

Рис. 2. Спектры поглощения полимеров в тонких пленках

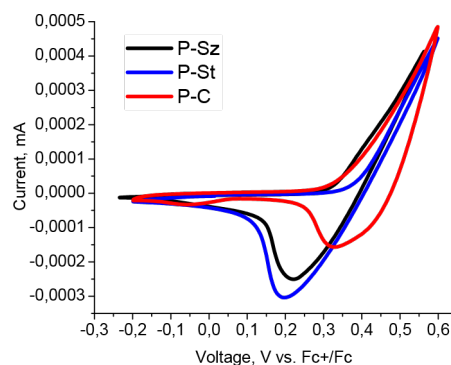


Рис. 3. Циклические вольтамперограммы полимеров

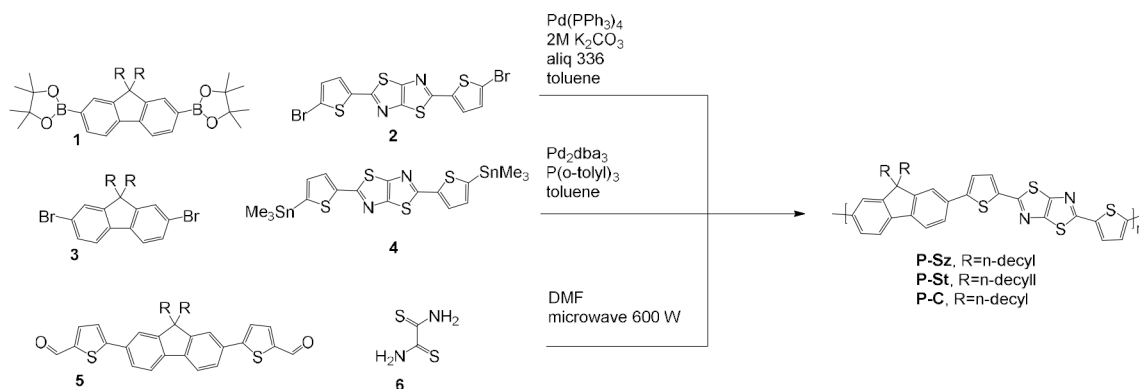


Схема 1. Синтез сопряженного полимера

вольтамперометрии (Рис. 1–3), а также исследованы в качестве зарядово-транспортных материалов для гибридных перовскитных солнечных батарей.

Полученные результаты демонстрируют потенциал полимеров, синтезированных путем

конденсации, а также открывают широкие возможности для получения новых полимеров альтернативными путями без использования токсичных и дорогостоящих реактивов.

Работа выполнена при поддержке фондом РФФ (грант № 22-73-00029).

Список литературы

1. Nikitenko S. L., Proshin P. I., Kuznetsov I. E., Karpov S. V., Anokhin D.V., Ivanov D. A., Troshin P. A., Akkuratov A. V. // *Solar Energy*, 2022. – V. 232. – P. 12–17.

ПОЛИМЕРНЫЙ ГЕЛЬ НА ОСНОВЕ ЯБЛОЧНОГО ПЕКТИНА, КАК ТЕСТ-СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ

Я. Лю, 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 использование металлических имплантов нашло широкое применение в медицине. К таким металлам и сплавам

применяют ряд требований: прочность, упругость, износостойкость, а также повышенная

