

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

© Н.Н. Федоркова, 2012 г.
Национальная металлургическая академия Украины,
г. Днепропетровск
Республика Украина
fedorkova2009@rambler.ru

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СТАЛИ 23Г2А ПОСЛЕ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ ТИТАНСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКОЙ

Введение. Как было показано в работах [1, 2, 3], взамен ферротитана – одного из основных ферросплавов для внепечной обработки сталей и сплавов в ковше – успешно была применена комплексная технологическая добавка ДТ1 [1], которая не только выполняет функции раскислителя и модификатора при получении качественных сталей, но и является микролигатурой, так как вносимые в расплав микродобавки титана положительно влияли не только на структурообразование в литой стали, но и на уровень механических свойств готовой катанки.

Цель работы. Сравнительные исследования тонкой структуры горячекатанной стали 23Г2А после внепечной обработки в ковше различными титансодержащими добавками и влияния микродобавок титана на параметры структурных составляющих.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование микроструктуры стали, обработанной ДТ1, при увеличениях $\times 2000$ показало, что с увеличением содержания титана эвтектоидное превращение развивалось на большем количестве центров зарождения. Это измельчало как колонии, так и структурные составляющие перлита (рис. 1).

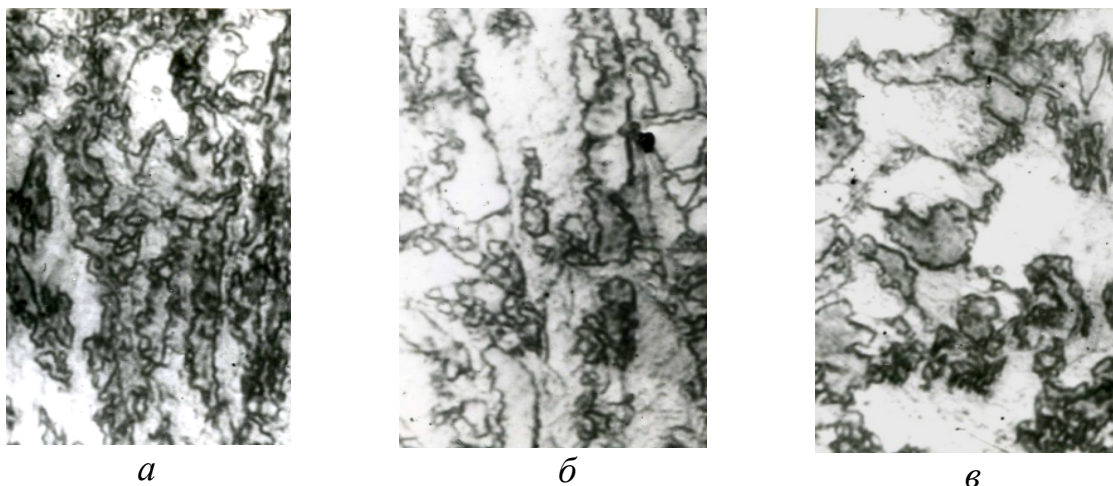


Рис. 1. Измельчение перлитных колоний в стали 23Г2А, обработанной ДТ1: *а* – 0,006 %Ti; *б* – 0,016 %Ti; *в* – 0,028 %Ti, x2000

Карбидной фазой в данном случае являлся легированный цементит типа $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{C}$. При легировании малоуглеродистых сталей сильными карбидообразующими элементами, к которым относится и титан, дисперсные специальные карбиды могут выделяться непосредственно из переохлажденного аустенита еще до начала $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения. В данной стали в процессе кристаллизации образовывались субмикроскопические карбиды типа TiC , которые также играли роль центров зарождения при эвтектоидном превращении. Чтобы установить влияние субмикроскопических карбидов TiC на структуру и свойства стали, была измерена микротвердость феррита и перлита в образцах с различным содержанием титана. В результате обнаружено повышение микротвердости легированного феррита с 1886 МПа до 2311 МПа, т. е. до $\sim 20\%$ при увеличении содержания титана с 0,006 до 0,014 % в образцах стали 23Г2А после обработки ее добавкой ДТ1.

Кроме того, при 0,015–0,022 % титана в стали выявлены области как модифицированного, так и немодифицированного перлита: по мере роста содержания титана количество выделений перлита с высоким значением микротвердости увеличивалось. При содержании титана более 0,022 % в структуре присутствовал только модифицированный мелкодисперсный перлит со значениями микротвердости 2830–3050 МПа.

Размеры зерен феррита в этих плавках уменьшились до 0,5–1,0 мкм, а их микротвердость возросла до 2257 МПа. Известно, что наиболее сильно упрочняют феррит кремний, марганец, а также титан. Естественно, что легирующие элементы, растворенные в феррите, повышали его прочность.

