

ВЛИЯНИЕ СТАРЕНИЯ НА СРУКТУРУ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АУСТЕНИТНОЙ ВЫСОКОАЗОТИСТОЙ СТАЛИ 03X20AG11H7M2

Егорова В.Ю., Мордвинова А.А.

Руководитель – доцент, д.т.н. Березовская В.В.

УГТУ-УПИ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
bvv@mtf.ustu.ru

В работе исследована безуглеродистая аустенитная сталь 03X20AG11H7M2 состава: 0,030% С; 0,422% N; 10,60% Mn; 0,50% Si; 0,015% P; 0,004% S; 19,62% Cr; 6,81% Ni; 0,22% V; 0,18% Nb с высоким содержанием азота. Сталь выплавляли в индукционной печи с использованием азотированного феррохрома, слитки подвергали гомогенизации при 1250 °С в течение 6 ч, прокатывали при 1150-950 °С с последующей закалкой заготовок от 1100 °С в воде. Готовые образцы старили при 500 °С, 2 ч и 800 °С, 3 ч.

Рентгеноструктурный фазовый анализ (РСФА) проводили на дифрактометре ДРОН-3 в кобальтовом K_{α} -излучении. Количество аустенита и мартенсита в исследованных сталях определяли по методу гомологических пар. Электронно-микроскопические исследования фольг (ПЭМ) проводились на микроскопе ЭМВ-100Л. Поляризационные кривые строили с помощью электрохимической лаборатории VoltaLab 10.

В табл. 2 приведен фазовый состав в зависимости от режима термообработки, откуда видно, что структура стали состоит из 90% аустенита и 10% δ -феррита. Кроме того, после старения при 800°С образуется σ -фаза.

Таблица 1. Результаты РСФА стали 03X20AG11H7M2

Режим термообработки	Содержание основных фаз, мас. %		
	γ	$\alpha(\delta)$	σ
Закалка от 1100 °С, 1 ч, вода	90	10	-
Закалка 1100 °С + 500 °С, 2 ч	90	10	-
Закалка 1100 °С + 800 °С, 1 ч	92	8	+

Результаты РСФА подтверждены ПЭМ-исследованиями. Внутри аустенитных зерен закаленного образца наблюдаются двойники отжига, а границы аустенитных зерен в основном свободны от выделений. В δ -феррите и в аустените практически отсутствуют дислокации. Отдельные дислокации можно увидеть в аустените около частиц δ -феррита, что свидетельствует о наличии напряжений на границе раздела между γ и δ -фазами, превышающих предел упругости матрицы (рис. 1).

Выделения δ -феррита располагаются в основном на стыке трех зерен (треугольная форма), на границах (вытянутая форма) и редко в теле аустенитных зерен (почти округлая форма).

