

УДК 621.74.047.001.57

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕГРЕГАЦИИ УГЛЕРОДА В НЕПРЕРЫВНО-ЛИТОЙ ЗАГОТОВКЕ СТАЛИ

А. М. БРАНОВИЦКИЙ, Ю. А. ЛЕБЕДИНСКИЙ, В. А. ДЕМЕНТЬЕВ

Институт технологии металлов НАН Беларуси  
Могилев, Беларусь

Заметный температурный интервал затвердевания и значительная концентрация углерода могут приводить к существенной ликвации углерода по сечению заготовки из непрерывно-литой стали, что влечет за собой весомую долю брака при изготовлении из таких заготовок изделий малых размеров, например металлокорда. Для минимизации сегрегации разработаны так называемые импульсные режимы охлаждения [1, 2]. В частности, для образца непрерывно-литой заготовки из стали 80К (0,807 % С, 0,2051 % Si, 0,5177 % Mn) и размером сечения 250 × 300 мм (рис. 1) выполнены измерения профиля концентрации углерода двумя способами: химическим на газоанализаторе ГОУ-1 и оптическим эмиссионным спектральным на установке Foundry Master(Smart Optimum).

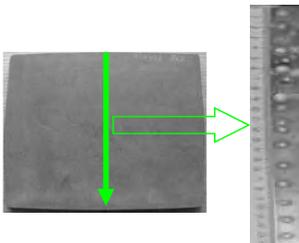


Рис. 1. Сечение заготовки и область измерений концентрации

В первом случае в области измерений (см. рис. 1) для каждой экспериментальной точки высверливалось отверстие  $\varnothing 8$  мм на глубину около 10 мм, при этом получалось 3...4 г стружки, что позволяло провести 3...4 измерения на газоанализаторе. Ввиду значительного усреднения по большому объему наблюдалось сглаженное распределение концентрации, например, значения концентрации на прямой (см. рис. 1) практически совпадали со значениями, полученными с отклонениями

от прямой влево и вправо на 1...1,5 см.

Во втором случае в области измерений (см. рис. 1) для каждой экспериментальной точки проводилось 3...4 измерения на спектроанализаторе, при этом расходится гораздо меньшее количество металла. Пятно испаряемого металла достаточно широкое (диаметром до 1 см), поэтому измерения не сильно зависят от осцилляций концентрации, вызванных случайными неоднородностями микроструктуры в данной зоне.

Химические измерения использовались для контроля спектральных. В обоих случаях использовалось усреднение по нескольким измерениям для каждой экспериментальной точки, характер профиля распределения углерода получился один и тот же, поэтому экспериментальный материал был собран воедино (на рис. 2 отрезками показаны расстояния между

максимальными и минимальными значениями в этих точках).

Следует отметить некоторую трудоёмкость химического способа (сверление стали 80К) и времяёмкость обоих способов измерений, связанную с необходимостью накопления достаточной статистики измерений [3].

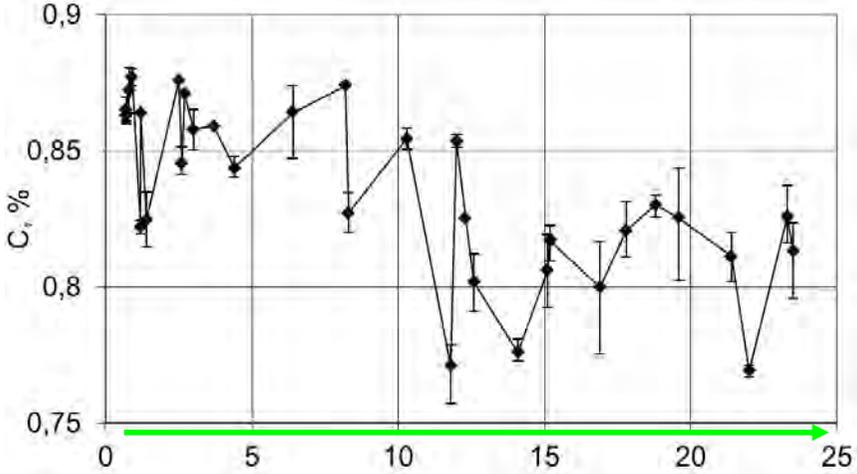


Рис. 2. Профиль концентрации углерода в образце (см. рис. 1)

Распределение в нижней части (18...25 см) имеет часто встречающийся профиль с «провалом» в зоне около 3 см от нижней грани. Минимальная концентрация углерода наблюдается в центре заготовки, а также существенная разница в профилях концентрации верхней и нижней частей заготовки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение метода импульсной непрерывной кристаллизации с целью регулирования структуры и свойств графитизированных сталей / Н. М. Александрова [и др.] // *Сталь*. – 2006. – № 3. – С. 83–87.
2. **Sang, B.** A novel technique for reducing macrosegregation in heavy steel ingots / B. Sang, X. Kang, D. Li // *Journal of Materials Processing Technology* 210. – 2010. – P. 703–711.
3. Минимизация структурной и химической неоднородности стального литья за счет ускоренного импульсного охлаждения при кристаллизации / А. В. Кушнарв [и др.] // *Современные технологии и оборудование для внепечной обработки и непрерывной разливки стали: тез. докл. Междунар. конф.* – Москва, 2007. – С. 41.