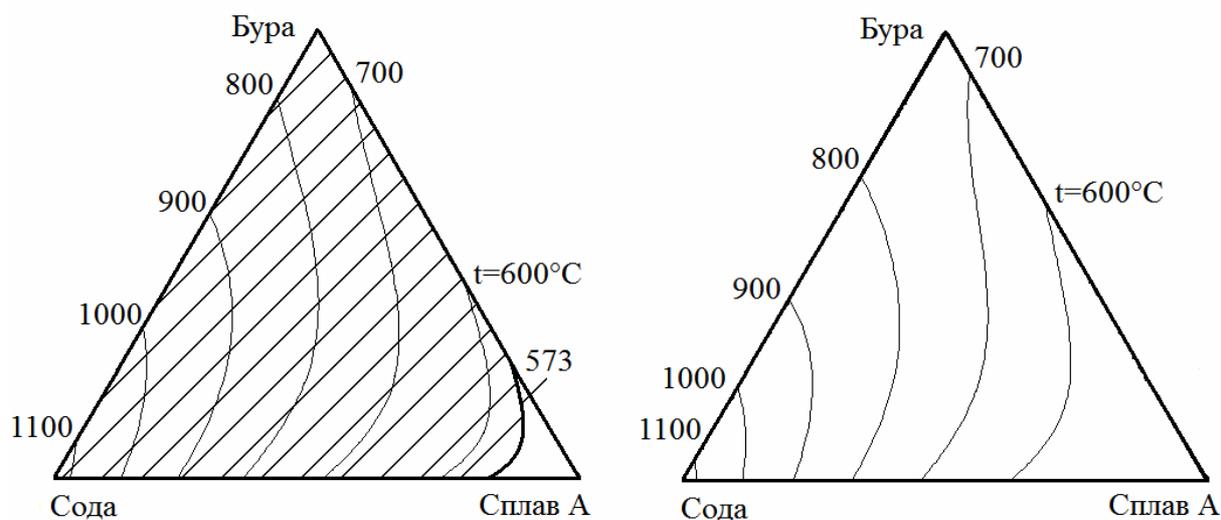


Рис. 2 изотермы температуры ликвидус (а) и солидус (б) плавня

Поле допустимых значений температур получили путём выделения штриховкой на изображениях симплексных решёток полей с недопустимым уровнем оптимизируемого параметра.

Анализ изображений на рис. 2 показывает, что требованиям, предъявляемым к плавню по температуре ликвидус и солидус, отвечает сплав «А». Следует отметить, что сплав «А», приготовленный на химически чистом  $\text{CaF}_2$  имеет значение  $t_L = 580 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $t_S = 504 \text{ }^\circ\text{C}$ .

УДК 621.74.002.6:669.13

**Я. С. Маймур, Л. Х. Иванова, А. А. Жегур, А. С. Алексеенко**

Национальная металлургическая академия Украины

## **КОРРЕКТИРОВКА ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ЧУГУННОГО ПРОКАТНОГО ВАЛКА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММ КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА**

Особенностью производства прокатных валков является то, что рабочие поверхности их бочек должны обладать высокой твердостью, а сердцевина и шейки, достаточной пластичностью.

Путем компьютерного моделирования было исследовано изменение температуры залитого чугуна в зависимости от удаления от рабочей поверхно-

сти кокиля при литье валка размерами 730x1250мм. Анализ изменения температур проводили на торцах бочки валка и в его центральной части.

С удалением от рабочей поверхности кокиля теплоотвод в отливку уменьшался, что свидетельствует о снижении скорости кристаллизации и соответственно изменении свойств материала. Кроме того, изменение температуры на торцах бочки валка одинаково, поэтому в дальнейших расчетах измерения проводили в центральной части бочки и в его верхней торцевой части.

