**Разработка актуаторов на основе ионного полимерного гидрогеля активируемых небольшим переменным напряжением**

***Юдина Л.Д., Дайюб Т., Максимкин А.В.***

*Студент, 4 курс бакалавриата*

*Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия*

*E-mail: lida.judina0345@gmail.com*

Использование актуаторов на основе полимеров в биомедицинских технологиях и робототехнике представляет собой значительный шаг в научном прогрессе. Эти актуаторы становятся востребованными благодаря их полезным характеристикам, таким как биосовместимость, биоразлагаемость, малый вес и высокая гибкость. Они способны изменять свои характеристики под воздействием внешних факторов, таких как химические вещества, электрический ток, влажность и т.д. [1].

Электроактивные полимеры (ЭАП) — это материалы, которые реагируют на воздействие электрического тока и изменяют свою форму, совершая механические движения. Одним из самых известных ионных ЭАП является гидрогель. В ходе этой работы были разработаны актуаторы на основе гидрогеля, которые функционируют под воздействием переменного тока. В данном случае используется переменный ток, который не вызывает движение ионов в гидрогеле как в случае постоянного тока, а приводит к локальным колебаниям ионов и, как следствие, к нагреванию гидрогеля. Молекулы воды переходят в газообразное состояние, поэтому увеличивается объем гидрогеля. При отключении тока испарившаяся вода возвращается в жидкое состояние и поглощается гидрогелем, восстанавливая первоначальную форму актуатора [2].

Однако проблема исследованиязаключается в активации актуаторов высоким переменным напряжением от 200 В. Чтобы использовать актуаторы в медицине, без травматичного воздействия для человека, необходимо снизить напряжение активации. С этой целью в состав гидрогеля вводятся разнообразные добавки, такие как проводящие материалы или ионсодержащие компоненты. Это приводит к улучшению проводящих свойств гидрогеля [2]. В данной работе были изготовлены гидрогели с содержанием поливинилового спирта 5 г. Тетраборат натрия использовали в качестве сшивающего агента и его часть составила – 0.1 г, а в качестве ионного наполнителя использовался хлорид натрия (NaCl) – 0.5, 1.5, 2.5 и 5 г. Для создания линейных актуаторов на основе гидрогелей были использованы два типа внешних армирующих материалов (спиральное плетение и плетеная сетка), которые могут быть активированы циклами расширения/сокращения (набухание/усадка). Актуаторы на основе гидрогеля, содержащего 5 г NaCl стали работать на низких напряжениях от 20 В и результаты деформации на расширение составили 17.1±8.6 % при 50 Гц и 22.3±1 % при 500 Гц. Время активации составило 6.62±3.37 сек и 9.93±0.43 сек соответственно. Но лучшие результаты при сжатии с гидрогелем, содержащим 2.5 г NaCl деформация при 110 В, 50 Гц составила 16.5±2,9 %, время активации – 2.04±0.62 сек. При расширении с гидрогелем содержащим 5 г NaCl деформация при 90 В, 500 Гц составила 75.46±1,96 %, время активации – 1.61±0.29 сек.

*Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда № 24-23-00558,* [*https://rscf.ru/project/24-23-00558/*](https://rscf.ru/project/24-23-00558/)

**Литература**

1. Maksimkin A. V. et al. Electroactive polymer-based composites for artificial muscle-like actuators: a review //Nanomaterials. – 2022. – Т. 12. – №. 13. – С. 2272.

2. Iudina L. et al. Linear Actuators Based on Polyvinyl Alcohol/Lithium Chloride Hydrogels Activated by Low AC Voltage //Journal of Composites Science. – 2024. – Т. 8. – №. 8. – С. 323.