

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО
СОСТАВА И СТРУКТУРЫ
НА АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА
БЕЗНИКЕЛЕВОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ**

**THE EFFECT OF CHEMICAL COMPOSITION
AND STRUCTURE ON ANTICORROSIVE PROPERTIES
OF NICKEL FREE STAINLESS STEEL**

Светлана Пройдак

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. академика В. Лазаряна, кафедра "Технология материалов"

Abstract

Anticorrosive properties of stainless steel X13 in various atmospheres with complex modifications of chemical composition particularly carbon, silicon and manganese, and with different structures have been analyzed in order to substitute expensive austenitic chromium-nickel steels.

Постановка проблемы

Высоколегированные нержавеющие стали остаются одним из основных материалов для многих отраслей промышленности, но из-за большого содержания никеля они являются дорогостоящими. Экономное, рациональное и эффективное использование природных ресурсов заставляет искать пути максимального снижения затрат на производство этих материалов. Безникелевая нержавеющая сталь, содержащая 13% хрома и дополнительно легированная небольшим количеством кремния и марганца, показывает высокие антикоррозионные свойства. Стойкость против коррозии является основным и наиболее важным свойством высокохромистых нержавеющих сталей, ведь потери от коррозии могут быть огромными, поэтому так важно применять стойкие и более дешевые материалы. Содержание хрома в стали более 12% обеспечивает высокое сопротивление окислению, жаростойкость и жаропрочность. Особенностью стали X13 является то, что при варьировании содержания углерода в пределах $0,08 \div 0,25\%$ изменяется соотношение структурных составляющих, в частности, количество δ -феррита, сталь может иметь ферритную, мартенситную и мартенситно-ферритную структуру [1]. Это влияет на качественные характеристики, изменяет свойства.

Публикуемые результаты неоднозначны, что позволяет продолжить и расширить изучение данного вопроса.

В работе исследовали влияние C (в количестве до 0,1% и $0,16 \div 0,20\%$), Si и Mn (в количестве до 0,5% и $1,5 \div 1,8\%$ каждого) на формирование структуры и антикоррозионные свойства литой стали типа X13. Микроструктурный анализ осуществляли металлографическими методами с помощью оптических микроскопов, структуру выявляли химическим травлением шлифов в реактивах сложного состава. Коррозионные испытания образцов стандартных

размеров проводились: в атмосфере соляного тумана с периодическим распылением 3%-ного раствора NaCl; в искусственной промышленной атмосфере с содержанием 0,01 об.% SO₂; во влажной атмосфере при температуре 20±23°C и относительной влажности 95±98%. По стандартным методикам исследовали склонность стали X13 к межкристаллитной коррозии и жаростойкость при температуре 1200°C.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что литая сталь всех предложенных составов является стойкой во влажной и искусственной промышленной атмосферах и в соляном тумане, а сталь с повышенным содержанием С и низкими концентрациями Si и Mn – совершенно стойкой во всех трех атмосферах, ее применение в любой из опробованных атмосфер наиболее оправдано и выгодно. Показано, что на общую коррозию химсостав влияет больше, чем структура, стойкость отличается на 2÷4 балла. Значительного влияния легирующих элементов в рассматриваемом их количестве и структуры с различным соотношением фаз на общую коррозионную стойкость стали не обнаружено. Кроме того, высокие показатели общей коррозионной стойкости связаны с высоким качеством обработки поверхности образцов.

Стойкость против межкристаллитной коррозии (МКК) является важной эксплуатационной характеристикой хромистых нержавеющей сталей. Она обусловлена выделением карбидов типа Cr₂₃C₆ по границам зерен, что ведет к обеднению приграничных зон хромом и снижению сопротивления их коррозии. МКК трактуют, как электрохимический процесс-термическое воздействие приводит к электрохимической гетерогенности между приграничными участками и объемом зерен [2]. Однородность структуры способствует повышению коррозионной стойкости, вредное влияние оказывают оксиды и сульфиды [3]. Легирующие элементы, влияющие на активность углерода в аустените (следовательно, на склонность к МКК), делят на 2 группы: повышающие активность С (способствуют развитию МКК) и снижающие его активность (уменьшают склонность к МКК). Кремний относится к первой группе, марганец – ко второй.

