

## Список литературы

1. *Matyjaszewski K.* // *Macromolecules*, 2012. – V. 45. – № 10. – P. 4015–4039.
2. *Corrigan N., Jung K., Moad G., Hawker C. J., Matyjaszewski K., Boyer C.* // *Prog. Polym. Sci.*, 2020. – V. 111. – P. 101311.
3. *Treat N. J., Sprafke H., Kramer J. W., Clark P. G., Barton B. E., Read de Alaniz J., Fors B. P., Hawker C. J.* // *J. Am. Chem. Soc.*, 2014. – V. 136. – № 45. – P. 16096–16101.

## СИНТЕЗ ПОЛИЭФИРСУЛЬФОНОВ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Н. А. Кожемякин, С. А. Светлицкий

Научный руководитель – к.х.н., доцент А. А. Троян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, pak60@tpu.ru

В настоящее время рынок полимерных материалов, способных перерабатываться при помощи 3D-печати, нуждается в инновационных материалах, сохраняющих на высоком уровне эксплуатационные, физико-механические, химические свойства, несмотря на воздействие различных факторов.

Примером полимера, соответствующего данным задачам, является полиэфирсульфон [1].

Ароматические полиэфирсульфоны обладают рядом важных свойств, среди которых можно выделить химическую стойкость к агрессивным средам, высокий молекулярный вес, высокую стабильность размеров, а также термостойкость и прочность [2]. Однако все эти свойства полиэфиров зависят от многих факторов, к примеру, от выбора растворителя. Перечисленные выше свойства имеют достаточно существенное значение для полимера, ибо определяют его эксплуатационные свойства. Также достаточно важным является структура исходного мономера и сомономера, так как именно изменение в строении цепи обуславливает изменение физических свойств полимера.

Синтез ароматических полисульфонов осуществляется методом ароматической нуклео-

фильной поликонденсации в апротонных растворителях. В качестве растворителей, как правило, используют диметилсульфоксид, диметилацетамид, N-метилпирролидон, диметилсульфон, дифенилсульфон. Для получения щелочных солей бисфенолов применяют гидроксид натрия или углекислый калий. Поликонденсацию ведут при температуре 160–320 °С в зависимости от применяемого растворителя и реакционной способности мономеров [3]. Сама реакция протекает по следующей схеме.

Целью работы было получение полиэфирсульфона, изучение свойств полученного полимера и возможности его применения в аддитивных технологиях.

В качестве исходных реагентов использовали 4,4-дихлордифенилсульфон и 4,4-дигидросидифинил, взятых в соотношении 1 : 1. Синтез проводили в среде диметилсульфоксида, в качестве азеотропообразователя использовали толуол, а в качестве щелочного агента – карбонат калия. Синтез осуществляли в две стадии: стадия отгонки воды при температуре 110–135 °С, стадия увеличения вязкости при температуре 160 °С в течение 6 часов. Полученный полимер высаживали в дистиллированную воду мето-

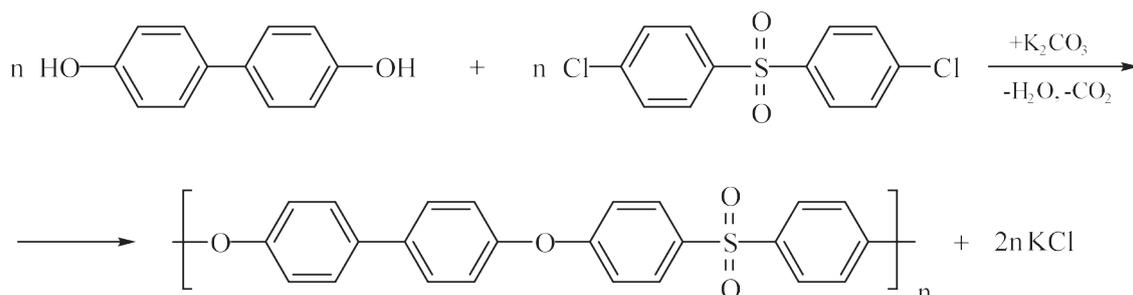


Схема 1.

