

## **Криогели поливинилового спирта как полимерная матрица для разработки биосовместимых материалов медицинского применения**

**© Пыкин<sup>1\*+</sup> Алексей Леонидович, Резвова<sup>2</sup> Мария Александровна, Ткаченко<sup>3</sup> Татьяна Борисовна, Жеребцов<sup>1</sup> Сергей Игоревич, Онищенко<sup>2</sup> Павел Сергеевич, Глушкова<sup>2</sup> Татьяна Борисовна, Борисова<sup>2</sup> Наталья Николаевна, Клышников<sup>2</sup> Кирилл Юрьевич, Акентьева<sup>2</sup> Татьяна Николаевна, Овчаренко<sup>2</sup> Евгений Андреевич**

<sup>1</sup> *Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН. пр-т Советский, 18. г. Кемерово, 650000. Кемеровская область – Кузбасс. Россия.*

*E-mail: pkinaleksey@icloud.com ; sizh@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний. Бульвар им. Академика Леонида Барбараша, б. г. Кемерово, 650002. Кемеровская область – Кузбасс. Россия. E-mail: borinn@ketcardio.ru*

<sup>3</sup> *Кемеровский государственный университет. ул. Красная, б. г. Кемерово, 650000. Кемеровская область – Кузбасс. Россия. E-mail: dt\_kem@mail.ru*

\*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** поливиниловый спирт, криогели поливинилового спирта, криоструктурирование, механические свойства, водосодержание.

### **Аннотация**

Полимерные криогели на основе поливинилового спирта (ПВС) благодаря своей уникальной биосовместимости и структурному сходству с биологическими тканями представляют интерес для разработки различных имплантатов для сердечно-сосудистой хирургии, таких как протезы клапанов сердца, заменители сосудов и т.п. При этом свойства криогелей ПВС могут быть оптимизированы под конкретную задачу путем изменения концентрации исходного раствора полимера, выбора полимера с определенной молекулярной массой, растворителя или повышения/снижения числа термических циклов. С целью выбора наиболее оптимального криогеля для разработки имплантатов или основы для сердечно-сосудистой хирургии исследована механическая прочность криогелей в условиях одноосного растяжения. Установлено, что прочность криогелей ПВС на разрыв с молекулярной массой 146000 (ПВС<sub>146</sub>) примерно в 2,5-3 раза выше по сравнению с ПВС с молекулярной массой 89000 (ПВС<sub>89</sub>) при исследовании образцов с одинаковой концентрацией полимера. В то же время прочность криогелей росла при двукратном увеличении концентрации раствора полимера в 6,5-7 раз. Жесткость и относительное удлинение полимеров увеличивались линейно с повышением концентрации ПВС, в то время как число термических циклов оказывало значимый эффект на показатель жесткости только в пределах 3-х циклов. Криогели, полученные из раствора полимера ПВС<sub>146</sub>, оказались более жесткими по сравнению с ПВС<sub>89</sub> примерно в 1,5 раза. Смена растворителя позволила также получить в 3 раза более прочные полимерные криогели уже после 1-го цикла криоструктурирования. С увеличением концентрации раствора полимера, числа циклов замораживания-оттаивания и использования смеси растворителей ДМСО/вода водосодержание криогелей ПВС снижалось, но не опускалось ниже 70%, что типично для биологических тканей. Таким образом, криогели на основе ПВС представляют собой универсальные биоматериалы с потенциалом для замещения органов и тканей сердечно-сосудистой системы. Криогели, полученные из растворов высокомолекулярного ПВС с концентрацией 15% после 5-ти циклов замораживания-оттаивания, обладают значительной механической прочностью и модулем Юнга, что особенно важно для разработки протезов клапанов сердца и сосудистых имплантатов.

**Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:**

Пыкин А.Л., Резвова М.А., Ткаченко Т.Б., Жеребцов С.И., Онищенко П.С., Глушкова Т.Б., Борисова Н.Н., Клышников К.Ю., Акентьева Т.Н., Овчаренко Е.А. Криогели поливинилового спирта как полимерная матрица для разработки биосовместимых материалов медицинского применения. *Бутлеровские сообщения*. 2025. Т.81. №1. С.80-90. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-81-1-80

**Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:**

Пыкин А.Л., Резцова М.А., Ткаченко Т.Б., Жеребцов С.И., Онищенко П.С., Глушкова Т.Б., Борисова Н.Н., Клышников К.Ю., Акентьева Т.Н., Овчаренко Е.А. Криогели поливинилового спирта как полимерная матрица для разработки биосовместимых материалов медицинского применения. *Бутлеровские сообщения С.* **2025**. Т.10. №1. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-81-1-80/ROI-jbc-RC/25-10-1-1

**The output for citing the English online version of the article:**

Alexey L. Pykin, Maria A. Rezvova, Tatyana B. Tkachenko, Sergey I. Zherebtsov, Pavel S. Onishchenko, Tatyana B. Glushkova, Natalia N. Borisova, Kirill Yu. Klyshnikov, Tatyana N. Akentieva, Evgeny A. Ovcharenko. Cryogels of polyvinyl alcohol as a polymer matrix for the development of biocompatible materials for medical use. *Butlerov Communications C.* **2025**. Vol.10. No.1. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-81-1-80/ROI-jbc-C/25-10-1-1