

ВЛИЯНИЕ СТАРЕНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ВЫСОКОАЗОТИСТОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ X23AG17

И.А. ТУМБУСОВА¹, Г.Г. МАЙЕР²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: tumbusovairina@outlook.com

Проблемой современного материаловедения является создание легированных сталей и сплавов, удовлетворяющих таким требованиям как высокая прочность, текучесть, способность работать при пониженных и повышенных температурах, хорошая износостойкость и свариваемость. Создание высокоазотистых аустенитных сталей обусловлено необходимостью получения недорогих безникелевых аналогов традиционным коррозионностойким сталям 300-ой серии. Одним из методов дополнительного повышения прочностных характеристик высокоазотистых сталей является термическая обработка, например, старение [1-3].

В работе исследовали влияние старения на микроструктуру и микротвердость высокоазотистой аустенитной стали X23AG17 (23Cr-17Mn-0,18Ni-0,04V-0,1C-0,6N, мас. %). Для получения аустенитной структуры исследуемую сталь закаливали от 1200 °С (выдержка 30 мин) в воду. Старение выполняли при температуре 700 °С в течение 10 и 50 часов, после выдержки образцы закаливали в воду комнатной температуры.

На рисунке 1 представлены металлографические картины протравленной поверхности образцов стали X23AG17 в исходно аустенитном состоянии и после старения при 700 °С продолжительностью 10 и 50 ч. Исходная структура состоит из зерен аустенита со средним размером зерна 30 мкм. Также наблюдали зерна, обладающие повышенной травимостью, соответствующие, по-видимому, δ-ферриту.

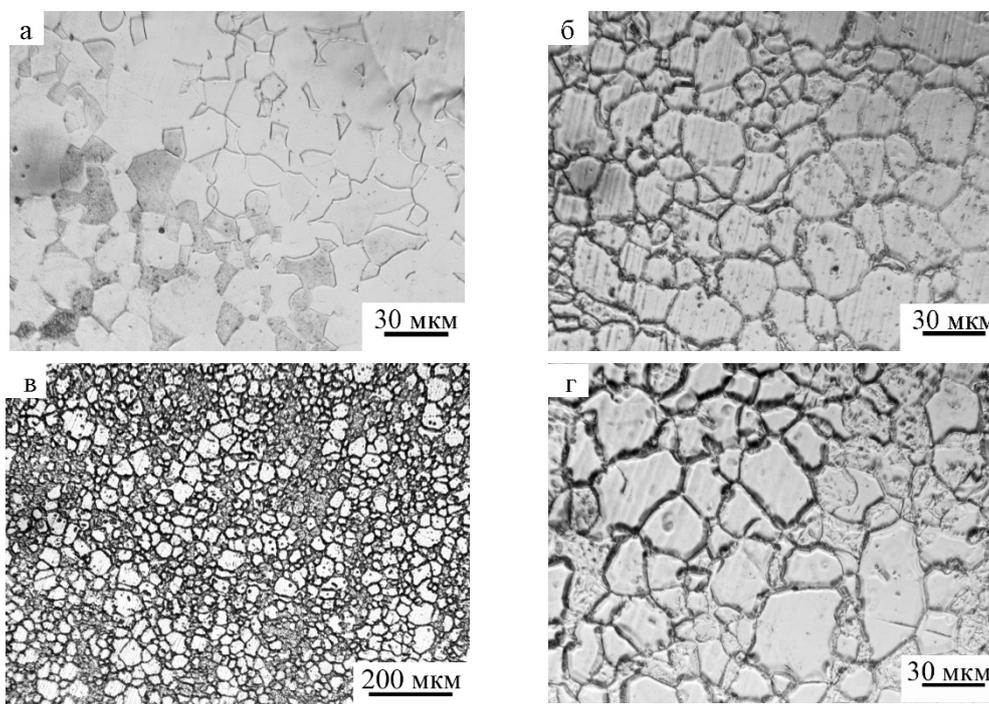


Рисунок 1 – Изображения протравленных поверхностей образцов стали X23AG17, полученные методом световой микроскопии: а – в закаленном состоянии; б – после старения в течение 10 часов; в, г – после старения в течение 50 часов

