

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ОРГАНОГЕЛЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ЛАТУНИ

*Е.В. Абдульменова, Г.В. Лямина*

Научный руководитель: доцент, к. х. н. Г.В. Лямина  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
E-mail: eva5@tpu.ru

Сохранение и восстановление металлических предметов, в особенности сделанных из меди и её сплавов имеют историческую и художественную значимость. Реставрация таких объектов затруднена тем, что поверхность уже имеет окисленный слой сложного минерального состава, который формируется под воздействием коррозии: почвенной, морской, микробной и атмосферной.

Реставраторы могут удалять продукты коррозии различными методами [1, 2]: механическими, химическими, электрохимическими, лазерными и др. Проблема использования этих методов – это сложность контроля поверхности в процессе очистки. В результате, можно испортить внешний вид изделия.

В нашей работе мы предлагаем использовать для этих целей полимерный гель электролит (ГЭ) на основе смеси полиметилметакрилата, полиметакриловой кислоты и полиэтиленгликоля с добавлением наночастиц золота.

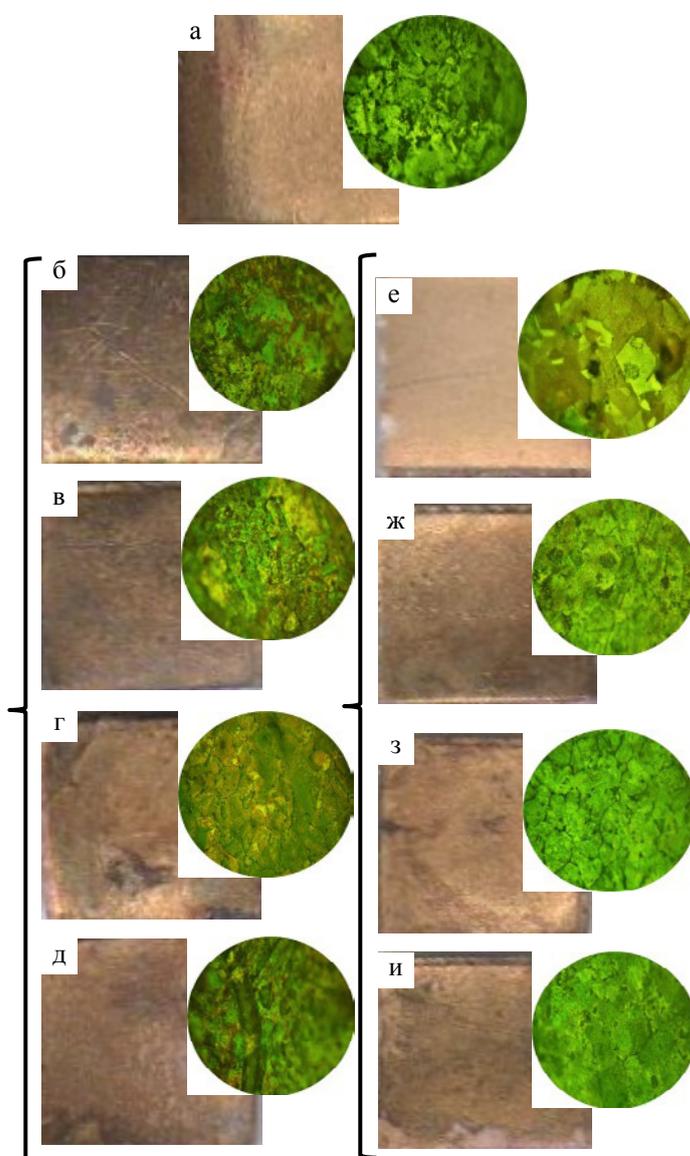


Рис. 1. Латунь в процессе реставрации: квадраты – фото; круги – оптическое изображение. а, б, е – старение; в, ж – реставрация раствором ГЭ-Аu; г, з – реставрации плёнкой ГЭ; д, и – после реставрации плёнкой ГЭ-Аu

Ранее этот состав был использован для очистки поверхности металлов [3]. Основная функция компонентов геля – медленная щадящая очистка поверхности металла. Ввод в систему частиц золота, являющихся катодом по отношению к меди, приводит к формированию системы микрогальванических элементов. В этом случае процесс окисления будет проходить быстрее, а продукты окисления, не успевая диффундировать в гель, будут оставаться на поверхности, формируя патину.