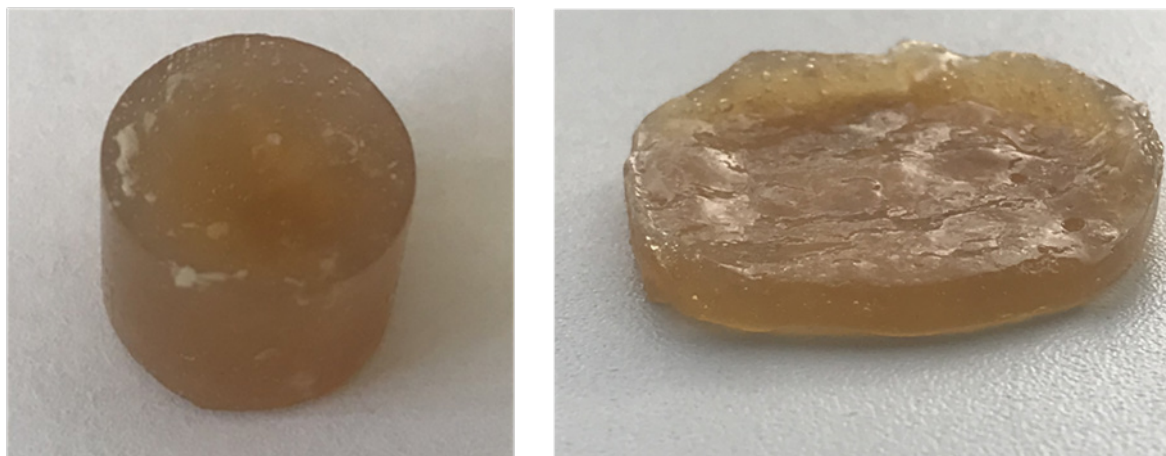


Рис. 1. Полимерный гель на основе яблочного пектина с наночастицами CaCO_3 в виде цилиндра (а) и пленки (б)

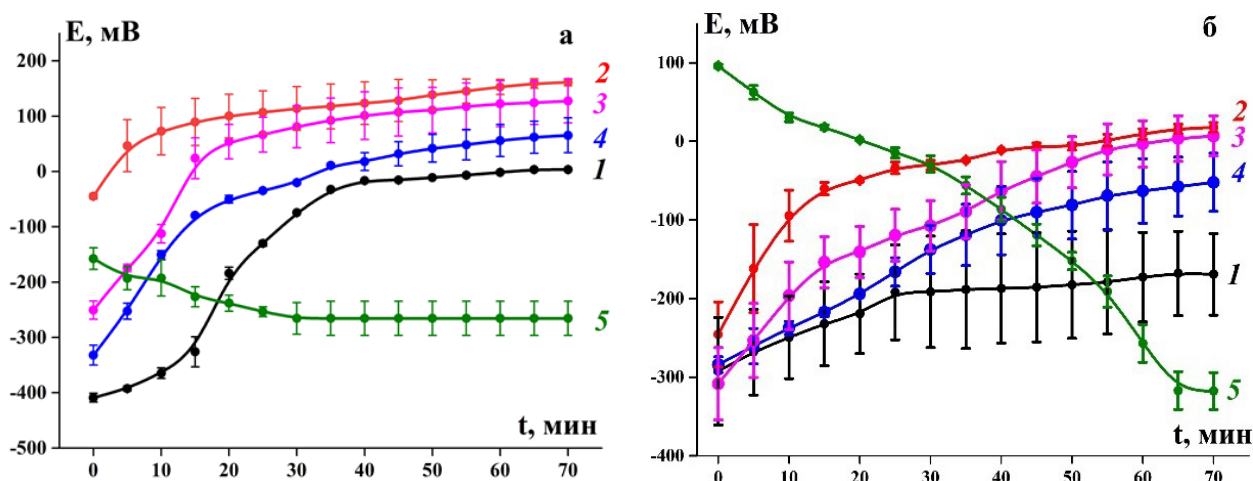


Рис. 2. Потенциометрические кривые для титана VT0-1, полученные в фоновом электролите – H_2O (а) и раствор Рингера (б): полимерный гель на основе яблочного пектина (1), с коммерческими наночастицами CaCO_3 (2), с наночастицами CaCO_3 , полученными методом химического осаждения (3), с наночастицами CaCO_3 , полученными методом распылительной сушки (4) и в растворе (5)

коррозионная стойкость по отношению к внутренней среде человеческого организма.

Зачастую коррозионные испытания металлов и сплавов проводят в жидких средах, но организм человека представляет собой сложную систему, содержащую как жидкие, так и твердые фазы. Имитацию такой системы можно создать на основе полимерных гелей. Полимерные гели способны образовывать уникальные наноструктуры, в которых протекают реакции, имитирующие процессы в организме человека [1].

Целью нашей работы было испытание коррозионной стойкости металлов в полимерных гелях на основе яблочного пектина с добавлением наночастиц карбоната кальция. Такие гели имеют те же функциональные группы ($-\text{COOH}$,

$-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$), которые содержатся в аминокислотах, пептидах, ферментах и т. д.