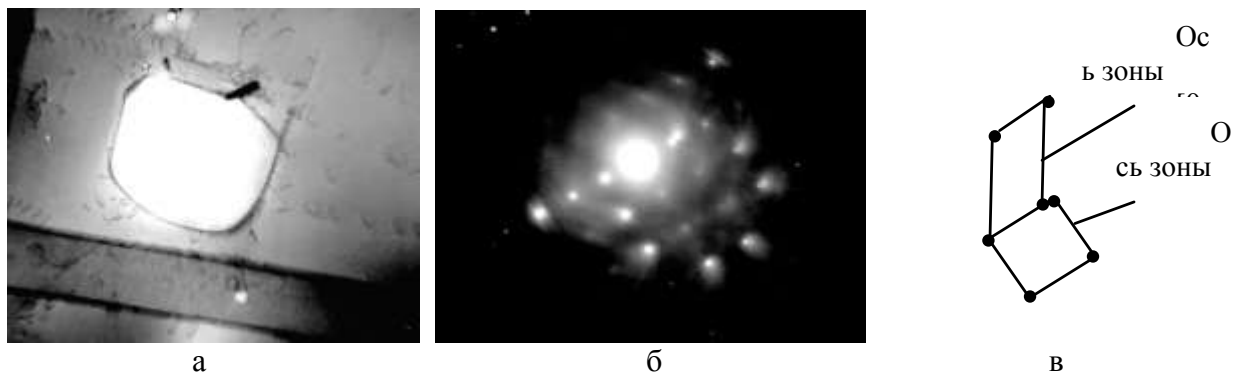


Рис. 1. Структура стали после закалки от 1100 °С: а – δ -феррит в теле зерна аустенита; б, в – микродифракционная картина и схема индцирования.

Количество и форма выделений δ -феррита после старения при 500 °С в структуре стали остаются неизменными (рис. 2, а-в). Наличие матричного контраста в аустените (рис. 2, г), свидетельствует о его гомогенном распаде. На это указывает и микродифракционная картина (рис. 2, д, е), расшифровка которой выявила слабые размытые рефлексы нитридной фазы CrN.

