

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЙ, ПОВЫШАЮЩИХ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БАЛОЧНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ УСКОРЕННОМ ОХЛАЖДЕНИИ

Костерев В. Б.¹, Белов Е. Г.¹, Ефимов О. Ю.¹, Юрьев А. Б.¹, Чинокалов В. Я.¹,
Иванов Ю. Ф.¹, Коновалов С. В.³, Громов В. Е.³

*ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат»,
г.Новокузнецк, Россия, kosterev_VB@zsmk.ru*

²*ГОУ ВПО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»,
г.Томск, Россия, yufi@mail2000.ru*

³*ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г.Новокузнецк, Россия, gromov@physics.sibsiu.ru*

Целью работы являлся анализ формирования наноструктурных состояний, повышающих механические свойства балочного профиля из стали 09Г2С при принудительном охлаждении. Исследования структуры и фазового состава стали осуществляли методами просвечивающей дифракционной электронной микроскопии тонких фольг.

Независимо от расстояния до поверхности охлаждения в стали присутствуют две фазы: α -фаза и карбид железа. α -фаза представлена зернами, свободными от частиц цементита; зернами, в объеме которых присутствуют частицы цементита различной морфологии. Кроме этого, α -фаза является структурным элементом перлита пластинчатой морфологии. Соответственно этому, цементит формирует структуру пластинчатого перлита, и располагается в виде частиц в зернах и на границах зерен феррита.

Установлено формирование структуры, представленной зернами структурно-свободного феррита, зернами феррита, содержащими частицы цементита глобулярной морфологии и зернами перлита пластинчатой морфологии. В слоях стали, расположенных на расстояниях ~ 7 и ~ 4 мм от поверхности ускоренного охлаждения структурно-фазовое состояние стали не отличается от состояния центральной части сегмента. Структура поверхности охлаждения отличается отсутствием зерен перлита. Основой структуры поверхности охлаждения являются зерна феррита. В объеме зерен и по их границам обнаруживаются частицы цементита с размерами в пределах 25...35 нм.

При уменьшении расстояния до поверхности охлаждения до 4 мм максимальные размеры субзерен снижаются до ~ 380 нм. В объеме фрагментов (субзерен) присутствует дислокационная субструктура в виде хаоса и сеток. В ферритной составляющей перлитных зерен как в центральной части двутавра, так и в объемах, расположенных на расстояниях 7 и 4 мм от поверхности охлаждения наблюдается сетчатая дислокационная субструктура. В слое, прилегающем к поверхности охлаждения, в объеме зерен феррита наблюдается пластинчатая структура. Пластины располагаются параллельными рядами, формируя структуру, подобную структуре пакетного мартенсита закаленной стали. Поперечные размеры пластин изменяются в пределах от 100 нм до 1,8 мкм.

Эволюция структурно-фазового состояния стали по мере приближения к поверхности охлаждения сопровождается снижением объемной доли пластинчатого перлита и изменением степени дефектности цементита. В центральной части балки наблюдаются зерна перлита, пластины цементита которых практически бездефектны. В слое, расположенном на расстоянии ~ 7 мм от поверхности охлаждения, пластины цементита, формирующие зерна перлита, раздроблены на фрагменты, средние размеры которых составляют ~ 45 нм. На расстоянии ~ 4 мм от поверхности охлаждения, пластины цементита раздроблены на фрагменты, со средними размерами ~ 35 нм.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (г.к. №П332).