

УДК 544.733.432:620.193.47

**Гель на основе хитозана и хлорида натрия как тест-система
коррозионного поведения сплава AZ91A-ASTM B**

Ли Хаонань, Гоу Пин, Ли Хуатин

Научный руководитель: доцент Г.В. Лямина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: haonan3@tpu.ru

**Gel based on chitosan and sodium chloride as a test system
for corrosive behavior of alloy AZ91A-ASTM B**

Li Haonan, Gou Ping, Li Huating

Scientific Supervisor: Ass. Prof. G.V. Lyamina

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenina str., 30, 634050

E-mail: haonan3@tpu.ru

***Abstract.** In this work, acetic acid will be used to dissolve chitosan to prepare a sol, and the chitosan will be gelled by controlling the temperature to evaporate the acetic acid and excess water in the sol. The gel will be used as a quasi-solid electrolyte to simulate the human body environment to evaluate the corrosion resistance of medical alloys. In order to simulate the human body environment more accurately, the main liquid component in the gel will be controlled to be a NaCl solution with a concentration of 0.9 %, and the liquid component will account for 60% of the gel mass. In the work, it is necessary to design a method to evaluate the water content of gel, test and summarize the proportion and preparation process of this kind of gel, and discuss the influencing factors that affect the water content of gel.*

***Key words:** polymeric gel, chitosan, medical allow, corrosion*

Введение

Гели различного состава представляют собой сетчатый каркас (дисперсная фаза) с жидкой непрерывной фазой, распределенной в микропорах. Это имеет определенное сходство с биологическими клетками. Благодаря этому в области биомедицины гели часто используются в качестве моделей для имитации тканей человека при тестировании фармакологических препаратов, исследовании поведения бактерий и пр. В частности, в настоящее время используют гели на основе агар-агара [1], поливинилового спирта [2], метакриловой кислоты [3].

В последнее время активно разрабатываются составы на основе полимеров животного происхождения, например, хитозана (Хт) для медицинских применений. На его основе изготавливают повязки для заживления ран, косметические средства, хирургические нити [4].

В нашем исследовании мы попытались использовать его для приготовления полимерных гелевых электролитов, имитирующих среду организма человека, при оценке коррозионного поведения медицинских сплавов.

Цель работы – синтезировать гель на основе хитозана и раствора NaCl и оценить возможность его применения в качестве электролита для оценки коррозионной стойкости медицинского сплава AZ91A-ASTM B.

Экспериментальная часть

В работе были использованы гели из хитозана, глицерина и хлорида натрия. Глицерин (Гл) используют как пластицирующий агент, а хлорид натрия, как физиологический раствор.

Гелиевые пленки получали следующим образом. Растворяли 400 мг хитозана в 20 мл 2 %-го раствора CH₃COOH в течение суток. Раствор хитозана помещали в сушильный шкаф

при 70 °С для удаления жидкой фазы, содержащей уксусную кислоту. Образовавшуюся плёнку снова растворяли в 10 мл воды, вводили 2 мл глицерина и оставляли на сутки. Пленки из растворов получали в чашках Петри при 70 °С.

Для оценки процесса формирования пленок измеряли изменение их массы в процессе сушки без глицерина.

Спектры электрохимического импеданса получали на потенциостате CorrTest CS310. В качестве электролитов использовали полимерный гель и 0,9 % раствор NaCl; в качестве рабочего электрода – медицинский сплав AZ91A-ASTM. В ячейке с жидким электролитом применяли насыщенные хлоридсеребряные электроды, как вспомогательного электрода и электрода сравнения. В ячейке с гель-электролитом применяли графит, как вспомогательный электрод и никель, как электрод сравнения.

Результаты

Количество каждого реагента рассчитывается исходя из соотношения твердых и жидких компонентов в организме человека, 40 %, и 60 %, соответственно. В разрабатываемом геле желательно сохранить данные пропорции. Таким образом, 40 % должен составлять хитозан, а 60 % жидкая фаза 0,9 % раствора хлорида натрия или любого другого состава. Принимая во внимание возможность того, что процесс испарения остаточной уксусной кислоты оказывает влияние на скорость потери влаги, мы сравнили скорость испарения жидкости из матрицы геля при второй и третьей сушке при температуре 70 °С. В первом случае концентрация CH_3COOH составляет 2 %, масс, во втором и третьем – содержится в следовых количествах. Результаты для 2 и 3 сушки представлены на рис. 1, на оси ординат показано содержание воды, рассчитанное из общей массы геля. Видно, что кислота ускоряет потерю воды только на начальном этапе нагрева. Этот эффект очень кратковременный и неочевидный. Следовательно, можно считать, что остаточное содержание уксусной кислоты не оказывает существенного влияния на водоудерживающую способность геля. Хотя, исходя из рассчитанных скоростей реакции третий цикл испарения влаги проходит быстрее. Необходимое содержание воды, однако, удерживается в геле недолго, не более 10 минут. В этой связи в состав геля необходимо вводить дополнительные компоненты, способствующие удержанию растворителя.

