

УДК 544.6:678.746.523

DOI: 10.47813/10.47813/ MIP:
Engineering-IV-2022.4. 36-40

EDN: [LEYHIT](#)



Определение стойкости лекарственных покрытий медицинских артериальных стентов

Д.В. Мордвинкин*, В.Т. Фомичев, Т.А. Ермакова

Волгоградский государственный университет, пр. Университетский, 100,
Волгоград, 400062, Россия

*E-mail: vundmitry@mail.ru

Аннотация. Изучены публикации по изучению материалов, пригодных для изготовления коронарных стентов, а также свойств поливинилпирролидона и ацетилсалициловой кислоты. Рассмотрены причины возникновения рестеноза. Дана оценка полученного покрытия, нанесенного электрохимическим методом. Проведены коррозионные испытания исследуемых образцов с нанесенным покрытием методом поляризационного сопротивления. Выявлена зависимость коррозионной стойкости материала от концентрации ацетилсалициловой кислоты в составе лекарственного покрытия.

Ключевые слова: стентирование, рестеноз, поливинилпирролидон, коррозия

Determination of the resistance of medicinal coatings of medical arterial stents

D.V. Mordvinkin*, V.T. Fomichev, T.A. Ermakova

Volgograd State University, 100 Universitetskiy pr., Volgograd, 400062,
Russia

*E-mail: vundmitry@mail.ru

Abstract. Publications on the study of materials suitable for the manufacture of coronary stents, as well as the properties of polyvinylpyrrolidone and acetylsalicylic acid were studied. The causes of restenosis are considered. The evaluation of the obtained coating applied by electrochemical method is given. Corrosion tests of the studied samples with a coating by the method of polarization resistance were carried out. The dependence of the corrosion resistance of the material on the concentration of acetylsalicylic acid in the composition of the drug coating was revealed.

Keywords: stenting, restenosis, polyvinylpyrrolidone, corrosion

1. Введение

Сердечно-сосудистые заболевания, обусловленные образованием атеросклеротических бляшек на стенках кровеносных сосудов, в частности, коронарных артерий, являются основной причиной смертности населения, а потому остаются наиболее актуальной проблемой здравоохранения в большинстве стран мира, в том числе и в России, несмотря на существенный прогресс последних десятилетий в сфере диагностики и лечения кардиоваскулярной патологии.

2. Постановка задачи (Цель исследования)

Одним из эффективных методов лечения сердечно-сосудистых заболеваний является стентирование – установка в просвет кровеносного сосуда, суженного патологическим процессом, металлического цилиндрического каркаса с сетчатой структурой (стента) с целью восстановления нормального сердечного кровотока. Однако любое инородное тело, контактирующее с клетками крови, активирует механизм свертывания крови, что является причиной возникновения рестеноза – повторной закупорки сосуда. Чтобы предотвратить риск развития рестеноза, на стент наносят лекарственное покрытие, препятствующее образованию тромбов в кровеносных сосудах [1]. При выборе покрытия для стента необходимо учитывать некоторые условия, одним из которых является коррозионная стойкость материала с нанесенным лекарственным покрытием.

3. Методы и материалы исследования

Хромоникельмолибденовая сталь аустенитного класса 03X17H13M3 является широко распространенным материалом для изготовления коронарных стентов. Опираясь на ранее проведенные исследования, нанесение на исследуемые подложки данного вида стали тонкого лекарственного покрытия на основе поливинилпирролидона с ацетилсалициловой кислотой было осуществлено на установке электрохимического осаждения «Нано-эх-09» производства Московского института электронной техники [2,3]. Толщина полученного покрытия - от 360 до 600 нм. Оценка коррозионной стойкости методом поляризационного сопротивления проводилась с помощью потенциостата - гальваностата Р-40Х компании Elins. Коррозионные испытания образцов проводились в модельном растворе, имитирующий состав плазмы крови (раствор Рингера-Локка).

Рассчитав плотность тока коррозии j_{corr} , можно определить скорость коррозии v_{corr} , используя данные множителей для перерасчета скорости коррозии $n_3 = A_M / \gamma z F$ [4].

4. Полученные результаты

На рисунке 1 дан общий вид вольтамперных кривых исследуемых образцов, снятых на персональный компьютер с помощью программного обеспечения «ES8».

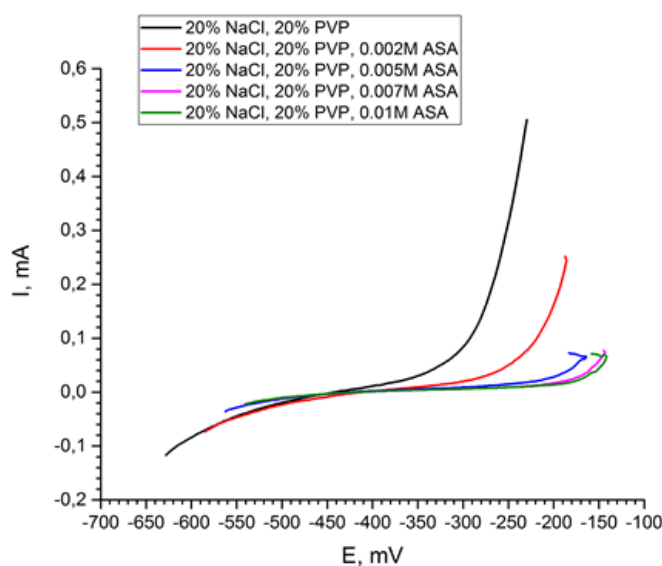


Рисунок 1. Общий вид вольтамперных кривых образцов (в рамке указан состав покрытия: PVP – поливинилпирролидон; ASA – ацетилсалициловая кислота).

