

ВЛИЯНИЕ ГОМОГЕНИЗИРУЮЩЕГО ОТЖИГА НА СТРУКТУРНУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ СТАЛИ 25Г2С2Н2МА

Майсурадзе М.В.^{1,2}, Рыжков М.А.¹, Юдин Ю.В.¹, Каменская А.А.¹

¹ФГАОУ ВПО УрФУ, г. Екатеринбург

²ЗАО «Машиностроительный Холдинг», г. Екатеринбург

20983@rambler.ru

Установлено влияние гомогенизирующего отжига на степень структурной неоднородности высокопрочной стали 25Г2С2Н2МА. Для оценки степени структурной полосчатости использовались стандартные методики, а также микроструктурный и дюрOMETрический анализ. Показано, что проведение гомогенизирующего отжига приводит к значительному снижению степени структурной полосчатости стали.

Проведено исследование влияния гомогенизирующего отжига после кристаллизации слитка стали на структурную неоднородность, проявляющуюся после горячей прокатки в виде полосчатости. Исследуемым материалом являлась высокопрочная сталь 25Г2С2Н2МА, одна плавка которой (№1) после кристаллизации подвергалась кратковременной выдержке при температуре 1250 °С в течение 3 ч, а другая (№2) – длительному гомогенизирующему отжигу при температуре 1250 °С в течение 15...17 ч.

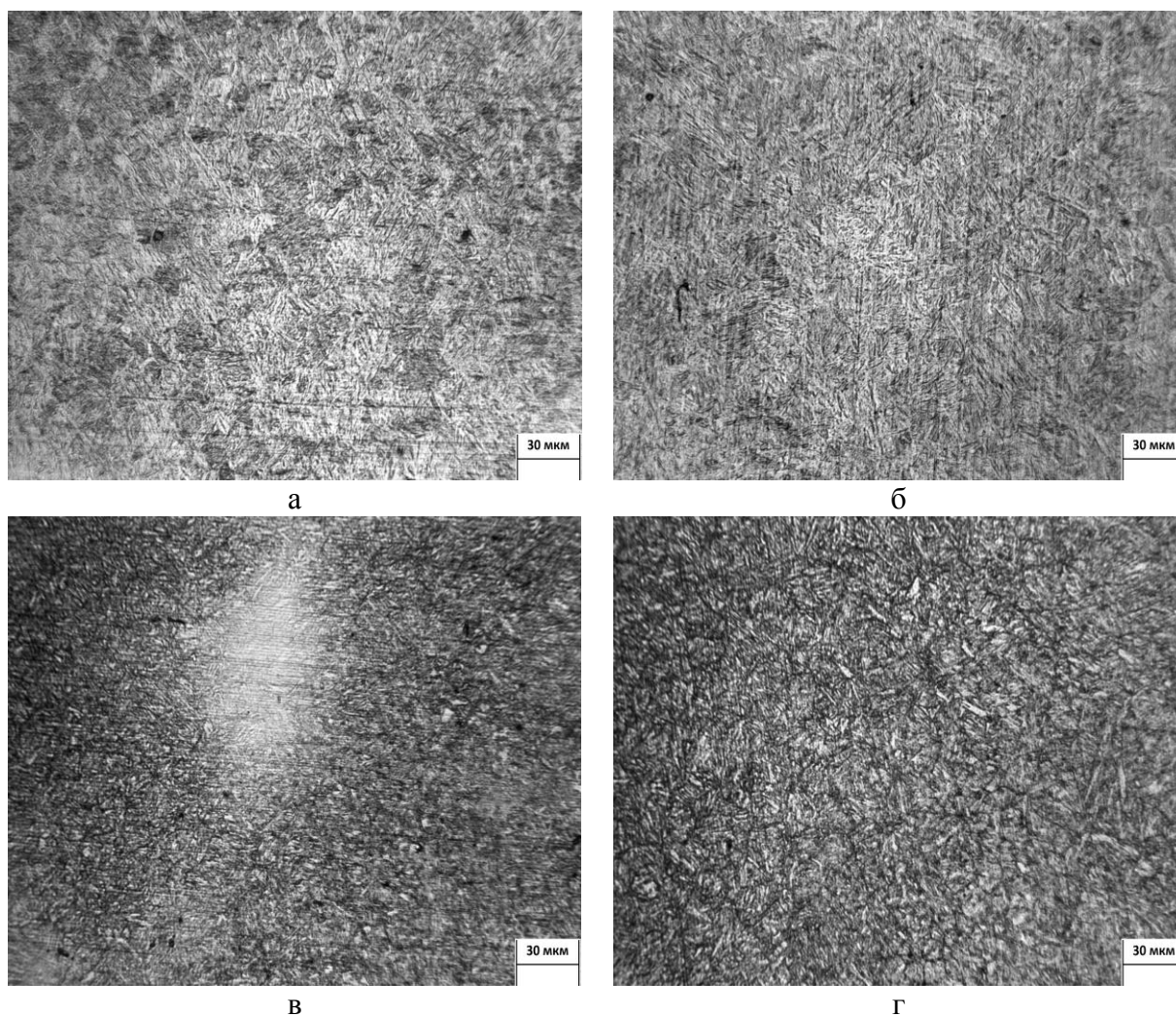
Образцы стали двух исследуемых плавок подвергались закалке в масле от температуры 925 °С с последующим отпуском в течение 8 ч в температурном диапазоне 200...500 °С.

