

УДК 621.923.7

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ
НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ НИТИНОЛАА. Ю. КОРОЛЁВ, В. С. НИСС, А. И. ИВАНОВ
Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»
Минск, Беларусь

Благодаря сочетанию таких характеристик, как память формы, сверхупругость, высокая коррозионная стойкость, нитинол относится к приоритетным металлическим биоматериалам для применения в медицине. Важнейшим направлением является его использование для изготовления ответственных изделий для малоинвазивной эндоваскулярной хирургии, в том числе предназначенных для восстановления проходимости кровеносных сосудов. Высокая упругость и эффект памяти формы позволяют эффективно применять нитинол при производстве стентов – каркасов сосудистых стенок. Изделия из нитинола получают, как правило, лазерной резкой или плетением из проволоки. Для финишной обработки нитинола перспективным является метод электролитно-плазменной обработки (ЭПО), обеспечивающий удаление дефектного слоя, полирование поверхности и скругление кромок. Метод характеризуется высокой эффективностью, безопасностью за счет использования в качестве рабочей среды слабоконцентрированных (3 %...5 %) водных растворов электролитов. В данной работе представлены результаты исследования влияния ЭПО на коррозионную стойкость поверхности нитинола.

Для исследования использовались образцы в виде продольных элементов шлифованной трубы диаметром 12 мм с толщиной стенки 0,5 мм, вырезанных методом лазерной резки. Длина образцов составляла 22 мм. Наружная дуга кольцевого сегмента имела длину 11 мм (угол сегмента – 105°). В качестве электролита использовался водный раствор, основным компонентом которого являлся фторид аммония. Концентрация фторида аммония изменялась в диапазоне 3 %...6 % с шагом 1 %. Температура электролита варьировалась в диапазоне 75 °С...95 °С с шагом 5 °С. ЭПО выполнялась при значениях напряжения 260, 280, 300, 320 и 340 В с продолжительностью 5 мин.

По результатам потенциодинамических испытаний установлено, что ЭПО приводит к значительному повышению защитных свойств формируемой на нитиноле поверхности. При этом из всех исследованных параметров ЭПО только напряжение оказывает влияние на значение показателей коррозионной стойкости исследуемых образцов. На рис. 1 представлены поляризационные кривые образцов, обработанных с продолжительностью 5 мин при различных напряжениях, а в табл. 1 – установленные значения потенциала коррозии $E_{корр}$, плотности тока коррозии $i_{корр}$ и потенциала питтингообразования $E_{питт}$. Потенциал коррозии образцов, независимо от напряжения обработки, смещается в сторону положительных значений, что свидетельствует об улучшении защитных свойств поверхности и снижении ее коррозионной активности. Обработка при низких значениях напряжения приводит к незначительному снижению плотности тока

коррозии $i_{корр}$ относительно исходного состояния: величина $i_{корр}$ уменьшается с $0,524 \text{ мкА/см}^2$ для исходного образца до $0,380$ и $0,331 \text{ А/см}^2$ для образцов, обработанных соответственно при 260 и 280 В .

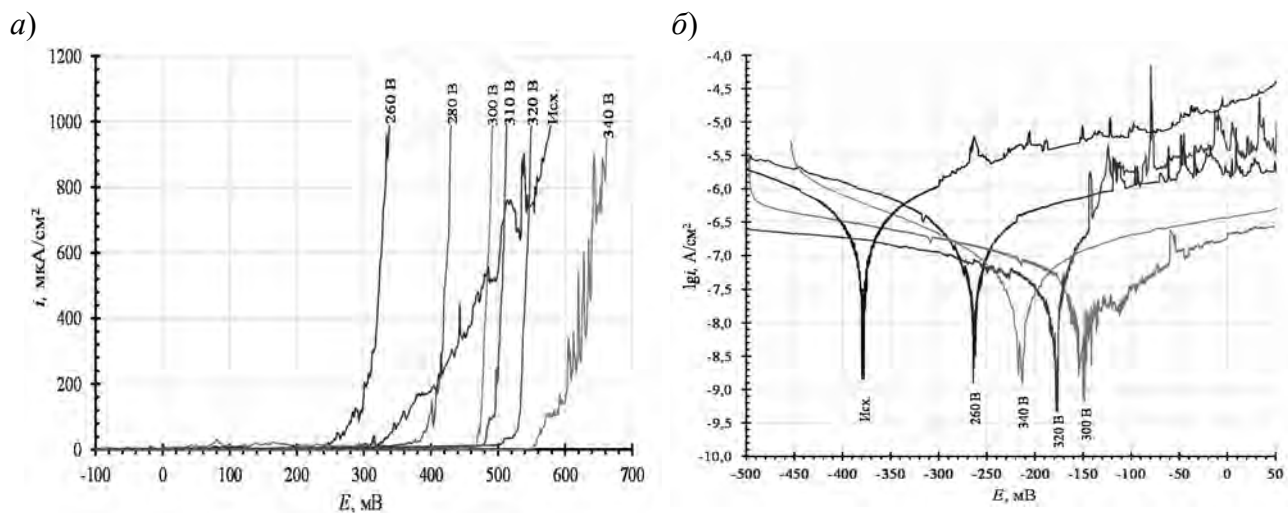


Рис. 1. Поляризационные кривые образцов, обработанных при различных значениях напряжения: *a* – в координатах $E-i$; *б* – в координатах $E-\lg i$

Табл. 1. Значения потенциала коррозии $E_{корр}$, плотности тока коррозии $i_{корр}$ и потенциала питтингообразования $E_{питт}$ в зависимости от напряжения обработки U

$U, \text{ В}$	$E_{корр.}, \text{ мВ}$	$i_{корр.}, \text{ мкА/см}^2$	$E_{питт.}, \text{ мВ}$
Исходное (без обработки)	-377	0,524	313
260	-264	0,380	248
280	-231	0,331	358
300	-152	0,078	465
320	-178	0,064	504
340	-214	0,074	550

В результате повышения напряжения до $300...340 \text{ В}$ происходит резкое снижение плотности тока коррозии – в среднем в $7,5$ раза по сравнению с исходным состоянием. При этом полученные значения $i_{корр}$ находятся в узкой области ($0,064...0,078 \text{ мкА/см}^2$). Обработка при напряжении 260 В приводит к снижению потенциала питтингообразования с 313 (в исходном состоянии) до 248 мВ . В диапазоне $280...340 \text{ В}$ с увеличением напряжения повышается потенциал питтингообразования и при 340 В достигает значения $E_{питт} = 550 \text{ мВ}$.