

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПАДА АУСТЕНИТА В ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ

Ю.В. Якубович, Р.Н. Фисенко

Научный руководитель: старший преподаватель, к.т.н. Н.В. Визгавлюст
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
 E-mail: yakubovich.yuliya@yandex.ru

Введение. Стали аустенитного класса находят широкое применение в энергетике [1]. Считается, что они не обладают и не должны обладать магнитными свойствами [2]. Часто их называют «нержавеющими» [3]. Однако эксплуатация изделий из этих сталей показывает, что они разрушаются в основном из-за коррозионных процессов [2–5]. Таким образом, представляется достаточно актуальным изучение процессов, протекающих в этих материалах.

Цель работы. Поиск возможных причин коррозионных разрушений аустенитных сталей в процессе эксплуатации являлся целью данной работы.

Задача работы. Цель работы определила ее задачу – изучение влияния долговременного естественного старения исследуемых материалов на их фазовый состав, магнитные свойства и перераспределение легирующих компонентов по объему изделий.

Подготовка образцов. Для исследований были выбраны различные неэксплуатировавшиеся изделия, выполненные из аустенитных сталей и имеющие разный возраст (таблица 1). Предполагаемая марка стали (таблица 1) определялась с помощью [1] и рентгенофлуоресцентного анализатора SKYRAY EDX 2800.

Таблица 1. Краткая характеристика исследуемых образцов

| № образца | Предполагаемый возраст, лет (условная возрастная характеристика) | Изделие, из которого вырезан образец | Предполагаемая марка стали (в скобках возможные дополнительные варианты марок стали) |
|-----------|--|--------------------------------------|--|
| 1 | 25-45 (старый) | Пластина (толщина 15 мм) | 12X18H9T |
| 2 | 30-50 (старый) | Труба (Ø 45×2 мм) | 12X18H9T (12X18H10T) |
| 3 | 30-50 (старый) | Труба (Ø 45×4 мм) | 12X18H9T (12X18H10T) |
| 4 | 30-50 (старый) | Труба (Ø 60×7 мм) | 12X18H9T (12X18H10T) |
| 5 | 2-3 (молодой) | Труба (Ø 32×5 мм) | 12X18H9T |
| 6 | 30-50 (старый) | Труба (Ø 50×2,5 мм) | 12X18H9T |
| 7 | 40-50 (старый) | Пруток (Ø 8 мм) | 12X18H9T |
| 8 | 35-50 (старый) | Труба (Ø 34×5 мм) | 12X18H9T (12X18H10T) |
| 9 | 3-5 (молодой) | Пластина (толщина 4 мм) | 08X18H10T (12X18H9) |
| 10 | 1-3 (молодой) | Пластина (толщина 3,9 мм) | 12X18H9T |
| 11 | 35-50 (старый) | Труба (Ø 32×3 мм) | 12X18H10T (08X18H10T) |
| 12 | 35-50 (старый) | Труба (Ø 18×2 мм) | 12X18H10T (08X18H10T) |
| 13 | 35-50 (старый) | Пруток (Ø 8 мм) | 12X18H9T |

Методика эксперимента. Рентгенофазовый анализ проводился с помощью рентгеновского дифрактометра ($\lambda_{CuK\alpha}$; $\lambda_{cp} = 1,54178 \text{ \AA}$), элементный анализ – на приборе SKYRAY EDX 2800) в нескольких точках (4-х или 6-ти) на каждом образце. Концентрация фаз (в случае, когда обнаруживалось, что их несколько) в составе исследованных образцов (С, %) оценивалась по интенсивности дифракционных максимумов.

Для определения магнитных свойств использовались ферритовый (относительно слабый) и редкоземельный (неодим-железо-бор; сильный) постоянные магниты.

Экспериментальные данные. При проведении элементного анализа обнаружена весьма существенная неоднородность элементного состава. Результаты РФА и экспериментов с магнитами представлены в таблице 2.

Таблица 2. Экспериментальные результаты

| № образца | Оценочное значение концентраций фаз С, % | | Магнитные свойства | |
|-----------|--|--------------|----------------------|-----------------------|
| | γ -Fe | α -Fe | Ферритовый магнит | Редкоземельный магнит |
| 1 | 39,49 | 60,51 | сильные | очень сильные |
| 2 | 41,29 | 58,71 | почти не проявляются | слабые |
| 3 | 33,72 | 66,28 | почти не проявляются | слабые |
| 4 | 18,38 | 81,62 | слабые | сильные |
| 5 | 69,49 | 30,51 | сильные | очень сильные |
| 6 | 46,77 | 53,23 | слабые | сильные |
| 7 | 31,03 | 68,97 | очень слабые | сильные |
| 8 | 68,2 | 31,8 | почти не проявляются | сильные |
| 9 | 39,09 | 60,91 | слабые | сильные |
| 10 | 100 | 0 | слабые | сильные |
| 11 | 100 | 0 | почти не проявляются | слабые |
| 12 | 64,39 | 35,61 | очень слабые | слабые |
| 13 | 47,01 | 52,99 | слабые | сильные |

Выводы. По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Можно предположить, что обнаруженная существенная неоднородность элементного состава должна сказываться негативно на эксплуатационной надежности исследуемых изделий.
2. Абсолютно все образцы обладают магнитными свойствами (в т. ч. однофазные).
3. В большинстве исследуемых образцов обнаружена двухфазная (γ -Fe + α -Fe) структура (при этом степень распада аустенита различная), которая предположительно определяет склонность исследуемых сталей к межкристаллитной коррозии.
4. Распад аустенита (γ -Fe) при естественном старении может быть спровоцирован растягивающими напряжениями, которые в результате этого распада могут уменьшаться, так как атомы в решетке α -Fe занимают больший объем (при этом распад γ -Fe должен замедлиться или прекратиться (таблица 2) до появления новых напряжений). Создание сжимающих напряжений в исследуемых материалах может способствовать значительному снижению их склонности к межкристаллитному растрескиванию [4, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленков С.Б., Масленкова Е.А. Стали и сплавы для высоких температур: Справ.изд. В 2-х кн. Кн. 1. – М.: Металлургия, 1991. – 383 с.
2. Сталь 08X18H10T. Характеристики и применение. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://specural.com>. – 18.04.17
3. Филякин Г.В., Шамардин В.К., Гончаренко Ю.Д. Коррозионное повреждение стали X18H9T после 25 лет эксплуатации в паровой среде кипящего реактора ВК-50 // Атомная энергия. – 2006. – Т. 100. – Вып. 1. – С. 31–35.
4. Карзов Г.П. Проблемы и перспективы применения конструкционных материалов для горизонтальных парогенераторов // Теплоэнергетика. – 2011. – № 3. – С. 22–26.
5. Резинских В.Ф., Школьникова Б.Э. Перспективные стали для пароперегревателей котлов СКД // Теплоэнергетика. – 2000. – № 10. – С. 39–43.
6. Карась В.П. Внедрение новой техники и технологий при ремонте оборудования и трубопроводов АЭС // Росэнергоатом. – 2010. – № 8. – С. 26–29.