

СЕЛЕКТИВНОЕ РАСТВОРЕНИЕ ГЕТЕРОФАЗНОЙ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПРИ АНОДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Тарасова Н.В., Салтыков С.Н.
Липецкий государственный технический университет
Липецк, Россия
saltsn@lipetsk.ru

Анодное растворение углеродистых сталей включает процессы окисления ферритной и цементитной фаз. Известно, что в результате анодной поляризации феррит окисляется до Fe^{2+} -ионов [1], а процесс растворения цементита сопровождается образованием аморфного углерода [2]. Однако, при растворении гетерофазной стали необходимо рассматривать эти процессы не отдельно, а в совокупности. Ранее было установлено, что в зависимости от металлографической структуры сплава анодное растворение ферритной фазы представляет собой совместное протекание процессов растворения ферритной матрицы перлита и ферритной составляющей структуры по границам феррит/феррит или по телу ферритного зерна [3]. Также были рассчитаны скорости анодного растворения структурно-свободного феррита и ферритной матрицы пластинчатого и зернистого перлита [4]. Цель данной работы – изучить электрохимическое растворение цементитной фазы углеродистых сталей при анодной поляризации, протекающее в сочетании с анодным растворением феррита.

Исследования проводили на феррито-цементитных сплавах с различной металлографической структурой: армко-железо (ферритная структура), стали 20, 35, 40, 45 (феррито-перлитная структура), 60, У8 (структура пластинчатого перлита), 85 и У12 (структура зернистого перлита) в сернокислом (рН 4.2) растворе. Анодную поляризацию осуществляли в потенциостатическом режиме при потенциалах -0.4, -0.35, -0.3, -0.2, 0.0 В относительно хлоридсеребряного электрода сравнения. Изменение состояния поверхности электрода после поляризации контролировали визуально при помощи металлографического микроскопа.

Результаты потенциостатического исследования показали, что хроноамперограммы (рис. 1) полированных образцов, снятые при различных потенциалах, содержат площадку тока, начиная со значения -0.3 В и положительнее, после которой ток начинает возрастать. Металлографическое исследование поверхности электрода свидетельствует, что после завершения указанной площадки тока происходит полное растворение ферритной фазы сплава, приводящее к выявлению структуры (рис. 2а). В области возрастания тока, т.е. в области II (рис. 1б) наблюдается образование черного слоя, происходящее избирательно на перлитной составляющей структуры (рис. 2б), что связано с разрушением цементитной фазы предположительно по реакции $Fe_3C = 3Fe^{2+} + C + be$, при котором железо из цементита переходит в раствор, а углерод в виде осадка накапливается на поверхности, образуя черный слой.

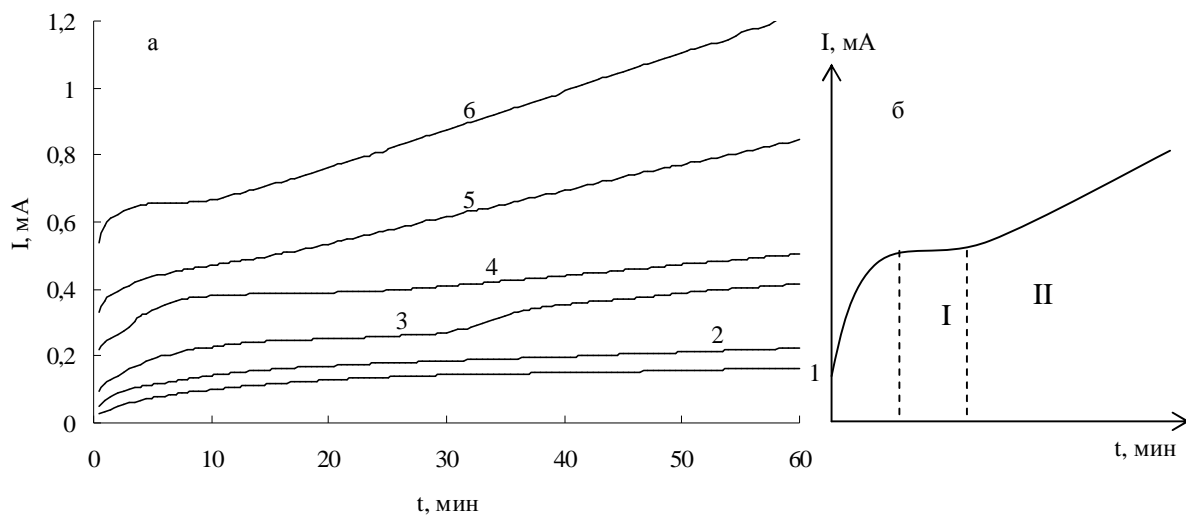


Рис. 1. а – Хроноамперограммы стали У8 при потенциалах -0.4 (1), -0.35 (2), -0.3 (3), -0.2 (4) и 0.0 (5, 6) В, снятые на полированной поверхности (1-4, 6) и после травления в 3% HNO_3 (5).
 б – Схема хроноамперограммы с указанием областей растворения феррита (I) и цементита (II).