Морфологию перлита, а именно: размеры и структуру колоний, форму выделений цементита в перлите, толщину пластин цементита и межпластиночное расстояние – изучали электронно-микроскопическим методом с помощью микроскопа EF-4 при x6600 (рис. 2). При равных количествах титана размеры перлитных колоний в стали, обработанной

добавкой ДТ1 уменьшились с 5,3 до 2,1 мкм, по сравнению с обработкой ферротитаном, толщина пластин цементита – с 0,17 до 0,11 мкм, межпластиночное расстояние – с 0,22 до 0,12 мкм (рис. 2, а, рис. 2, б). Степень измельчения структурных составляющих перлита повышалась тем в большей степени, чем выше было содержание титана в стали (рис. 2, в, рис. 2, г).

Равномерное распределение в аустените титана, усвоенного расплавом при его обработке ДТ1, а также образование субмикроскопических выделений TiC , тормозило диффузионное перераспределение элементов при распаде аустенита $A \rightarrow \Phi + П$. Фазовые превращения развивались без значительных перемещений углерода и марганца одновременно на большом количестве центров вторичной кристаллизации в виде TiC .

Это обуславливало формирование зерен Φ и колоний $П$ уменьшенных размеров, высокую дисперсность структурных составляющих, уменьшение блочной структуры, отсутствие окаймлений из $Ц$ в отличие от металла, обработанного ФТи68.

Измельчение зеренной и блочной структуры, уменьшение размеров $Ц$ пластин увеличивало не только прочность стали благодаря барьерному эффекту при движении дислокаций, но одновременно и пластичность (δ , ψ) из-за глобуляризации выделений $Ц$ и увеличения в $П$ межпластиночных расстояний.

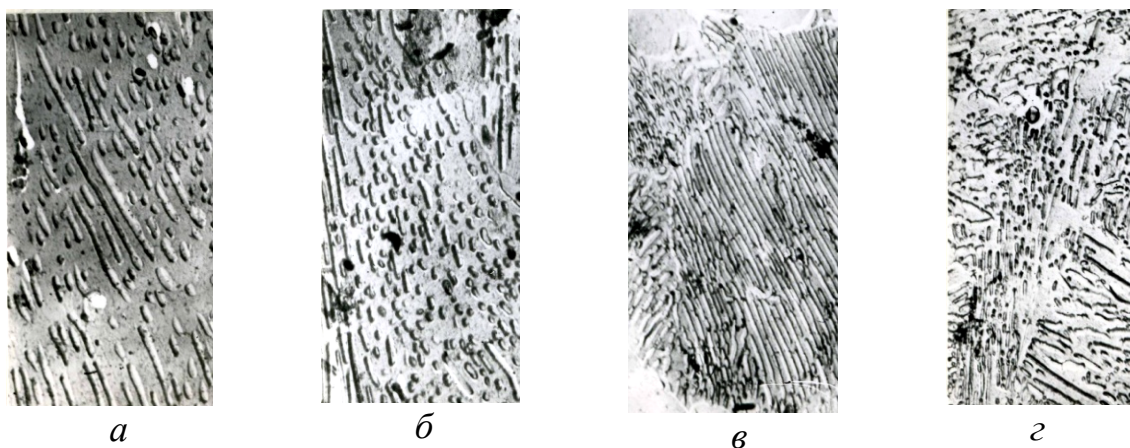


Рис. 2. Толщина пластин цементита, межпластиночное расстояние и размеры колоний перлита в стали 23Г2А, обработанной: а – ферротитаном, 0,006 % Ti; б – добавкой ДТ1, 0,006 % Ti, в – 0,018 %; г – 0,036 % Ti, ПЭМ, х 6600

Как показали результаты рентгеноструктурного анализа, размер блоков в α -Fe при обработке ФТи68 был > 500 нм и не отличался от эталона – чистого нелегированного феррита. С увеличением содержания титана растет параметр кристаллической решетки «а». Кроме того, размер блоков α -Fe, обработанного ДТ1, был вдвое меньше – 200 нм при

одинаковом химическом составе металла, т. е. уменьшаются размерные параметры субструктуры феррита.

Выводы

Таким образом, по данным систематических исследований установлено, что титан добавки ДТ1 в отличие от ферротитана ФТи68 оказывал не только модифицирующее, но и микролегирующее действие. Доказано комплексное воздействие технологической добавки как высокоэффективного раскислителя, модификатора и микролегатуры.

Список использованных источников

1. А.С. № 1201342 СССР. МКИ³ С 22 С 35/00. Комплексная добавка для обработки низколегированной марганцовистой стали. О.М. Шаповалова, Н.И. Шевченко, Н.Н. Музыка [и др.].
2. Федоркова Н.Н. Влияния микродобавок титана на процессы структурообразования в литой стали 23Г2А после внепечной обработки различными титансодержащими добавками / Днепропетровск. МТОМ. 2010. № 1. С. 30–36.
3. Федоркова Н.Н. Влияние микродобавок титана на структуру горячекатанной стали 23Г2А после внепечной обработки различными титансодержащими добавками / Днепропетровск. МТОМ. 2010. № 3. С. 16–21.