Старение при температуре 700°C сопровождается изменением фазового состава стали: $\gamma_N\text{-Fe} + \delta\text{-феррит}$ (исходное состояние) $\rightarrow \gamma_N\text{-Fe} + \text{Cr}_2(\text{N,C}) + \text{феррит} + \sigma\text{-фаза}$ (после старения). В процессе старения $\delta\text{-феррит}$ претерпевает распад с образованием феррита, нитридов и $\sigma\text{-фазы}$. После старения в течение 10 и 50ч структура носила смешанный характер со средним размером зерна 20 ± 10 мкм, наблюдали зерна, не претерпевшие фазовый распад, и зерна, в которых произошел фазовый распад. С увеличением продолжительности старения наблюдали рост объемной доли зерен, претерпевающих распад с образованием σ , $\text{Cr}_2(\text{N,C})\text{-фаз}$, от 20,5% после выдержки в течение 10 ч до 37,61% после старения в течение 50 ч.

На рисунке 2 изображен график зависимости микротвердости от продолжительности старения. В исходном состоянии микротвердость стали составляла $3,09 \pm 0,08$ ГПа. Обнаружено, что микротвердость зерен, в которых произошел распад, и зерен, не претерпевших распад, после старения различна. Старение исследуемой стали приводит к незначительному росту микротвердости в зернах, не претерпевших фазовый распад. При этом в зернах, претерпевших фазовый распад, после старения при температуре 700 °С в течение 10 часов наблюдается резкое возрастание значений микротвердости. Последнее обусловлено обильным выделением частиц Cr_2N и интерметаллидной $\sigma\text{-фазы}$. Старение в течение 50 ч привело к незначительному спаду микротвердости по сравнению со старением с меньшей продолжительностью выдержки в результате увеличения размеров фаз.

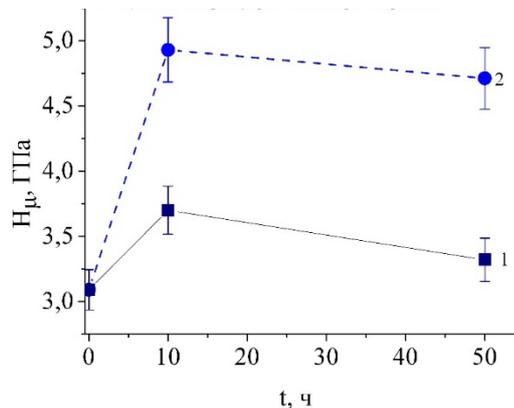


Рисунок 2 – Зависимость значений микротвердости исследуемой стали от продолжительности старения: 1- зерна, не претерпевшие распад; 2- зерна, претерпевшие распад

Изучение микроструктуры стали X23AG17 показало, что в процессе старения происходит формирование смешанной структуры. Обнаружено, что микротвердость зерен, претерпевших фазовый распад, в 1,5 раза выше в сравнении с зернами, в которых фазовый распад не произошел. Показано, что доля зерен, претерпевших фазовый распад, растет с увеличением продолжительности старения.

Авторы благодарны Астафуровой Е.Г. и Гальченко Н.К. за помощь с постановкой задачи исследования и полезные дискуссии.

Список литературы

1. Банных О. А., Блинов В.М., Костина М.В., Блинов Е.В., Мурадян С.О. О возможности применения в российском арматуростроении аустенитных азотистых сталей // *Материалы в машиностроении* – 2014.– С. 67-75.
2. Банных О. А., Блинов В.М. Дисперсионно твердеющие немагнитные ванадийсодержащие стали. – М.: Наука, 1980. – 190 с.
3. Дубовик Н.А. Структура и механические свойства высокоазотистых сталей, подвергнутых деформационному упрочнению и дисперсионному твердению: Дис.кандидата технических наук. Томск. 1994.129 с.