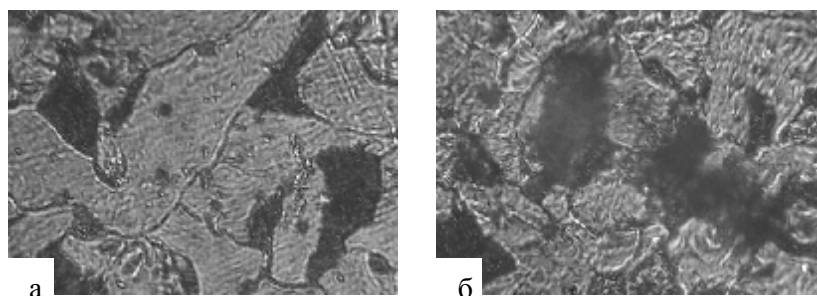


Рис. 2. Поверхность стали 20 после потенциостатической поляризации при потенциале 0.0 В в течение 15 (а) и 30 (б) мин, $\times 650$.

Интересным представляется то, что хроноамперограмма стали, предварительно потравленной в 3%-ном растворе HNO_3 для выявления структуры, не содержит площадку тока (рис. 1, кривая 5) и располагается ниже, чем хроноамперограмма, полученная на полированной поверхности (рис. 1, кривая 6). Это позволяет утверждать, что потенциостатическая поляризация гетерофазной стали вначале приводит к выявлению структуры с появлением площадки тока, а затем к растворению цементита, что отражается возрастанием тока.

Поскольку при таком селективном растворении поверхности изменяется ее состояние, то характеристикой “новой” поверхности может служить потенциал. Результаты измерения бестокового потенциала ($E_{i=0}$) и потенциалов выключения, измеренных непосредственно после отключения поляризации ($E_{\text{отк}}$) и после выдержки длительностью 15 мин ($E_{15 \text{ мин}}$) представлены в таблице.

Таблица. Значения различных потенциалов изученных сплавов

Потенциал, В	Сплав								
	Армко- железо	Ст20	Ст35	Ст40	Ст45	Ст60	У8	Ст85	У12
$E_{i=0}$	-0.412	-0.508	-0.503	-0.495	-0.539	-0.499	-0.479	-0.490	-0.488
$E_{отк}$	-0.556	-0.664	-0.652	-0.640	-0.656	-0.629	-0.629	-0.621	-0.629
$E_{15 \text{ мин}}$	-0.611	-0.626	-0.606	-0.609	-0.638	-0.598	-0.598	-0.595	-0.589

Анализ данных таблицы позволил выявить тенденцию смещения потенциала $E_{15 \text{ мин}}$ в область положительных значений при переходе от Ст20 к У12. Статистическая обработка показала, что измеренные потенциалы имеют достаточно хорошую воспроизводимость: ширина доверительных интервалов при вероятности 0.95 составила для $E_{отк}$ и $E_{15 \text{ мин}}$ 0.001 и 0.004 В, соответственно. Поэтому можно полагать, что отмеченное смещение потенциала связано как с металлографической структурой, так и с изменением состояния поверхности в ходе селективного растворения.

ВЫВОДЫ:

1. Показано, что при потенциостатической поляризации хроноамперограммы содержат площадку тока, связанную с растворением ферритной фазы углеродистых сталей и выявлением структуры. Последующий рост тока отражает процессы разрушения цементита по реакции $Fe_3C = 3Fe^{2+} + C + 6e$.
2. Потенциал выключения, измеренный после предварительной анодной поляризации, зависит от состава и структуры сплава и качественно характеризует селективность анодного растворения гетерофазной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реформатская И.И., Сульженко А.Н. // Защита металлов. 1998. Т. 34. № 5. С. 503.
2. Коростелева Т.К., Подобаев Н.И., Девяткина Т.С. и др. // Защита металлов. 1982. Т. 18. №. 4. С. 551.
3. Тарасова Н.В., Салтыков С.Н. // Фундаментальные исследования. 2006. №2. С. 64.
4. Салтыков С.Н., Тарасова Н.В. // Защита металлов. 2006. Т. 42. № 5. С. 542.