В работе использовали модельные образцы латуни, которые были выдержаны в морской воде [4] и почве [5] в течение 4 месяцев (рис. 1). Модельные образцы с искусственно окисленной поверхностью обрабатывали раствором геля и, после высыхания, образовавшуюся пленку удаляли с поверхности. Для оценки превращений, происходящих на границе раздела, получали оптические изображения образцов латуни до и после реставрации и измеряли коррозионную устойчивость (табл. 1). Для оценки коррозионной устойчивости были проанализированы поляризационные кривые латуни после суточной выдержки в растворах 0,1 М КСl, НСl и NaOH.

*Таблица 1. Токи и потенциалы коррозии латуни после обработки в различных средах*

Образец	$i_{корр}, A \cdot 10^9$	$E_{корр}, мВ$	$i_{корр}, A \cdot 10^9$	$E_{корр}, мВ$
	КСl		24 ч в КСl	
Латунь	17±13	76±11	18±94	64±15
Латунь, состаренная в почве	38±7	35±9	14±1	68±3
Латунь после реставрации ГЭ-Аu	14±2	78±55	22±9	78±3
Латунь, состаренная в морской среде	17±11	84±35	44±6	43±14
Латунь после реставрации ГЭ-Аu	13±7	48±37	5±2	71±9
	НСl		24 ч в НСl	
Латунь	24±2	50±8	40±34	19±13
Латунь, состаренная в почве после реставрации ГЭ-Аu	4,5±2	156±23	24±5	108±42
Латунь, состаренная в морской среде после реставрации ГЭ-Аu	12±2	79±8	8±5	27±15
	NaOH		24 ч в NaOH	
Латунь	25±1	32±19	44±1	50±1
Латунь, состаренная в почве после реставрации ГЭ-Аu	28±3	55±5	25±13	28±3
Латунь, состаренная в морской среде после реставрации ГЭ-Аu	30±14	42±36	35±4	19±6

Согласно значениям потенциалов и токов коррозии, рассчитанным из поляризационных диаграмм, поверхность латуни становится более коррозионно устойчивой после реставрации. В частности, ток коррозии образцов после воздействия морской среды, выдержанных в КСl в течении 24-х часов превышает в 8 раз таковое для образца после реставрации полимерным гелем. Образцы, искусственно окисленные в почве, имеют соизмеримые значения токов коррозии до и после реставрации в среде КСl.

Так как с помощью данных рентгенофазового анализа не обнаружено отличий в составе поверхностей различных объектов, основные выводы о причинах устойчивости покрытий делали на основе оптических изображений меди. Во-первых, покрытие, образующееся после воздействия геля, более тонкое, чем то, которое формируется в модельных средах. Это обуславливает меньшую дефектность патины и, как следствие, ее большую устойчивость. Во-вторых, очевидно, что часть наночастиц золота остается на латуни и встраивается в поверхностный слой, об этом свидетельствует цвет получающихся после воздействия гелем покрытий: тёмно-коричневый с блестящими вкраплениями.

#### Список литературы

1. Viljus M. The conservation of early post-medieval period coins found in Estonia // Journal of Conservation and Museum Studies. – 2012. – Vol. 10, No. 2. – P. 30–44
2. Ioanid E.G., Ioanid A., Rusu D.E. et al. Surface investigation of some medieval silver coins cleaned in high-frequency cold plasma // J Cult Herit. – 2011. – Vol. 12. – P. 220–226.
3. Лямина Г.В., Камчатная О.В., Акимова О.Л. и др. Полимерный гель-электролит, как среда для очистки, восстановления и травления поверхностей металлов // Бутлеровские сообщения. – 2011. – Т. 24, № 2. – С. 51–57.
4. Морская среда чёрного моря [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.anapacity-oe-more/voda-v-chernom-more.html>.
5. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв. – Томск : ТПУ, 2009. – С. 22.
6. Никитин М.К. Химия в реставрации : справочное пособие. – Л. : Химия, 1990.