

ким образом полученный сорбент селективен по отношению к основным группам антиоксидантов. В конечном продукте возрастает содержание катехина и хлорогеновой кислоты, что может быть обусловлено каталитическим действием  $\text{CuPhC}$ .

### Список литературы

1. Gavrilenko M.A. // J. Anal. Chem., 2009.– Vol.64.– P.571–573.
2. Z. Liang, C. L. Owens, G.-Y. Zhong, L. Cheng // Food Chemistry, 2011.– Vol.129.– P.940–950.
3. M.A. Gavrilenko, N.A. Gavrilenko, N.V. Saranchina // Procedia Chem., 2014.– Vol.10.– P.97–102.

---

## Исследование конденсации п-толуидина с нитробензолом в щелочной среде

Т.А. Климова, Л.Е. Великоречина

Научный руководитель – к.х.н., старший преподаватель Л.С. Сорока

*Томский политехнический университет*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, klimovatanyusha@mail.ru*

Производство полимерных материалов трудно представить без стабилизаторов, которые замедляют процессы ухудшения эксплуатационных показателей полимеров. Увеличение масштабов производства стабилизаторов связан с развитием производства синтетических каучуков, резин, пластических масс и других полимерных материалов. Разработка получения новых производных 4-нитродифениламина и/или 4-нитрозодифениламина позволит расширить спектр используемых стабилизаторов.

Реакция взаимодействия п-толуидина и нитробензола в щелочной среде с получением смеси замещённых 4-нитрозо и 4-нитродифениламина представляет собой пример нуклеофильного ароматического замещения водорода, и, уникальна тем, что дает высокий выход продуктов при мягких условиях без участия дополнительной отщепляющейся группы или окислителя. Кроме этого, реакция имеет коммерческое значение, так как она устраняет необходимость в применении галогенизированных ароматических соединений, вызывающих проблемы в области охраны окружающей среды в производстве замещённых ароматических аминов, что так часто волнует экологов. Внедрение способа в промышленное производство сдерживается технологической недоработкой отдельных стадий процесса.

До настоящего времени разработкой конденсации анилина и нитро-

бензола в щелочной среде занимались американские исследователи и, именно они, пришли к выводу о наибольшей эффективности использования гидроксида тетраметиламмония в данном процессе [1]. Одним из недостатков использования гидроксидов аммония является их низкая стабильность и термостойкость. Еще один недостаток заключается в применении относительно большого количества ароматического растворителя.

В России также проводятся исследования процесса конденсации анилина с нитробензолом. Так, например, в работе [2] процесс конденсации анилина и нитробензола также проводят в присутствии основания, но в качестве катализатора предлагают использовать высокоосновной полимерный анионит, содержащий четвертичную аммонийную группу.

В данной работе исследовали процесс конденсации нитробензола с *p*-толуидином с образованием продуктов: 4-метил-4'-нитродифениламина и 4-метил-4'-нитрозодифениламина. В качестве катализатора использовали сильное органическое основание – гидроксид тетраметиламмония, который получали обработкой хлорида тетраметиламмония водным раствором NaOH.

На первом этапе, используя литературные данные, было проанализировано влияние различных факторов на хорошо изученный процесс конденсации анилина с нитробензолом в щелочной среде в присутствии катализаторов, с целью выбора предварительных параметров проведения процесса конденсации *p*-толуидина с нитробензолом. В результате были выбраны параметры проведения процесса конденсации *p*-толуидина с нитробензолом.

К водному раствору гидроксида тетраметиламмония добавляли *p*-толуидин для получения аниона *p*-толуидина, который является активным агентом нуклеофильного замещения атома водорода в ароматическом ядре нитробензола.

Процесс проводили при температуре 60 °С, в течении 6 часов. После окончания процесса в реакционную массу загружали воду. При этом происходил гидролиз остаточной соли *p*-толуидина с образованием непрореагировавшего *p*-толуидина и гидроксида тетраметиламмония. Для нейтрализации избыточной щелочности реакционной массы и, высвобождение катализатора гидроксида тетраметиламмония в виде хлорида тетраметиламмония, в реакционную массу постепенно добавляли соляную кислоту до значения pH 6,5–7,0.

В ходе проведения процесса наблюдалось постепенное окрашивание реакционной смеси до темного коричневого цвета. Появление окраски в реакционной массе свидетельствует о протекании реакции и

образовании продуктов реакции. По результатам тонкослойной хроматографии в реакционной массе кроме непрореагировавшего *n*-толуидина обнаружено два продукта реакции, предположительно 4-метил-4'-нитрозодифениламина и 3-метил-4'-нитродифениламина.

### Список литературы

1. James M. Allman, James K. Bashkin, Roger K. Rains, Michael K. Stern. // Pat. USA №5608111, 1995.
2. Бочкарев В.В., Бондалетов В.Г., Юдина А.Н., Ларионова Л. Ф. // Патент РФ. №2369595, 2009.

---

## Обеззараживание воды наносекундным электронным пучком

А.А. Курилова, А.В. Полосков  
Научный руководитель – к.м.н., доцент М.В. Чубик  
*Томский политехнический университет*  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, [tpu@tpu.ru](mailto:tpu@tpu.ru)

На сегодняшний день все более остро встает проблема обеззараживания сточных вод. Это связано с перенаселением планеты и, как следствие, с ростом потребления пресной воды (0,5–2% в год) [1]. Сброс неочищенных сточных вод в водные источники приводит к микробиологическим загрязнениям. В условиях роста микробной загрязненности воды, методов обеззараживания, применяемых на сегодняшний день, в скором времени будет недостаточно.

Бактерицидный эффект ионизирующего излучения (ИИ) обеспечивается его прямым (физическим) и косвенным (химическим) действием. При движении излучения через вещество, кроме ионизации и возбуждения, имеет место разрыв молекулярных связей, что приводит к поражению биологических тканей. Косвенное же действие ИИ обуславливается тем, что под его воздействием в воде образуются свободные радикалы, которые интенсивно реагируют друг с другом и с молекулами вещества [2]. Учитывая, что нас интересует обеззараживание воды, данный механизм приобретает дополнительную значимость.

В настоящее время известен эффективный способ обеззараживания вод воздействием непрерывного ионизирующего излучения. Однако в этом случае облучение всего объема очищаемой воды приводит к увеличению мощности источника ионизирующего излучения и усложняет защиту от него обслуживающего персонала. Импульсное же излучение имеет ряд преимуществ перед непрерывным. Во-первых, его использо-