

**ФОРМИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА
ХРОМОНИКЕЛЬМАРГАНЦЕВЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ
СТАЛЕЙ ПРИ НАГРЕВЕ И ОХЛАЖДЕНИИ.**

В. Г. Мищенко*, д. т. н., проф., **Н. А. Евсеева***, асп.,
Г. В. Снежной**, к. т. н., доц.

**Запорожский национальный университет*

***Запорожский национальный технический университет.*

В магнитоермическом производстве губчатого титана для изготовления реторт используют хромоникелевые аустенитные стали, которые обладают недостаточно высоким комплексом механических и служебных свойств в интервале рабочих температур реторт 20-1000°C и агрессивной среде восстановительного процесса получения титана [1-4].

Материал и методика исследования.

Объектом исследования служили разработанные в последнее время хромоникельмарганцевые коррозионностойкие стали 03X15НГ8ФДч (пат. № 30921 А, МПК⁶ С22С 38/58, 2000г.) и сталь 03X17НЗГ9МБДЮч (пат. № 100650, МПК С22С 38/02, 2013г.). Химический состав разработанных хромоникельмарганцевых сталей приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемых сталей

Содержание элементов, % мас.	Марка стали	
	03X15НГ8ФДч	03X17НЗГ9МБДЮч
С	0,03	0,029
Mn	7,69	9,09
Si	-	0,89
P	0,02	0,0219
S	0,02	0,0097
Cr	14,6	16,6
Ni	1,33	2,3
W	-	0,018
Mo	-	0,262
Ti	-	0,042
Al	-	0,14
Nb	-	0,325
Co	-	0,05
Cu	1,974	0,413
V	0,25	0,256
N	0,02	0,02
РЗМ н.б	0,0005	0,001
Fe	ост.	ост.

Согласно структурной диаграмме нержавеющей стали Потака-Сагалевица исследуемые стали могут иметь сложный фазовый состав – сталь 03X15НГ8ФДч ~80% аустенита нестабильного, ~9% аустенита структурно-свободного, ~11% феррита и сталь 03X17НЗГ9МБДЮч ~40% аустенита нестабильного, ~52% аустенита структурно-свободного, ~8% феррита [5].

Результаты исследований и их обсуждение.

Необходимость определения низких содержаний ферромагнитных фаз является важной составляющей исследования. Известно существование связи между магнитными свойствами стали и их структурами. Для изучения изменения структурного состояния использован магнитометрический метод исследования фазовых превращений сплавов, учитывающий намагниченность парамагнитной аустенитной матрицы, т.к. мерой аустенитного состояния сталей может служить ее удельная магнитная восприимчивость χ и количество α -фазы характеризует магнитное состояние нестабильного аустенита [6-7].

Стали предварительно подвергали рекристаллизационному отжигу при 1000°C, выдержке 5 мин., охлаждение на воздухе. Для магнитометрических исследований вырезку образцов осуществляли абразивным кругом в виде прямоугольных параллелепипедов размером ~2×2×2мм, образцы имели массу: сталь 03X15НГ8ФДч $m=87,5$ мг, сталь 03X17НЗГ9МБДЮч $m=60$ мг, поверхность которых затем подвергали шлифованию с последующим электрополированием. Нагревание образцов до 950°C и охлаждение производили в среде аргона со скоростью 15 К/мин.

Удельную магнитную восприимчивость измеряли на магнитометрической установке в магнитных полях $H=0,75 \times 10^5$ и $1,3 \times 10^5$ А/м, соответственно для сталей 03X15НГ8ФДч и 03X17НЗГ9МБДЮч. Поскольку исследуемые стали содержат ферромагнитную фазу (до ~11%), то измерения выполняли только при охлаждении от 950°C до комнатной температуры, такая методика позволила фиксировать начальную стадию возникновения и дальнейшее накопление ферромагнитной фазы.

На рисунке 1 показана температурная зависимость удельной магнитной восприимчивости χ (соответственно в магнитных полях $H=1,3 \times 10^5$ А/м и $H=0,75 \times 10^5$ А/м) при охлаждении для хромоникельмарганцевых сталей: 03X15НГ8ФДч и 03X17НЗГ9МБДЮч. Анализ кривых показывает, что для вышеуказанных сталей наблюдается резкое изменение удельной магнитной восприимчивости χ при 500°C и 450°C, что соответствует начальной стадии накопления ферромагнитной фазы при охлаждении и увеличения парамагнитной аустенитной составляющей при нагреве выше данных температур.

Для определения структурных составляющих образцы стали 03X17НЗГ9МБДЮч нагревали в печи от температуры 950°C, с изотермической выдержкой начиная с 40мин. с охлаждением в воде. При нагреве и охлаждении стали изменялся состав нестабильного аустенита. Медленный нагрев стали изменял стабильность аустенита, вплоть до начала $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения.