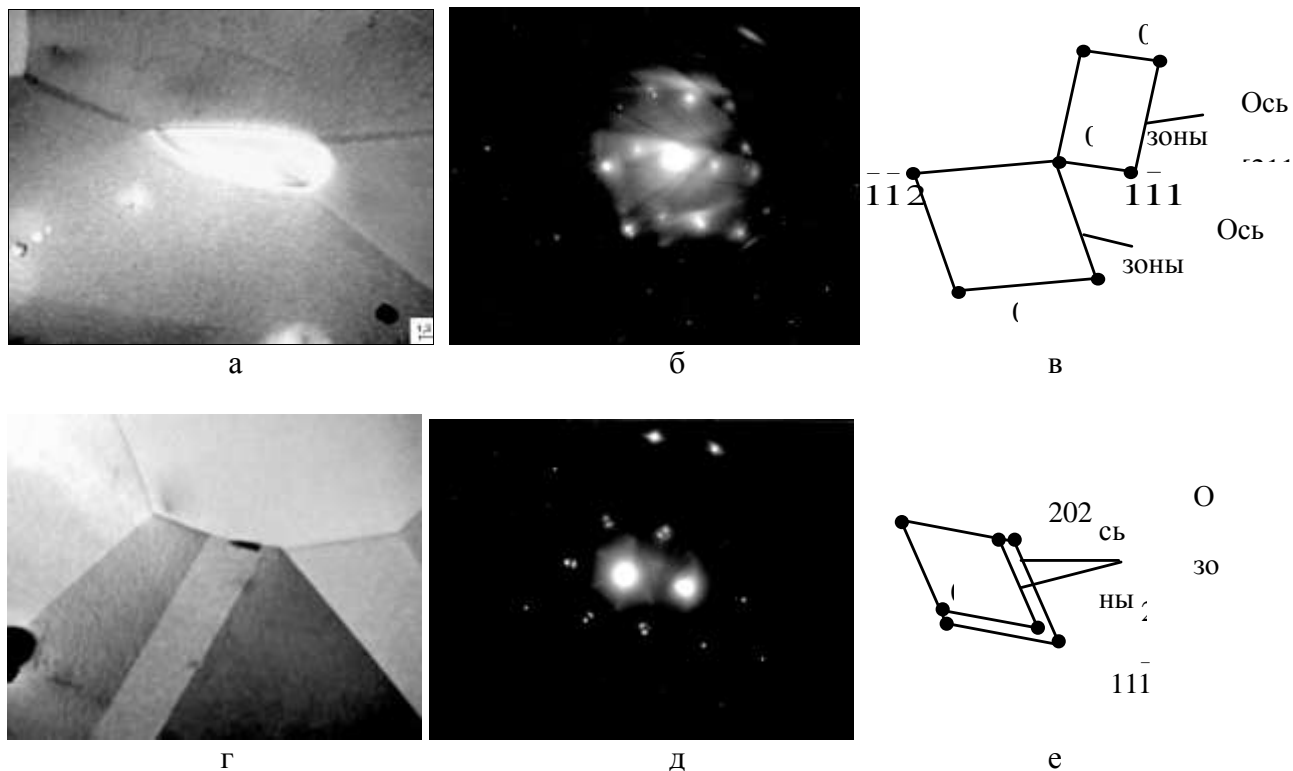


Рис. 2. Структура стали после старения при 500 °С: а – δ -феррит на стыке зерен; б – микродифракционная картина; в – схема индцирования; г - гомогенный распад аустенита с образованием CrN; д, е – микродифракционная картина и схема индцирования.

После старения при 800 °С в результате полиморфного $\delta \rightarrow \gamma$ -превращения образуется обогащенная хромом γ -фаза, из которой выделяется σ -фаза, что подтверждается микродифракцией (рис. 3).

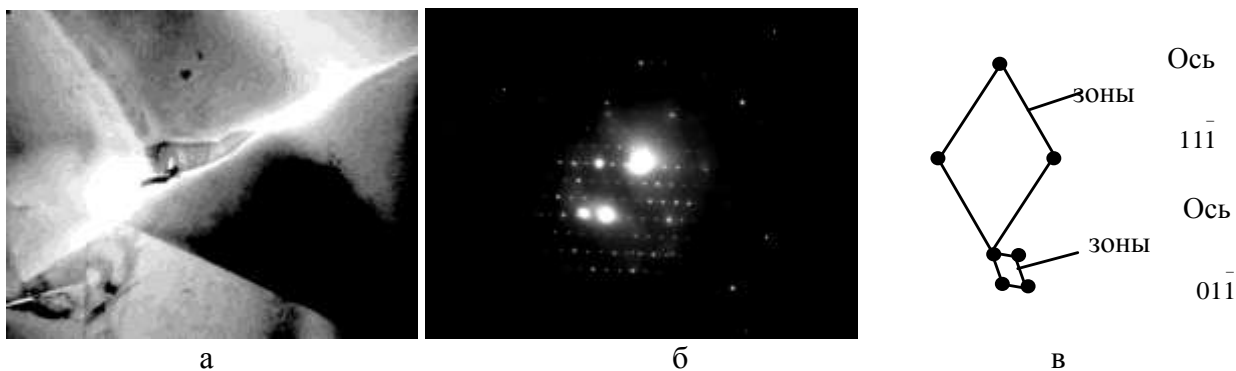


Рис. 3. Структура стали после старения при 800 °С: а – структура аустенита с выделением σ -фазы; б, в – микродифракционная картина выделения на стыке зерен и схема индцирования.

Полученные кривые анодной поляризации (рис. 4) свидетельствуют о высокой коррозионной стойкости стали в закаленном и состаренном при 500 °С состоянии: ток полной пассивации i_{pp} близок к нулю в широкой области потенциалов (от –500 до 100 В). Старение при 500 °С несколько повысило коррозионные свойства стали, показав меньшие коррозионные токи при нарушении пассивности (при >100 В). Старение при 800 °С привело к существенному снижению коррозионных свойств стали, за счет резкого повышения тока коррозии при потенциалах >100 В, что связано с образованием σ -фазы и локализацией коррозии.



Рис. 4. Кривые анодной поляризации стали в 3,5 %-NaCl: а – после закалки от 1100 °С в воде, б – после закалки и старения при 500 °С; в – после закалки и

Таким образом, более высокие коррозионные свойства исследованной стали 03X20AG11H7M2 в состаренном при 500 °С состоянии вероятнее всего обусловлены релаксацией напряжений, возникших в процессе закалки, поскольку известно [1], что этот фактор может оказывать существенное влияние на коррозионные процессы.

1. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионно-стойкие конструкционные сплавы: Учебное пособие для вузов. – М.: Металлургия, 1993. 416 с.