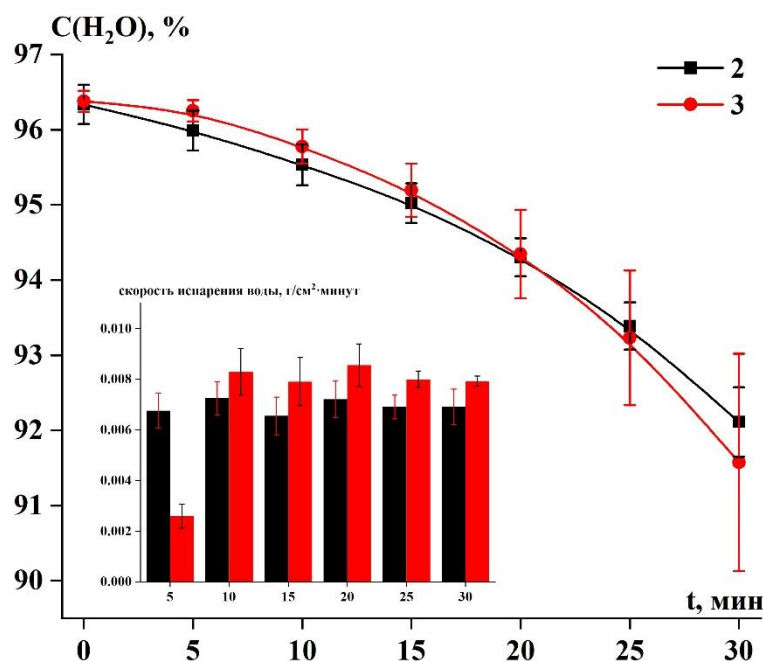


Рис. 1. Изменение содержания воды в составе геля и при второй и третьей сушке

Для тестирования биоразлагаемого медицинского сплава в состав геля вводили глицерин, как пластифицирующий и сшивающий агент, увеличивающий подвижность пленок без потери механических характеристик. Для сравнения спектр импеданса получали в жидком электролите. Как видно на рис. 2, процессы протекающие на границе раздела с жидким и гель- электролитами отличается существенно. В 0,9 % растворе хлорида натрия сопротивление переносу заряда ниже, вероятность возникновения коррозии выше, а в области низких частот имеется индуктивность, что не способствует точной оценке коррозионной стойкости медицинских сплавов.

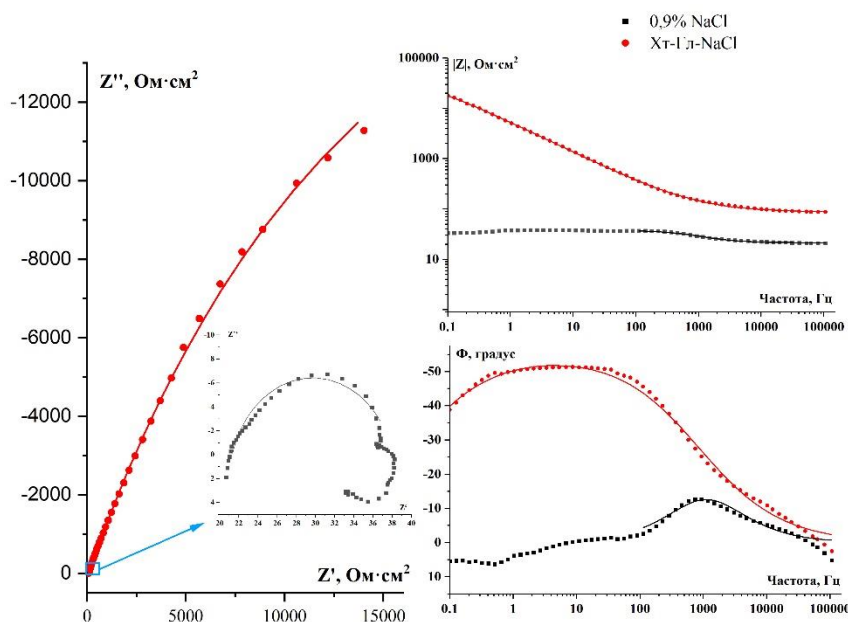


Рис. 2. Диаграмма электрохимического импеданса сплава AZ91A-ASTM B

Заключение

1. Показано, что остаточная уксусная кислота в геле не оказывает существенного влияния на потерю воды гелем.
2. Установлено, что сопротивление импеданса в полимерном геле на 3 порядка выше, чем в жидком электролите при оценке электрохимического поведения сплава AZ91A-ASTM B.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ.

Список литературы

1. Kharine A., Manohar S., Seeton R., Kolkman R.G.M., Bolt R.A., Steenberg W., de Mul F.F. Poly(vinyl alcohol) gels for use as tissue phantoms in photoacoustic mammography // *Physics in Medicine & Biology*. – 2003. – Vol. 48, № 3. – P.357–370.
2. Jaime R.A.O., Basto R.L.Q., Lamien B., H.R.B. Orland, Eibner S., Fudym O. Fabrication Methods of Phantoms Simulating Optical and Thermal Properties // *Procedia Engineering*. – 2013. – Vol. 59. – P. 30–36.
3. Лямина Г.В, Зыкова Ю.А., Князева Е.П. Применение полимерного геля как модельной среды для оценки коррозионной устойчивости металлов // *Вестник Томского государственного университета. Химия*. – 2016. – Т. 4, № 6. – С. 22–30.
4. Shariatnia Z. Pharmaceutical applications of chitosan // *Advances in colloid and interface science*. – 2019. – Vol. 263. – P. 131–194.