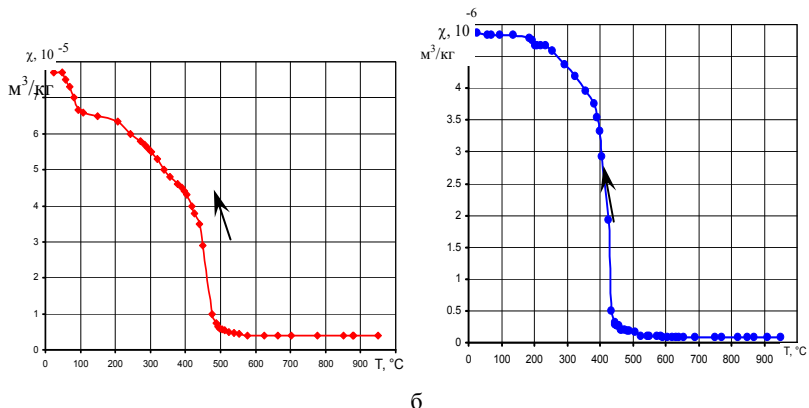


Рис.1. Температурная зависимость удельной магнитной восприимчивости χ при охлаждении для сталей: а - 03X15HГ8ФДч, магнитное поле $H=1,3 \times 10^5 \text{ A/м}$; б - 03X17H3Г9МБДЮч, магнитное поле $H=0,75 \times 10^5 \text{ A/м}$.

При охлаждении, начиная с 830°C осуществлялся диффузионный распад нестабильного аустенита на феррито-цементитную смесь (рис. 2).

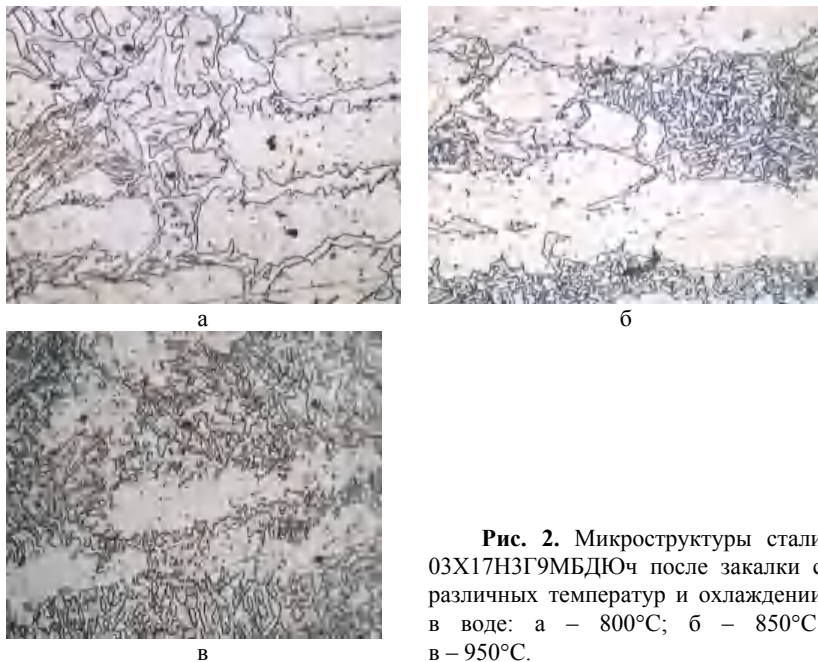


Рис. 2. Микроструктуры стали 03X17H3Г9МБДЮч после закалки с различных температур и охлаждении в воде: а – 800°C ; б – 850°C ; в – 950°C .

Закалка с 950°C увеличивала количество неустойчивого аустенита. Появление крупных зерен аустенита после закалки при температурах до 950°C связано с процессом его собирательной рекристаллизации. Таким образом, в интервале 800-950°C, в результате собирательной рекристаллизации и резкого укрупнения зерен обеих разновидностей аустенита, соотношение структурно-свободного и нестабильного изменяется в сторону увеличения последнего. Продукты распада нестабильного аустенита располагаются по границам исходных зерен, причем зерна структурно-свободного аустенита более крупные по сравнению с образовавшимися в результате $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения зернами нестабильного аустенита (см. рис. 2).

Выводы: Результаты проведенных исследований показали, что при достижении рабочих температур свыше 850°C, структура хромоникельмарганцевой коррозионноустойчивой стали 03X17H3Г9МБДЮч становится полностью аустенитной и, таким образом, обеспечивает сохранение высоких показателей жаропрочности, что дает возможность продлить срок эксплуатации реторт.

Список использованных источников

1. Гармата В.А. Титан / В.А. Гармата, А.Н. Петрунько, Н.В. Галицкий и др. – М. : Металлургия, 1983. – 559 с.
2. Повышение герметичности и надежности аппаратов в магнетермическом производстве губчатого титана / Докл. I науч.-техн. конф. по титану стран СНГ. М. – 1994. – С. 176 – 189.
3. Мищенко В.Г. Анализ физико-химического взаимодействия компонентов стали со средой восстановительного процесса получения титана / В.Г. Мищенко, Н.А. Евсева // Вісник двигунобудування. – 2009. – № 2. – С. 120–122.
4. Мищенко В.Г. Развитие разрушения аппаратов восстановления и примеси в губчатом титане / В.Г. Мищенко, С.В. Твердохлеб, О.С. Омельченко // Вісник двигунобудування. – 2004. – №3. – С. 135-137.
5. Потак Я. М. Высокопрочные стали / Я. М. Потак– М. : Металлургия, 1972. –208 с.
6. Мирошниченко Ф. Д. Магнитметрические весы с униполярной астатической системой и механико-магнитным зацеплением призмы / Ф. Д. Мирошниченко, В. Л. Снежной // Приборостроение: – К. Техника, 1966 – №2, – С.127-131.
7. Снежной Г. В. Интегральный физический метод идентификации α -фазы в аустенитных хромоникелевых сталях / Г.В. Снежной, В.Г. Мищенко, В. Л. Снежной // Литье и металлургия. – 2009. – №3(52). – С. 241 – 244.