В таблице 1 представлены результаты коррозионных испытаний для всех экспериментальных образцов.

Таблица 1. Результаты коррозионных испытаний.

№ образца	Состав покрытия	Плотность тока коррозии (мкА/см ²)	Скорость коррозии (мм/год)
1	ПВП-20%+NaCl-20%	3,37	0,04
2	ПВП-20%+NaCl-20%+АСК (0,002М)	5,43	0,06
3	ПВП-20%+NaCl-20%+АСК (0,005М)	4,35	0,05
4	ПВП-20%+NaCl-20%+АСК (0,007М)	3,12	0,04
5	ПВП-20%+NaCl-20%+АСК (0,01М)	1,07	0,01

ПВП – поливинилпирролидон.
 АСК – ацетилсалициловая кислота.

Проведем анализ изменения коррозионной стойкости материала в зависимости от концентрации ацетилсалициловой кислоты, входящей в состав лекарственного покрытия (рисунок 2). Данная зависимость имеет линейный характер – коррозионная стойкость увеличивается с увеличением концентрации ацетилсалициловой кислоты.

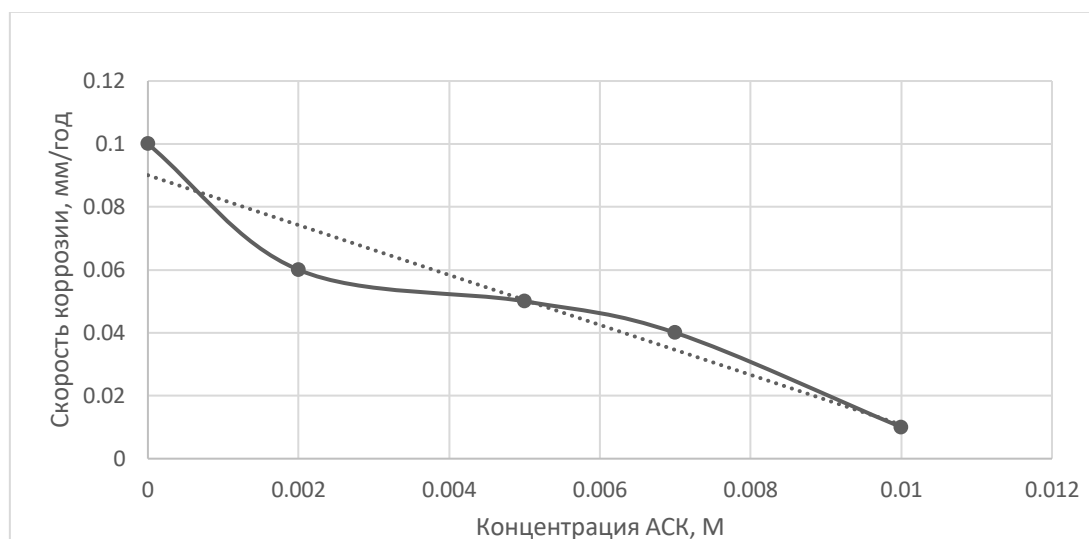


Рисунок 2. Изменение коррозионной стойкости в зависимости от концентрации ацетилсалициловой кислоты (АСК)

Данные результаты свидетельствуют о том, что добавление ацетилсалициловой кислоты позволяет повысить коррозионно-защитные свойства лекарственного покрытия на основе поливинилпирролидона.

5. Выводы

Коррозионные испытания методом поляризационного сопротивления показали следующее: нанесение полимерного покрытия с добавлением ацетилсалициловой кислоты увеличивает коррозионную стойкость стали. При добавлении 0,01М ацетилсалициловой кислоты в состав покрытия коррозионная стойкость увеличивается в 4 раза. Это, в свою очередь, может увеличить срок службы коронарного стента. Покрытия, полученные электрохимическим методом, наносятся квазиравномерно.

Список литературы

1. Стентирование коронарных сосудов. – URL: http://www.medmanager.ru/operacii_stentirovanie_koronarnyh_sosyfov.htm (дата обращения: 25.01.2020).

2. Мордвинкин, Д. В. Создание лекарственных покрытий на медицинских металлических стентах электрохимическим методом / Д. В. Мордвинкин, А. А. Королева, Т. А. Ермакова, И. В. Запороцкова // XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Тезисы докладов. В 6 томах – Санкт-Петербург, 2019. – № 5. – 360 с.
3. Мордвинкин, Д. В. Создание лекарственных нанопокровтий медицинских артериальных стентов электрохимическим методом / Д. В. Мордвинкин // Материалы научной сессии в 2-х томах / под общ. ред. А.Э. Калининой, А.В. Шевадрина. – Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2020. – с. 248-250.
4. Защита подземных металлических сооружений от коррозии / Сост. И.В. Стрижевский, А. Д. Белоголовский, В. И. Дмитриев и др. – М.: Строй-издат, 1990. – 303 с.