

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-33-90048 Аспиранты.

Результаты исследований получены на оборудовании Центра коллективного пользования Воронежского государственного университета.

### Список литературы

1. Rajendran M. // *J. Eur. Ceram. Soc.*, 2006. – V. 26. – P. 3675–3679.
2. Yumei G., Ren C., Li L. // *Russ. J. Phys. Chem.*, 2020. – V. 94. – P. 2614–2621.
3. Shen H., Xu J., Jin M., Jiang G. // *Ceram. Int.*, 2012. – V. 38. – P. 1473–1477.
4. Кнурова М. В., Миттова И. Я., Перов Н. С., Альмяшева О. В., Нгуен А. Т., Миттова В. О., Бессалова В. В., Вирютина Е. Л. // *ЖНХ*, 2017. – Т. 62. – № 3. – С. 275–282.
5. Бережная М. В., Перов Н. С., Альмяшева О. В., Миттова В. О., Нгуен А. Т., Миттова И. Я., Дружинина Л. В., Алехина Ю. А. // *ЖОХ*, 2019. – Т. 89. – № 3. – С. 458–463.
6. Shannon R. D. // *Acta Cryst.*, 1976. – A32. – P. 751–767.
7. Бережная М. В., Альмяшева О. В., Нгуен А. Т., Миттова И. Я. // *ЖОХ*, 2018. – Т. 88. – № 4. – С. 539–544.
8. Бережная М. В., Миттова И. Я., Перов Н. С., Альмяшева О. В., Нгуен А. Т., Миттова В. О., Бессалова В. В., Вирютина Е. Л. // *ЖНХ*, 2018. – Т. 63. – № 6. – С. 706–711.

## ГЕЛЬ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ КАК ТЕСТ-СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ

Я. Лю, Х. Ли, О. В. Дубинина

Научный руководитель – к.х.н., доцент О. В. Дубинина

Национальный Исследовательский Томский Политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, dubininaov@tpu.ru

На сегодняшний день имплантаты из медицинских сплавов очень часто используют для замены поврежденных частей костной ткани. Безусловно, перед применением таких изделий необходимо испытать их ключевые характеристики. Одна из них – коррозионная устойчивость сплавов при контакте с внутренней средой организма.

Существует большое количество различных методов оценки устойчивости медицинских сплавов к агрессивным коррозионным средам [1]. Чтобы воспроизвести внутреннюю среду живого организма зачастую применяют 0,9 % раствор хлорида натрия, растворы Хьюита, Рингера и Хэнка. В реальных эксплуатационных условиях медицинские имплантаты взаимодействуют не только с жидкой средой, но и с твердыми компонентами живого организма.

Вследствие чего нашей научной группой была предложена идея создания полимерного геля, как системы для оценки коррозионной устойчивости медицинских сплавов в живом организме. Такая полимерная матрица представляет собой твердый каркас с равномерно распределенным жидким компонентом внутри. Звенья полимерной матрицы участвуют в образовании

агрегатов по всему объему и формируют уникальную наноструктуру геля.

Цель работы – оценка возможности применения полимерного геля на основе пектина, как тест-системы для оценки коррозионной устойчивости медицинских сплавов.

Полимерные гели были синтезированы из яблочного пектина  $((C_5H_7O_4COOH)_n)$ , лимонной кислоты  $(C_6H_8O_7)$  и сахарозы  $(C_{12}H_{22}O_{11})$ . Полимерные гели использовали в виде пленок толщиной  $2 \text{ мм} \pm 0,2 \text{ мм}$  и 10 % раствора. В качестве объектов исследования выступали: биоинертный титан ВТ1-0, высоколегированная сталь 440С и низколегированная сталь У8А.

Чтобы оценить влияние коррозионной среды с применением геля и без него на морфологию поверхности металла, использовали растровую электронную микроскопию (рис. 1). В среде, содержащей Cl-ионы, на поверхности стали У8А могут образовываться аморфная фаза и фазы состава  $\gamma\text{-FeOOH}$ ,  $\alpha\text{-FeOOH}$  (рис. 1а). Вероятно, гель при контакте со сталью стравливает поверхностный, защитный слой. Вследствие чего на поверхности стали У8А образуется фаза  $\alpha\text{-FeOOH}$ , на что указывает структура оксидного слоя по типу «cotton-ball» (рис. 1б) [2].