На рис. 1 приведена микроструктура образцов стали разных плавок после закалки в масло и отпуска при температуре 200 и 500 °С в течение 8 ч. После закалки и низкотемпературного отпуска структура стали обеих плавок представляет собой мартенсит с небольшим количеством нижнего бейнита (рис. 1, а, б) с уровнем твердости 44...46 HRC. При повышении температуры отпуска до 300 °С существенных структурных изменений в стали не происходит. Уровень твердости также снижается незначительно (рис. 2).

При повышении температуры отпуска до 400...500 °С происходит выделение карбидных частиц. При этом в структуре стали плавки №1 наблюдаются светлые участки, в которых выделение карбидной фазы еще не началось (рис. 1, в). Эти участки также обладают и повышенным уровнем твердости. Твердость стали после отпуска при температуре 400 °С составила 43 HRC для плавки №1 и 40 HRC для плавки №2. Более высокий уровень твердости стали плавки №1 связан с наличием в структуре светлых участков с повышенной твердостью. При температуре отпуска 500 °С уровень твердости стали плавки №1 (39 HRC) также превышает

твёрдость стали плавки №2 (37 HRC) вследствие наличия светлых областей с повышенной твёрдостью, в которых процессы выделения карбидной фазы протекают замедленно.

Локальное замедление процессов, протекающих при отпуске, является следствием химической неоднородности стали, которая формируется на стадии кристаллизации металла и наследуется при последующей прокатке. Химическая неоднородность становится причиной структурной неоднородности, проявляющейся при последующей термической обработке [1]. Различная степень химической и структурной неоднородности стали 25Г2С2Н2МА разных плавков объясняется применением различной продолжительности гомогенизирующего отжига слитков.



а, в – плавка №1; б, г – плавка №2

Рис. 1. Микроструктура стали 25Г2С2Н2МА после закалки и отпуска в течение 8 ч при температуре 200 °С (а, б) и 500 °С (в, г)

Для количественной оценки структурной неоднородности разных плавков стали 25Г2С2Н2МА был использован метод оценки структурной полосчатости по стандарту ASTM E1268. Анализ проводился для образцов

стали 25Г2С2Н2МА после отпуска при температуре 500 °С в течение 8 ч, когда визуально наблюдалась максимально контрастная структурная неоднородность (рис. 3). Всего было исследовано по 10 полей зрения для каждого образца.

