

## **ЯВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ В ТРУБНЫХ СТАЛЯХ ФЕРРИТО-ПЕРЛИТНОГО КЛАССА**

*М.Н. НАЗАРОВА, ЦЕНЕВ А.Н.*  
СПГУ г. Санкт-петербург

Процессы коррозии, обусловленные термодинамической нестабильностью металлов, во многом определяют срок службы трубных сталей. Поэтому вопросы повышения коррозионной стойкости (снижения скорости окисления) металлов представляются весьма важными.

В современной промышленной практике вопросы коррозионной защиты трубных сталей от воздействия внешней среды решаются как путём применения различных изоляционных покрытий, ингибиторов коррозии и электрохимической защиты, так и созданием, в зависимости от условий эксплуатации, специальных коррозионностойких сталей и сплавов. Не вдаваясь подробно в явления, связанные с влиянием легирующих добавок на развитие процессов коррозии, укажем только, что введение в сталь более 12 % Сг и 9 % Ni делает её коррозионностойкой в атмосфере и во многих других агрессивных средах. Графитизирующиеся стали типа ЭИ293 после перевода пластинчатого перлита в зернистый, с некоторым количеством мелких округлых (точечных) графитовых включений, также заметно повышают свою коррозионную стойкость. В этой связи в настоящей работе было сделано предположение, что путём растворения перлита и образования точечных углеродных выделений в низкоуглеродистых сталях феррито-перлитного класса типа Ст 3, Ст 20 можно существенно повысить их коррозионную стойкость.

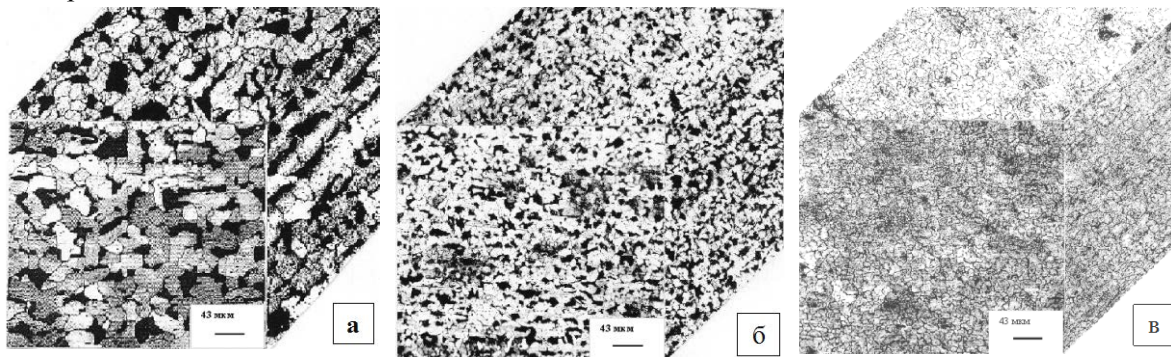
В качестве материала для исследования была выбрана широко распространённая и легко корродирующая сталь Ст 3 (Fe-0,17%С-0,5 % Mn-0,2% Si - 0,03%Р - 0,04 % S). Исходя из анализа фазового и химического состава стали Ст3, было предложено два режима термообработки: отжиг в течение 1 часа при температуре 8000С; отжиг в течение 1 часа при температуре 10500С.

После каждого отжига образцы охлаждали до температуры 3000С, а затем - закаливали в воду. Структуру стали изучали методами металлографического анализа и просвечивающей электронной микроскопии. Металлографический анализ проводили на микроскопе «Метам» - РВ21. Электронно-микроскопические исследования тонких фольг проводили на электронном микроскопе JEM-2000EX. Фольги готовили методом струйной электрополировки в электролите: 90 частей этилового спирта+ 10 частей HNO<sub>3</sub>.

Коррозионное поведение образцов стали с различной структурой изучали методом электрохимической поляризации [1]. Этот метод позволяет сравнительно точно и быстро, не проводя длительных гравиметрических испытаний, предсказать развитие процессов коррозии в реальных условиях эксплуатации. Анодные и катодные поляризационные кривые снимались в потенциостатическом режиме в 3% водном растворе NaCl при комнатной температуре. Торможение одной или обеих реакций коррозионного процесса (анодной или катодной) вызывает увеличение поляризации соответствующей реакции, а, следовательно, увеличение наклона поляризационной кривой. Экстраполяция тафелевских (линейных) участков поляризационных кривых до значений соответствующих стационарных потенциалов даёт токи коррозии металлов в среде. Полученные таким образом данные позволяют определить скорость коррозии.

На рис. 1 представлена микроструктура стали Ст 3 в исходном состоянии и после различных режимов термообработки. Видно (см. рис.1,а), что структура стали в исходном

состоянии состоит из зерен феррита и перлита. Средний размер зерен феррита составил около 20 мкм. Кроме того, в исходном состоянии четко отмечается металлографическая текстура, представляющая собой строчечную вытянутость зерен феррита и перлита вдоль оси проката.



Скорость общей коррозии: 1,98 мм/год      Скорость общей коррозии: 1,57 мм/год      Скорость общей коррозии: 0,80 мм/год

Рисунок 1 - Микроструктура стали Ст 3: а- исходная структура; б- после отжига при  $T=8000C$ ; в- после отжига при  $T=10500C$ .

Термообработка стали Ст 3 существенно изменяет её структуру. Так, отжиг при температуре 8000C в течение 1 часа и последующая закалка в воду с температуры 3000C приводят к заметному (более, чем в 2 раза) измельчению зерен феррита и перлита (см. рис.1, б). При этом исчезает и металлографическая текстура. Как показали металлографические исследования при отжиге 1050<sup>0</sup>C происходит растворение перлита (см. рис. 1, в). Действительно, электронномикроскопическими исследованиями подтверждается, что общее количество перлита практически отсутствует. Оставляющие перлита пластины цементита растворены. Однако в стали обнаружены выделения правильной огранки размером около 20 нм (см. рис. 1, в). Можно полагать, что при охлаждении стали с температуры 1050<sup>0</sup>C пересыщенный в твердом растворе углерод образует соединения типа фуллеренов C<sub>60</sub>. Хорошо известно, что образование шаровидного углерода в чугунах оказывает положительное влияние, как на механические свойства, так и на коррозионные. Можно полагать, что в этом случае будут повышаться коррозионные свойства стали.

#### Список литературы

1. ГОСТ 9.602-2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
2. ГОСТ Р 51164-98 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии.
3. Сверхмелкозернистые материалы и перспективы их использования в горном деле и трубопроводном транспорте. Шаммазов А.М., Ценев Н.К., Акчурин Х.И., Назарова М.Н., Исмаков Р.А., Лебедич С.П., Суханов В.Д., Чудинов Б.А., Криштал М.М. Горный вестник Уфа, 2000. С. 33-36.