

# АННОТИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ

о результатах НИР по гранту за 2022-2023 год

Конкурс 2022 года на соискание грантов  
для поддержки научно-исследовательской работы  
аспирантов и молодых сотрудников ИГУ.

Направление Химия и химические технологии

Шифр гранта 091-22-311

1. Наименование НИР по гранту

Парные полимеры на основе тетразолсодержащих полисахаридов<sup>2</sup>.

Структурное подразделение (кафедра, лаборатория)

Химический факультет, кафедра теоретической и прикладной органической  
химии и полимеризационных процессов

3. Исполнитель НИР

Акамова Елена Владимировна, аспирант химического факультета ИГУ  
(Ф.И.О)

5. Ожидаемые результаты в соответствии с заявленным планом работы

Реакционное смешение тетразолсодержащих полисахаридов с оксирансодержащими полимерами позволило получить гибридные полимерные сетки, состоящие из разнородных цепочечных фрагментов макромолекул гетеро- и карбоцепных полимеров. В результате были получены гибридные сетчатые структуры, которые образуют стимул-чувствительные полиэлектролитные гидрогели.

6. Основные полученные научные результаты

Реакционное смешение тетразолсодержащих полисахаридов с оксирансодержащими полимерами позволило получить гибридные полимерные сетки, состоящие из разнородных цепочечных фрагментов макромолекул гетеро- и карбоцепных полимеров. В качестве полимерных реагентов были использованы образцы ТХТЗ, ТКРХ, ТЭЦ, ТЭД и гидрофильный полимер ПВПД(ВО) и гидрофобный – ПММА(ВО) (табл. 1).

Как и при реакционном смешении гибкоцепных полимеров взаимодействие жестко- и гибкоцепного полимеров сопровождается гелеобразованием реакционной системы. Однако выход гель-фракции, который не превышает 90 %, в целом ниже аналогичных при взаимодействии гибкоцепных полимеров. При реакционном смешении ТХТЗ, ТКРХ и ТЭЦ с ПВПД(ВО) формирование сетки и гелеобразование реакционной смеси протекает за гораздо более короткий промежуток времени, чем при реакции с ПММА(ВО) в идентичных условиях (табл. 1). Как и при реакционном смешении с участием только гибкоцепных полимеров, в системах с тетразолированными полисахаридами образуются сетчатые парные полимеры, склонные к ограниченному набуханию в жидкостях различной природы. Если степени набухания в ДМФА парных полимеров тетразолированных полисахаридов с ПВПД(ВО) и ПММА(ВО), можно сказать, соизмеримы, то по отношению к воде сорбционные свойства парных полимеров, содержащих макромолекулы ПВПД(ВО) существенно выше, даже в неионизованном состоянии. Ионизация тетразольных циклов способствует повышению водопоглощения парных полимеров на основе ПВПД(ВО) и гораздо меньшей степени сказывается для полимерных сеток, содержащих цепочечные фрагменты ПММА.

**Таблица 1.** Условия и результаты реакции в системе тетразолсодержащий полисахарид – ПВПД(ПММА)(ВО) (ДМФА,  $\Sigma C_{пл} = 10$  г/дл, 80 °С)

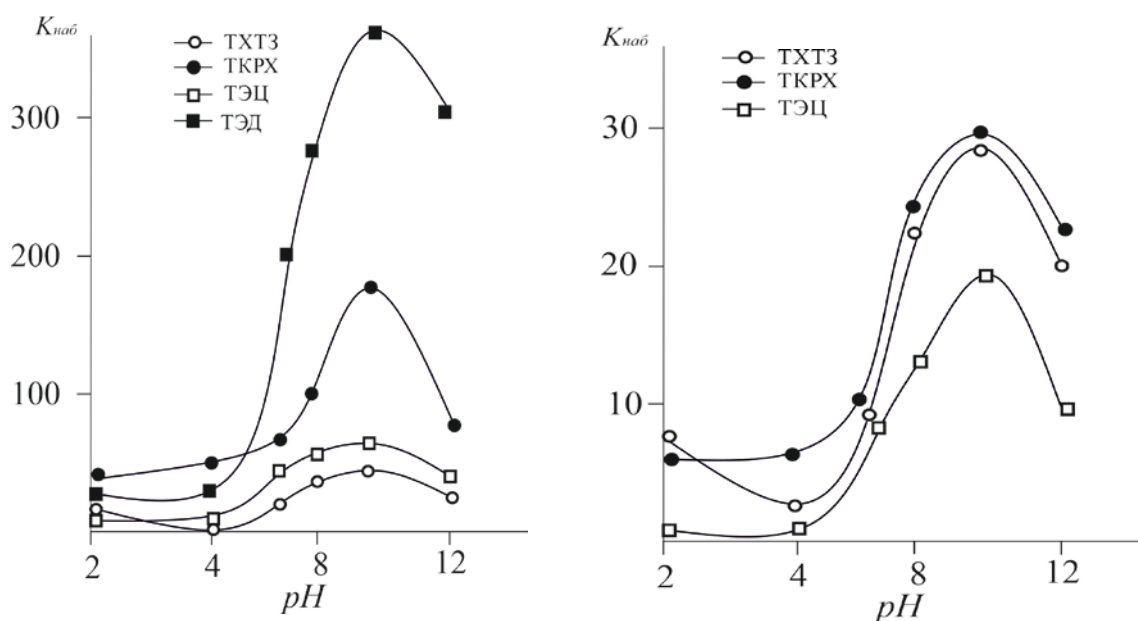
| Система |  | Время | Выход | $K_{наб}$ в при 25 °С |
|---------|--|-------|-------|-----------------------|
|---------|--|-------|-------|-----------------------|