Полимерный гель состоит из яблочного пектина $((\text{C}_5\text{O}_7\text{O}_4\text{COOO})_n)$, растворов электролитов и наночастиц CaCO_3 в соотношении 1:7:0,5 % масс. Гель использовался в работе в виде тонких пленок толщиной $2 \pm 0,2$ мм и цилиндров (рис. 1). Объекты исследования: биоинертный титан VT1-0 и высоколегированная сталь 440С.

Одним из методов оценки коррозионной стойкости металлов в растворе и среде полимерного геля является потенциометрия. Потенциометрические измерения для титана VT0-1 в различных электролитах представлены на рисунке 2. В воде титан быстрее корродирует, чем в среде геля на основе воды и пектина (рис. 2 а, кривая 5). Наибольшую устойчивость демон-

стрирует гель с коммерческими наночастицами CaCO_3 , что обусловлено меньшей степенью диссоциации карбоната кальция по сравнению с наночастицами CaCO_3 , полученными методом распылительной сушки (рис. 2 а, кривые 1–4) [2].

Согласно значениям равновесных потенциалов в полимерных гелях с коммерческими

наночастицами CaCO_3 и наночастицами CaCO_3 , полученные методом химического осаждения, процессы коррозии протекают медленнее, чем в гелях без наночастиц. Однако, быстрее всего корродирует металл в растворе электролитов. Самая большая скорость коррозии в растворе Рингера (рис. 2 б).

Список литературы

1. Heimann R. B. // *Surf. Coat. Technol.*, 2021. – V. 405. P. 1–41.
2. Ostapiuk M. // *Cor. Sci.*, 2021. – V. 112. – P. 8–17.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ НАНОЧАСТИЦ СИЛИКАТА МЕДИ

Д. Г. Маглакелидзе, А. А. Блинова, М. А. Тараванов, М. А. Ясная
Научный руководитель – к.т.н., доцент А. В. Блинов

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет
Россия, Ставрополь, Пушкина 1, ogonioc2015@mail.ru

Жизненно необходимые элементы имеют огромную роль в росте и развитии живых организмов. Биологически-значимые нутриенты содержатся в малом количестве в организме, однако при их недостаточном поступлении нарушается жизнедеятельность организма. Одними из таких являются медь (Cu) и кремний (Si) [1]. Микроэлемент Cu необходим для межмолекулярной связи коллагена и эластина и имеет немаловажное значение в процессе образования костей. В свою очередь, кремний участвует в минерализации костных тканей и принимает участие в процессах остеогенеза. Так, наночастицы силиката меди способны выступать в роли вспомогательного элементного ресурса для укрепления костных тканей организма [2]. Ввиду перспективного применения данного материала, целью работы стало исследование влияния температурной обработки на фазовый состав наночастиц силиката меди.

Синтез наночастиц силиката (CuSiO_3) меди осуществляли методом химического восстановления в водной среде. В качестве прекурсора меди использовали ацетат меди ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$), а в качестве осадителя – силикат натрия (Na_2SiO_3) [3].

Фазовый состав полученных образцов исследовали методом рентгеноструктурного анализа на дифрактометре Empyrean серии 2 (PANalytical, Almeo) [4]. Результаты представлены на рисунке 1.

Анализ полученных данных показал, что при $T > 400^\circ$, образцы наночастиц силиката меди, состоят из механической смеси двух кристаллических фаз диоксида кремния (сейфертит и кварц) и фаз оксида меди (тенорита и куприта) [5]. Важно отметить, что на дифрактограмме образца, высушенного при 80° , наблюдаются малоинтенсивные уширенные полосы, которые свидетельствуют об аморфности образца. Данный факт обусловлен наноразмерным состоянием частиц и характеризуется фазой CuSiO_3 .

При увеличении температуры прокаливания до 400 градусов, на дифрактограмме наблюдаются высокоинтенсивные полосы отдельных фаз тенорита на $2\theta = 32,47, 38,74^\circ$ и куприта на $2\theta = 61,52^\circ$ [6]. При повышении температуры прокаливания до 1000 градусов, происходит увеличение концентрации кристаллической фазы куприта, что сопровождается увеличением интенсивности полос этой фазы, а также появлением дополнительных полос куприта $2\theta = 29,67$ и $73,76^\circ$.

В дальнейшем планируется исследование медико-биологических свойств, разрабатываемых наночастиц *in vivo* с последующим внедрением в парфюмерно-косметическую промышленность и медицину.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (проект СП-476.2022.4).