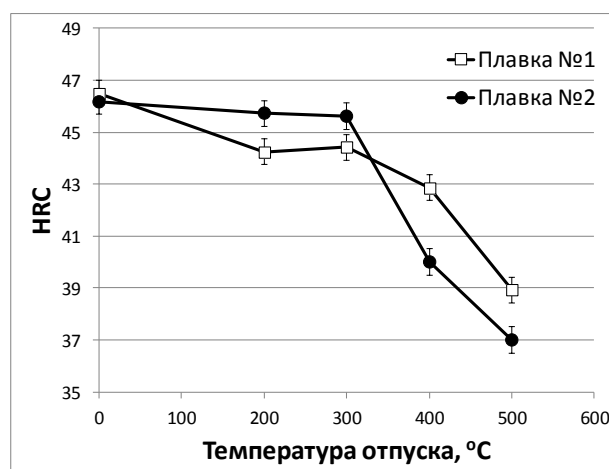


Рис. 2. Зависимость твердости от температуры отпуска стали 25Г2С2Н2МА разных плавков

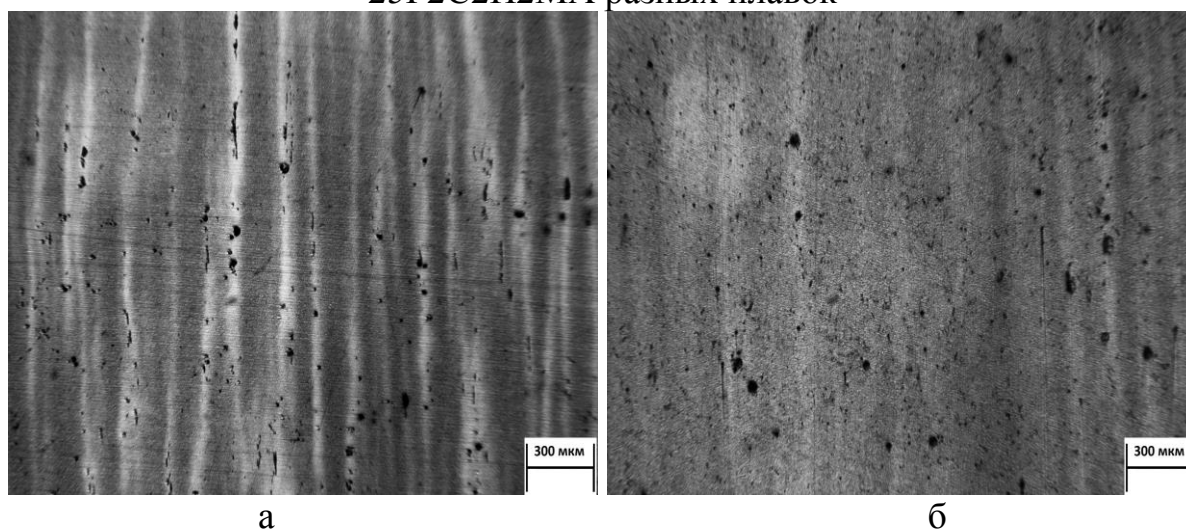


Рис. 3. Структурная полосчатость стали 25Г2С2Н2МА (закалка от 925 °С, масло, отпуск 500 °С, 8 ч): а) плавка №1; б) плавка №2

Установлено, что коэффициент анизотропии стали плавки №1 составляет $9,0 \pm 1,5$, а для стали плавки №2 – $4,0 \pm 1,3$. Таким образом, микроструктура стали плавки №2 более, чем в 2 раза однороднее по сравнению с плавкой №1. То есть длительный гомогенизирующий отжиг позволил уменьшить химическую и структурную неоднородность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Tasan C.C. Microstructural banding effects clarified through micrographic digital image correlation // C.C. Tasan, J.P.M. Hoefnagels, M.G.D. Geers. Scripta Materialia. 2010. Vol. 62. №11. P. 835–838.