Как известно, структура и свойства чугуна во много зависят от скорости его кристаллизации, поэтому для сравнения были построены зависимости скорости кристаллизации чугуна рабочего слоя валка от удаления от рабочей поверхности кокиля. Итак, скорость кристаллизации в центральной части бочки валка отличается от его торцевой части. Это объясняется влиянием торцевого эффекта на кристаллизацию металла. Максимальная скорость кристаллизации металла возникала на границе жидкого металла и кокиля и уже на удалении 2 мм от рабочей поверхности кокиля она составляла 106 °С/мин (на торце бочки валка) и 74°С/мин (в центральной части бочки валка). На удалении 25 мм от рабочей поверхности кокиля скорость кристаллизации составляла 26 °С/мин (на торце бочки валка) и 19°С/мин (в центральной части бочки валка). В связи с этим и структура чугуна также будет отличаться по длине бочки валка и её глубине.

Для исследования скорости кристаллизации металла в сердцевине валка и его шейках использовали метод компьютерного моделирования данного процесса. При моделировании использовали ранее полученные данные по затвердеванию металла рабочего слоя валка в кокиле. В качестве материала сердцевины использовали тот же чугун, что и для рабочего слоя. Это позволит определить, как изменяется скорость кристаллизации металла по глубине отливки и предположить как изменяется структура чугуна того же химического состава, что и для рабочего слоя валка. Показано, что теплоотвод в жидком металле выравнивается по высоте с удалением от рабочей поверхности кокиля. Таким образом, скорость кристаллизации жидкого чугуна в осевой зоне бочки валка должна быть одинаковой по высоте.

С целью определения изменения скорости кристаллизации в металле сердцевины валка и скорости продвижения фронта кристаллизации были построены зависимости, которые показали, что скорость кристаллизации жидкого металла снижается при удалении от рабочей поверхности кокиля, при этом скорость кристаллизации в центральной части бочки валка немного выше, чем на торцах. Скорость охлаждения резко снижается в диапазоне 45...155 мм от поверхности кокиля и составляет 18

и 2,5 °С/мин соответственно. В центральной части бочки валка скорость охлаждения минимальна и составляет 1,6 °С/мин на торце бочки валка и 1,8 °С/мин в её центральной части.

В отличие от скорости охлаждения скорость продвижения фронта кристаллизации снижается на расстоянии 45...200 мм от поверхности кокиля с 7,8 до 3,2 мм/мин, а затем увеличивается и становится максимальной (28 мм/мин) в осевой части бочки валка. Таким образом, в осевой части валка создаются предпосылки для кристаллизации цементитных структур.

Проведенные исследования микроструктуры нижних шеек трех прокатных валков в литом состоянии показал следующее. Чугун нижних шеек в основном мало отличался. Количество феррита было примерно одинаковым от 11,8 до 12,4%), располагался феррит в виде оболочек вокруг включений графита. Фосфидная эвтектика в количестве 0,5...1,0% встречалась в виде небольших участков. Перлит характеризовался баллами ПД1,0 и ПД1,4. В одном из валков феррита практически не было, матрица перлитная, встречались участки фосфидной эвтектики с примыкающим к ней цементитом.

Таким образом, в связи с тем, что структура чугуна шеек не должна содержать карбидов, в нашей разработке предлагается вводить в полупромышленной металл графитизирующие элементы: кремний, медь, титан или гафний. При этом возникают благоприятные условия для формирования в структуре чугуна графита, что обеспечивает необходимые свойства сердцевины прокатного валка.

УДК 621.746

**В. А. Мамишев, Л. А. Соколовская**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

## **О РЕГУЛИРОВАНИИ ТЕПЛОТВОДА В СИСТЕМЕ ЗАТВЕРДЕВАЮЩАЯ ОТЛИВКА – ОБЛИЦОВАННЫЙ КОКИЛЬ**

Технология литья в кокиль относится к прогрессивным технологиям [1, 2] литейного производства. Однако, при получении отливок с разной толщиной стенок в высокотеплопроводных металлических формах (кокилях) возникают две технологические проблемы, связанные с опасностью ухудшения качества литой структуры ко-