дом распыления, после чего сушили при 90 °С 2 часа, при 150 °С – 3 часа, при 180 °С – 4 часа.

С целью подтверждения структуры полученного полимера были получены ИК–спектры. В ИК–спектре присутствуют скелетные колебания ароматических углерод-углеродных связей с максимумами при 1584 и 1486 см<sup>-1</sup>, асимметричные и симметричные колебания группы SO<sub>2</sub>

соответствуют полосы поглощения 1322 и 1294 см<sup>-1</sup>, и 1165 и 1148 см<sup>-1</sup> соответственно. Интенсивная полоса 1235 см<sup>-1</sup> соответствует асимметричному растяжению колебания группы С–О.

Дальнейшие исследования будут направлены на определение термических свойств и механических характеристик полиэфирсульфона и условий для получения нити для 3D-печати.

### Список литературы

1. [https://newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=5194&cat\\_id=8&page\\_id=1](https://newchemistry.ru/letter.php?n_id=5194&cat_id=8&page_id=1).
2. Коршак В. В. и Виноградова С. В. *Гетероцепные полиэфиры*. – Москва: Издательство академии наук СССР, 1958. – 407 с.
3. Штейнберг Е. М., Зенитова Л. А. // *Международный химический журнал*, 2012. – № 6. – DOI: 10.18454/IRJ.2227-6017.

## КОМПЛЕКСЫ ХИТОЗАНА С ВИТАМИНАМИ КАК КОРМОВАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

А. Д. Козушкин, К. В. Апрятина

Научный руководитель – к.х.н., доцент К. В. Апрятина

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского  
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, [andrej.kozushkin@mail.ru](mailto:andrej.kozushkin@mail.ru)

На сегодняшний день в птицеводстве остро стоит проблема увеличения абсолютного прироста живой массы утят, цыплят-бройлеров, кур. Как известно из опытных данных добавка 100 мг хитозана на килограмм корма увеличивает данный показатель на треть [1]. В качестве добавок к корму также используются витамины для поддержания нормальной жизнедеятельности животных. Для усиления их усвояемости организмом перспективно использовать хитозан.

Хитозан – аминополисахарид, продукт деацетилирования хитина, получаемого из постоянно возобновляемых источников сырья. Хитозан обладает рядом уникальных свойств: биосовместимость, нетоксичность, противовоспалительные, противоопухолевые свойства [2]. Помимо этого, известны примеры успешного использования целого ряда полимерных систем на основе хитозана для доставки и контролируемого освобождения веществ через слизистые и, в частности, при их назальном и пероральном введениях [3]. В качестве подобных веществ могут выступать витамины. Витамин В<sub>3</sub> участвует в углеводном и жировом обмене, способствует всасыванию белков, усиливает перистальтику, связан с функ-

циями щитовидной железы и надпочечников. Витамин Е является антиоксидантом и обеспечивает обмен серосодержащих аминокислот в организме птиц.

Задачей настоящей работы является создание устойчивых композиций хитозана и витаминов В<sub>3</sub>, Е для использования их в качестве кормовой добавки птиц.

Для определения совместимости компонентов, устойчивости системы и характера их взаимодействия получали водные растворы 3 мас. % хитозана в 2 % никотиновой кислоте и исследовали их рядом методов. Получен УФ-спектр раствора хитозана в никотиновой кислоте, на котором наблюдается пик значения оптической плотности при 262 нм (свойственен для никотиновой кислоты) и подъем, начинающийся при 232 нм (свойственен для хитозана), что свидетельствует о том, что раствор гомогенен, поскольку данные спектра показывают присутствие обоих веществ, при этом визуально расслоения раствора не наблюдалось. Далее предполагалось доказать или опровергнуть образование амидной связи между хитозаном и никотиновой кислотой. Для этого использован