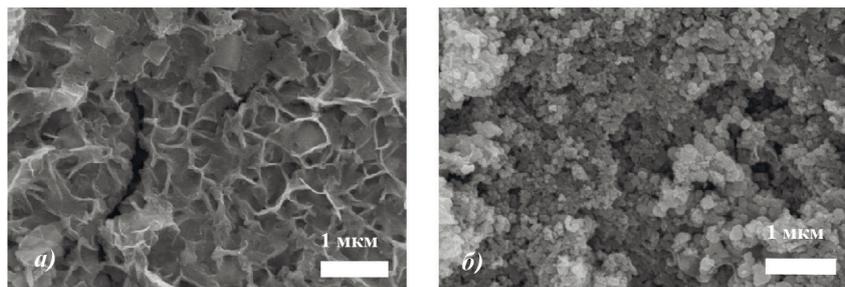


Рис. 1. Микрофотографии стали У8А после выдержки в растворе Рингера 1 сут-ки (а) и контакт с гелем 4 часа и выдержка в растворе Рингера 1 сутки (б)

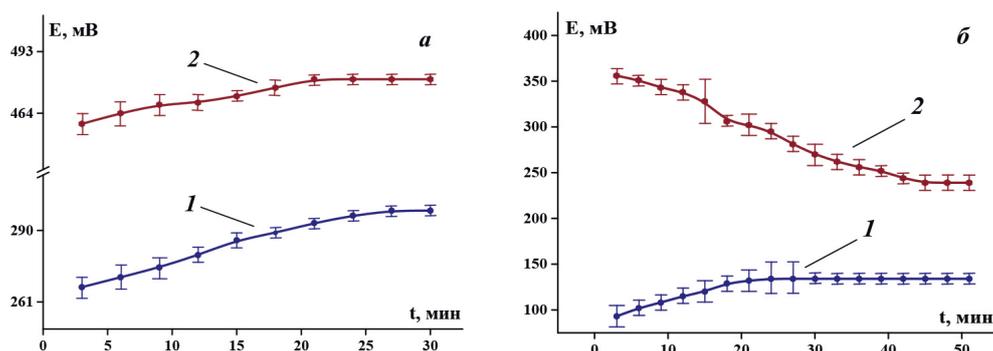


Рис. 2. Потенциометрические измерения для стали У8А (а) и 440С (б), фоновые электролиты: раствор Рингера (1) и полимерный гель (2)

Чтобы оценить коррозионную стойкость сплавов в среде геля и раствора применяли метод потенциометрии. Для стали У8А значения потенциалов в геле значительно выше по сравнению с раствором Рингера, что указывает на снижение скорости процесса растворения металла (рис. 2а, кривая 2). Для стали 440С и титана в

геле значения потенциалов выше по сравнению с раствором, но при этом происходит их постепенное снижение (рис. 2б, кривая 2). Вероятно, на поверхности стали 440С и титана образование пассивной пленки происходит медленнее, чем для стали У8А, благодаря присутствию легирующих компонентов в их составе.

### Список литературы

1. Davis B. K. // *Proc. Nad. Acad. Sci. USA*, 1974. – V. 78. – № 84. – P. 1320–1323.
2. May Y. // *Mater. Chem. Phys.*, 2008. – V. 112. – P. 844–852.

## ЭЛЕКТРЕТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАПОЛНЕННЫХ АСФАЛЬТЕНАМИ И ИХ ПРОИЗВОДНЫМИ

А. М. Минзагирова<sup>1,2</sup>, Ю. Ю. Борисова<sup>1</sup>, Д. Н. Борисов<sup>1</sup>, М. Ф. Галиханов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова

ФИЦ Казанский научный центр РАН

420088, Россия, г. Казань, ул. Академика Арбузова, 8

<sup>2</sup>ФГБОУВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

420015, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, 68, alsu.minzagirova@mail.ru

Большинство полимеров являются диэлектриками, но для них есть возможность создания электретного состояния, когда материал может длительное время генерировать постоянное

относительно сильное электрическое поле без дополнительных источников питания и высоковольтных преобразователей. Диапазон использования таких материалов достаточно широк - от