Результаты исследований показали, что на склонность литой стали типа X13 к МКК химический состав влияет гораздо больше, чем структура. Наиболее подвержена этому виду коррозии мартенсито-ферритная сталь с высоким содержанием углерода и кремния, и низким – марганца (рис. 1 а) площадь отдельных светлых участков составляет не более 5% [4]. Снижение концентрации С способствует увеличению доли феррита в структуре, повышает стойкость против МКК, однако коррозия значительна (рис. 1 б). Наиболее стойкими оказались стали с низким содержанием С и Si, содержащие около 10±15% феррита, характер воздействия агрессивной среды ближе к точечной коррозии, чем к межкристаллитной (рис. 1 в).

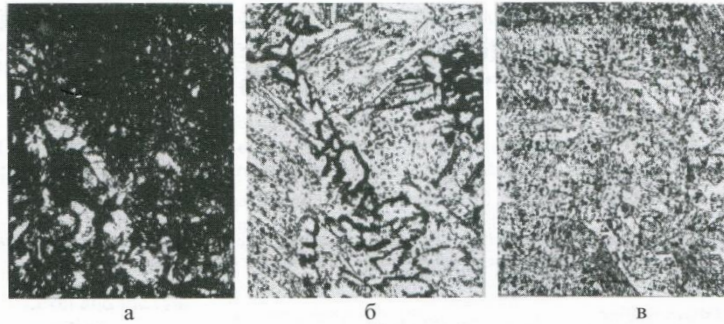


Рис. 1. Межкристаллитная коррозия литой стали типа X13 различного химсостава, $\times 100$, а – $0,16 \pm 0,20\%$ С, $1,5 \pm 1,8\%$ Si, до $0,5\%$ Mn, б – до $0,1\%$ С, $1,5 \pm 1,8\%$ Si, до $0,5\%$ Mn, в – до $0,1\%$ С, до $0,5\%$ Si, $1,5 \pm 1,8\%$ Mn

Повышение жаростойкости стали наблюдали при одновременно высоких концентрациях в ней С, Si и Mn. Положительное влияние кремния проявляется при содержании углерода не менее $0,16 \pm 0,20\%$. Жаростойкость больше зависит от химсостава, чем от структуры. При температуре 1200°C углерод находится в твердом растворе (γ или δ), а не в виде карбидов, как при более низких температурах. Очевидно, для образования защитных пленок на поверхности стали и обеспечения за счет этого лучшей жаростойкости должно быть достаточным количество углерода, кремния и марганца.

Выводы

Изменяя в небольших пределах концентрацию С, Si и Mn в стали типа X13, можно заметно повлиять на антикоррозионные свойства – общую коррозионную стойкость, стойкость против МКК и жаростойкость. Сталь X13 исследуемых составов по коррозионной стойкости близка к аустенитным сталям и в отдельных случаях даже превосходит ее, поэтому может успешно применяться взамен аустенитных хромоникелевых сталей типа 18-10, 18-9 при температурах до 800°C , а также при температурах до 1200°C , но кратковременных сроках службы.

Литература

1. Ульянов Е.А.: Коррозионностойкие стали и сплавы, Справ., М., Metallurgy, 1980, с. 208.
2. Туфанов Д.Г.: Коррозионная стойкость нержавеющей сталей, сплавов и чистых металлов, Справ., М., Metallurgy, 1982, с. 351.
3. Малахов А.И., Жуков А.П.: Основы металловедения и теории коррозии, М., Metallurgy, 1978, с. 192.
4. Пройдак С.В., Шаповалов В.И., Жак К.М. и др.: Известия вузов. Черная металлургия, 1988, № 10, с. 94-97.