

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-

Табл. 1. Технологические параметры полунепрерывного литья

Марка стали	Температура заливки, °С	Скорость извлечения, м/мин	Время выдержки, с	Шаг протяжки, мм
40Л	1550...1570	0,4...0,43	1...2	5...10
Р6М5	1520...1540	0,3...0,32	2...3	15...20
12Х18Н9ТЛ	1580...1590	0,25...0,27	3...4	15...20

Табл. 2. Механические свойства стали 12Х18Н9ТЛ

Временное сопротивление, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное сужение, %	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>	Примечание
500...540	270...310	35...42	35...40	160...200	Без термообработки
570...580	300...310	44...47	40...43	120...150	После термообработки

нейных свойств стали. При скоростях извлечения, превышающих оптимальные значения, приведенные в табл. 1, в непрерывнолитых стальных заготовках образуется осевая усадочная пористость.

Результаты анализа механических свойств нормализованной стали 40Л в непрерывнолитых заготовках показали, что предел сопротивления прочности составляет 600 МПа, относительное удлинение — 22 %, относительное сужение — 42,6 %, ударная вязкость — 114 Дж/см<sup>2</sup>. Показатели полностью соответствуют требованиям ГОСТ 977—75.

Показатели механических свойств стали 12Х18Н9ТЛ в литом и термообработанном состояниях выше соответствующих характеристик, указанных в ГОСТе (табл. 2).

Сравнение свойств непрерывнолитой и деформированной стали Р6М5 в термообработанном состоянии показало, что ударная вязкость литой стали в 3,2...4 раза ниже, чем деформированной, твердость и теплостойкость одинаковы, а износостойкость литой стали в 1,4 раза превышает износостойкость деформированной.

Технологические процессы полунепрерывного литья сталей, разработанные по заказам промышленных предприятий, позволяют по сравнению с применяемыми технологиями увеличить выход годного по металлу до 80...85 %, уменьшить припуски на механическую обработку до 2...2,5 мм, использовать неделовые отходы легированных сталей для производства литых заготовок взамен дорогостоящего и дефицитного проката.