

ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЧУГУНА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Специфические условия охлаждения отливки при непрерывном литье чугуна приводят к образованию различных структурных зон по ее сечению, отличающихся как формой и размерами графитовых включений, так и строением металлической основы чугуна. Если структура и свойства внутренней поверхности отливки, оформляемой песчаным стержнем, в большинстве случаев удовлетворяют требованиям ГОСТа к износостойким деталям, то получение необходимого качества наружной поверхности заготовок представляет значительные трудности.

Результаты проведенных ранее исследований [1] позволили определить область технологических параметров и химический состав чугуна для заготовок различных типоразмеров, обеспечивающие получение отливок без отбела. Эксперименты показали, что скорость литья и температура заливки чугуна оказывают существенное влияние не только на отбел, но и на протяженность зоны с междендритным графитом, равномерность свойств металла по сечению отливки. Для исследованного диапазона химического состава чугуна и технологических параметров процесса глубина зоны с междендритным графитом находится в пределах от 3,2 до 13 мм. Присутствие междендритного графита, способствуя распаду эвтектического и эвтектоидного цементита, приводит к образованию феррита в наружных зонах отливки, что отрицательно сказывается на износостойкости чугуна. Аналогичное влияние технологические параметры оказывают и на равномерность свойств по сечению отливки. Для получения высококачественных заготовок процесс необходимо проводить с максимально допустимой скоростью литья и минимально возможной температурой заливаемого металла. В связи с этим приобретают особую важность данные исследований по определению оптимальных технологических параметров процесса, полученные на основе сопоставления прочности чугуна при температурах, близких к температуре кристаллизации чугуна, с напряжениями, возникающими в отливке. На основании этих данных был проведен полнофакторный эксперимент по определению оптимального химического состава серого чугуна. Варьируемым фактором являлось содержание элементов: углерода 3...3,5 %, кремния 1,7...2,4, марганца 0,5...0,9 и фосфора 0,1...0,35 % (по массе). Зависимыми переменными были выбраны твердость наружной поверхности заготовки, равномерность твердости по ее сечению и глубина зоны с междендритным графитом. Оптимизацию проводили методом градиента на ЭВМ "Электроника ДЗ-28". Полученные уравнения регрессии позволили построить номограмму, отражающую взаимосвязь глубины зоны с междендритным графитом, твердость поверхности и перепад твердости по сечению заготовки с химическим составом чугуна. С уменьшением содержания С и Si возрастают твердость поверхности заготовки и глубина зоны с междендритным графитом, перепад твердости по сечению уменьшается.

Отливка из чугуна с оптимальным химическим составом ($C = 3,09 \%$; $Si = 2,02 \%$; $Mn = 0,89 \%$; $P = 0,1 \%$) имеет следующие качественные характеристики: твердость наружной поверхности 197 НВ, перепад твердости 10 НВ, глубину зоны с междендритным графитом 3,6 мм.

Регулирование структуры и свойств чугуна возможно не только изменением его химического состава, но и выбором заданной скорости охлаждения заготовки за пределами кристаллизатора. На воздухе скорость охлаждения составляет $1,5 \dots 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$. Экранирование заготовки позволяет снизить ее до $0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$ и создать благоприятные условия для полного распада цементита в наружных слоях. Использование интенсивного вторичного охлаждения, обеспечивающего скорость охлаждения порядка $10 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$ до температуры $500 \dots 550 \text{ } ^\circ\text{C}$, позволяет получить в зоне с междендритным графитом полностью перлитную структуру.

Сравнительные испытания, проведенные на машине МТ-1, показали, что износостойкость наружных слоев заготовок практически не уступает, а в некоторых случаях даже превосходит износостойкость внутренних слоев, оформляемых песчаным стержнем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Земсков И.В., Крутилин А.Н., Тульев В.Д., Столярова Г.И. Влияние технологических параметров на структуру и свойства чугуна непрерывнолитых заготовок // *Металлургия*. – Минск: Выш. шк., 1986. – Вып. 20. – С. 72–73.

УДК 621.746

В.И. ТУТОВ, И.В. ЗЕМСКОВ,
В.Д. ТУЛЬЕВ, И.К. ФИЛАНОВИЧ

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУНЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ

К малоотходным технологиям производства литых заготовок относится вертикальное полунепрерывное литье чугуна. При получении этим методом заготовок из сталей необходимо учитывать их свойства.

Технологическая схема полунепрерывного литья стальных заготовок в отличие от литья чугуна включает систему эффективного охлаждения отливок за пределами кристаллизатора. Разработана технология вертикального полунепрерывного литья заготовок сплошного сечения из конструкционной стали 40Л (ГОСТ 977–75), быстрорежущей стали Р6М5 (ГОСТ 19265–73) и хромоникелевой нержавеющей стали 12Х18Н9ТЛ (ГОСТ 2176–77). Тепловые и технологические параметры полунепрерывного литья в металлический кристаллизатор стальных заготовок наружным диаметром 65 мм приведены в табл. 1.

При получении стальных заготовок на установках полунепрерывного литья скорость их извлечения лимитируется не прочностными свойствами корки, а тепловыми условиями, обеспечивающими направленное затвердевание слитка вдоль его оси. Скорость извлечения зависит от теплофизических и ли-