|               | Массовое<br>соотно-<br>шение<br>полимеров | потери<br>текучести,<br>ч | гель-<br>фракции,<br>% | ДМФА | Вода                           |                               |
|---------------|-------------------------------------------|---------------------------|------------------------|------|--------------------------------|-------------------------------|
|               |                                           |                           |                        |      | неиони-<br>зованные<br>образцы | ионизи-<br>ванные<br>образцы* |
| ТЭЦ-<br>ПВПД  | 1:1                                       | 0,6                       | 86                     | 21   | 23                             | 47                            |
|               | 1:2                                       | 1,5                       | 51                     | 15   | 21                             | 38                            |
|               | 1:4                                       | 2,5                       | 43                     | 17   | 17                             | 21                            |
| ТКРХ-<br>ПВПД | 1:1                                       | 1                         | 90                     | 32   | 49                             | 124                           |
|               | 1:2                                       | 1,5                       | 88                     | 55   | 90                             | 225                           |
|               | 1:4                                       | 2,5                       | 60                     | 130  | 178                            | 414                           |
| ТХТЗ-<br>ПВПД | 4:1                                       | 0,5                       | 81                     | 16   | 18                             | -                             |
|               | 2:1                                       | 1,0                       | 77                     | 16   | 18                             | -                             |
|               | 1:1                                       | 0,6                       | 76                     | 31   | 17                             | 54                            |
|               | 1:2                                       | 0,5                       | 76                     | 29   | 20                             | -                             |
|               | 1:4                                       | 1,0                       | 73                     | 52   | 48                             | -                             |
| ТЭД-<br>ПВПД  | 2:1                                       | 23                        | 48                     | 312  | 281                            | 1181                          |
|               | 1:1                                       | 27                        | 75                     | 99   | 96                             | 380                           |
|               | 1:2                                       | 6                         | 79                     | 46   | 58                             | 228                           |
| ТЭЦ-<br>ПММА  | 4:1                                       | 31                        | 47                     | -    | -                              | 19                            |
|               | 2:1                                       | 23                        | 63                     | -    | -                              | 15                            |
|               | 1:1                                       | 9                         | 76                     | 17   | -                              | 13                            |
| ТКРХ-<br>ПММА | 1:1                                       | 144                       | 69                     | 134  | 9                              | 28                            |
| ТХТЗ-<br>ПММА | 4:1                                       | 24                        | 59                     | 157  | 8                              | 17                            |
|               | 2:1                                       | 23                        | 67                     | 192  | 11                             | 13                            |
|               | 1:1                                       | 25                        | 89                     | 51   | 9                              | 10                            |
| ТЭД-<br>ПММА  | 4:1                                       | 96                        | 45                     | 787  | 7                              | 26                            |
|               | 1:1                                       | 18                        | 80                     | 54   | 1                              | 10                            |

\*Ионизованные переводом тетразольных циклов в форму натриевой соли

Гидрогели на основе парных полимеров тетразолсодержащих полисахаридов относятся к рН-чувствительным системам с максимальным водопоглощением в щелочной области (рН ~ 10) (рис. 1). Для более гидрофильных полимерных сеток с макромолекулярными цепями ПВПД(ВО)

в структуре характерна более выраженная амплитуда изменения степени набухания при варьировании pH среды. Полиамфолитная природа парных полимеров на основе ТХТЗ проявляется в способности набухать и в щелочной среде вследствие ионизации тетразольных фрагментов, и в кислой среде за счет ионизации аминогрупп хитозана.



**Рисунок 1.** Степень набухания гидрогелей парных полимеров тетразолированных полисахаридов с ПВПД(ВО) (а) и ПММА(ВО) (б) при 25 °С в зависимости от pH водной среды.

Таким образом, продемонстрирован еще один вариант синтеза полимерных сеток на основе полисахаридов. Как и в случае гибкоцепных тетразолсодержащих полимеров, метод реакционного смешения с участием жесткоцепных тетразолированных полисахаридов (декстрана, хитозана, крахмала, целлюлозы) позволяет получать сетчатые парные полимеры, которые при набухании в воде образуют стимул-чувствительные полиэлектролитные гидрогели.

7. Предполагаемое использование результатов, в том числе в учебном процессе

Выступление с докладом для студентов кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов для ознакомления с материалом.

8. Перечень публикаций (\*\*) по результатам работы (статьи, доклады) с приложением оттисков или рукописей, направленных в печать

Акамова Е.В., Кижняев В.Н., Покатилов Ф.А. Сетчатые полимеры на основе тетразолсодержащих полисахаридов с эпоксидной смолой//Проблемы теоретической и экспериментальной химии : тез. докл.XXX Рос. молодеж. науч. конф. с междунар. участием (направлена в печать)