

УДК 669.24;620.196.5

Е. Л. Гюлиханданов, Е. Л. Алексева *

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург

*alekseeva_el@spbstu.ru

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук Е. Л. Гюлиханданов

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЛАВА ЭП718

Исследовано влияние стандартного режима термообработки на структуру и коррозионные свойства сплава ЭП718 на железо-никелевой основе, используемого в нефтегазодобывающей отрасли. Определены механические свойства, коррозионные свойства сплава с помощью гравиметрических и электрохимических методов, исследована структура сплава. Показано, что после проведения закалки в течение 2 часов при температуре 1080 °С коррозионная стойкость сплава ЭП718 значительно падает.

Ключевые слова: никелевые сплавы, коррозия, нефтегазовая отрасль, включения, дисперсионное твердение, сплав 718, ХН45МВТЮБР

E. L. Gyulikhandarov, E. L. Alekseeva

HEAT TREATMENT EFFECT ON STRUCTURE AND PROPERTIES ALLOY EP718

The effect of the standard heat treatment mode on the mechanical characteristics and corrosion properties was investigated for nickel-based alloy EP718 used in the oil and gas industry. Mechanical and corrosion properties were determined; the alloy structure was investigated. It is shown that after solution annealing during for 2 hours at temperature of 1080 °C, the corrosion resistance EP718 significantly decreased.

Key words: nickel-based alloys, corrosion, Oil and Gas industry, inclusions, precipitation hardening, alloy 718

Дисперсионно-твердеющие сплавы на никелевой основе используются для изготовления оборудования нефтегазовой индустрии, которое эксплуатируется в условиях высокой агрессивности флюида

и высоких эксплуатационных нагрузок [1]. Несмотря на высокую коррозионную стойкость данного сплава условия эксплуатации могут приводить к возникновению коррозионных, коррозионно-механических повреждений [2]. Проведение стандартного режима термической обработки, состоящего из закалки и двухступенчатого старения, приводит к достижению соответствующих техническим условиям прочностных характеристик, однако имеются противоречивые данные по влиянию подобных циклов на коррозионную стойкость сплавов на никелевой основе [3; 4].

Цель работы — оценка коррозионных и механических характеристик сплава ЭП718 в состоянии поставки и после проведения стандартной термической обработки, а также исследование его структуры.

Химический состав сплава приведен в табл.

Таблица

Химический состав исследуемого сплава

Сплав	Со- став	Содержание элемента, % масс.											
		C	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	W	Mn	Al	S	P	Fe
ЭП718	Факти- ческий	0,063	47,0	14,0	4,1	0,8	2,0	3,2	0,07	0,97	0,0054	0,0025	27,2
	ТУ	≤0,100	43,0– 47,0	14,0– 16,0	4,0– 5,2	0,8– 1,5	1,8– 2,4	2,5– 3,5	≤0,60	0,9– 1,4	≤0,010	≤0,0150	Ост.

Для решения поставленной задачи был проведен анализ микро-структуры, твердости и механических свойств, а также проведены коррозионные испытания с использованием гравиметрических и электрохимических методов на образцах в состоянии поставки и после этапов термической обработки, приведенных в табличной форме.

Механические свойства сплава ЭП718 согласно ТУ

Режим термической обработки	σ_T , МПа	σ_B , МПа	Уд- лине- ние, %	Суژه- ние, %	Твер- дость, HRC
Закалка с 1000–1080 °С, выдержи- ка 2–3 часа, охлаждение в мас- ле, старение в течение 5 часов при 780–830 °С, охлаждение на возду- хе, старение 650–730 °С в течение 16 часов, охлаждение на воздухе	≤685	≤1130	≤12	≤14	33,5– 40,5

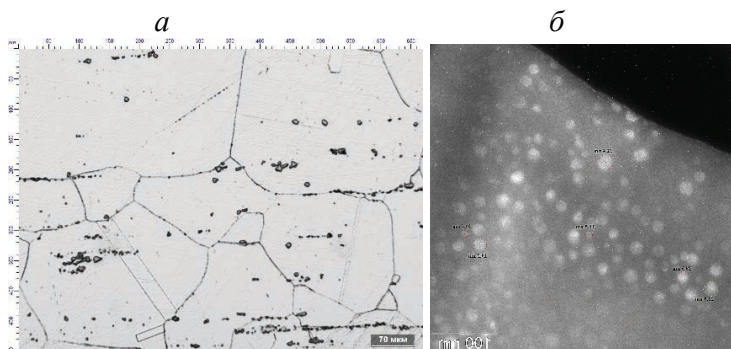


Рис. 1. Микроструктура сплава ЭП718 после старения при увеличении:
a — $\times 100$; *б* — $\times 10000$

Микроструктура сплава ЭП718 для всех исследованных состояний характеризуется аустенитной матрицей с наличием неметаллических включений и вторичных фаз в направлении деформации, рис. 1, а. Проведение цикла старения приводит к появлению дисперсных интерметаллидных упрочняющих частиц размером 10–20 нм, рис. 1, б.

Результаты коррозионных испытаний выявили снижение коррозионной стойкости после проведения закалки, рис. 2. Проведение старения после закалки приводит к незначительному улучшению коррозионной стойкости. Образцы в состоянии поставки характеризуются наибольшей стойкостью к питтингообразованию.

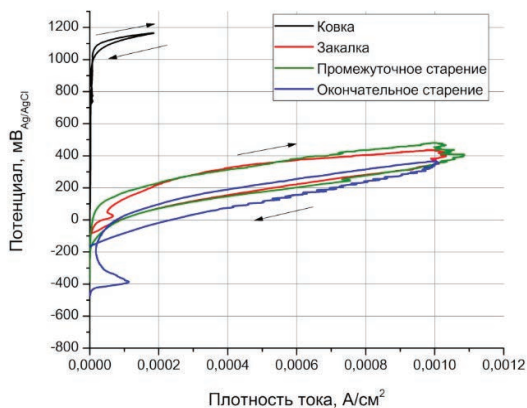


Рис. 2. Поляризационные кривые

Таким образом, проведение стандартного цикла термической обработки приводит к снижению коррозионных свойств при достижении прочностных характеристик.

Литература

1. Craig B. D. Materials for oil and gas well construction // Advanced materials and processes. 2008. № 166 (5). P.3335.
2. Klapper H. S. Zadorozne N. S., Rebak R. B. Localized corrosion of nickel alloys: review // Acta Metall. Sinica. 2017. V.30. № 4. P.296–305.
3. Effect of aging treatment on pitting corrosion behavior of oil-grade nickel base alloy 718 in 3,5 % wt. NaCl Solution/Chen T. [et al.] // NACE — International Corrosion conference. 2012. № 0001263.
4. Сравнительный анализ коррозионной стойкости сплавов Инконель 718 и ЭП718 / А.А. Харьков [и др.] // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2019. V. 54, № 9–10. С. 771–778.