

биологических объектов. Количество иммобилизованного гепарина и толуидинового синего оценивали методом фотометрии на спектрофотометре Evolution 6000.

Разнообразие сорбционных центров в объеме ПММ обуславливает целый комплекс взаимодействий сорбент–сорбат, среди которых основными являются взаимодействия с образованием водородных связей, электростатические и гидрофобные [1–3]. Относительный вклад каждого из типов связывания зависит от химической природы сорбируемых молекул или ионов. Экстракционный механизм, основан на предположении, что ПММ может выступать в роли твердого полимерного экстрагента. В соответствии с этим механизмом, органические молекулы сорбируются посредством растворения в гидрофобном полимерном материале.

Изучена сорбция нейтральной и ионной форм толуидинового синего из водного раствора в зависимости от его концентрации. Рассчитаны значения сорбционной емкости, коэффициента равновесия и степени извлечения. Молекулярная форма толуидинового синего сорбируется ПММ количественно за 15–20 мин, степень извлечения ионной формы составляет 40%. При

этом сорбционное равновесие устанавливается за 30 мин.

Показано, что в области низких концентраций ( $<10^{-5}$  М) нейтральная и ионная формы толуидинового синего могут быть сорбированы полностью. При концентрации свыше  $10^{-4}$  М ионная форма толуидинового синего сорбируется на 50%, в молекулярной форме извлечение выше и незначительно отличается от полной сорбции.

Чувствительный полимерный элемент, содержащий иммобилизованный толуидиновый синий, использовали для определения гепарина в растворах с концентрациями 50–210 мкг/л. Показано, что пределы обнаружения могут быть снижены на порядок при увеличении объема раствора на стадии сорбции и, соответственно, увеличения объема чувствительного элемента.

При концентрациях свыше  $10^{-4}$  моль/г возможно визуальное полуколичественное детектирование гепарина в растворе по снижению и исчезновению окраски толуидинового синего в ПММ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда грант № 14-19-00926.

### Список литературы

1. Гавриленко Н.А., Саранчина Н.В. // Журн. аналит. химии, 2009.– Т.64.– №3.– С.243. (Gavrilenko N.A., Saranchina N.V. // J. Analyt. Chem., 2009.– Vol.64.– №3.– P.226.)
2. Гавриленко Н.А., Саранчина Н.В., Гавриленко М.А. // Журн. аналит. химии, 2015.– Т.70.– №12.– С.1283. (Gavrilenko N.A., Saranchina N.V., Gavrilenko M.A. // J. Analyt. Chem., 2015.– Vol.70.– №12.– P.1475.)
3. Gavrilenko M.A., Kirsanova I.V., Gavrilenko N.A., Gazieva E.A. // Procedia Chemistry, 2015.– Vol.15.– P.21.

## ПОЛУЧЕНИЕ ОКИСЛЕННЫХ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ НА ОСНОВЕ ФРАКЦИИ С<sub>9</sub>

Ю.Р. Попова

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.И. Бондалетова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, mikado@sibmail.com

В химической промышленности при пиролизе нефти, наряду с целевыми продуктами образуются вторичные продукты переработки – жидкие продукты переработки (ЖПП), целесообразное использование которых ведет к безотходному производству. Одно из основных направлений переработки ЖПП – синтез нефтеполимерных смол (НПС), который осуществляют полимеризацией непредельных углеводоро-

дов, содержащихся в исходном сырье. В качестве исходного сырья для синтеза НПС используют различные фракции жидких продуктов пиролиза нефтяного сырья, содержащие непредельные углеводороды, а также некоторые продукты каталитического и термического крекинга. Нефтеполимерные смолы как особый класс низкомолекулярных синтетических смол, обладающих уникальными физико-химическими свойствами,

в отечественной и зарубежной практике находят широкое применение в лакокрасочной промышленности не только в качестве заменителей пищевых (растительных масел), но и продуктов природного происхождения (канифоли) [1]. НПС способны заменить в промышленности дорогостоящее растительное сырье, что объясняется широкой и доступной сырьевой базой и низкими затратами на их производство, тем самым снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. Специфика применения НПС обусловлена их способностью к пленкообразованию, а также высокими температурами размягчения и совместимостью с окисленным растительным маслом. Но из-за отсутствия в структуре функциональных групп, для НПС характерна низкая адгезия. Для улучшения характеристик НПС их модифицируют, путем введения функциональных групп, способных увеличивать скорость формирования покрытий и улучшать свойства НПС [2].

Целью настоящей работы является исследование модификации НПС на основе фракции  $C_9$  перекисью водорода  $H_2O_2$  в условиях межфазного катализа.

В качестве исходной фракции для получения НПС взята фракция  $C_9$  с температурой выкипания 115–200 °С жидких продуктов пиролиза прямогонного бензина, представляющая собой смесь ароматических и непредельных углеводородов.

Окисление проводили пероксидом водорода под действием катализатора молибдата аммония  $(NH_4)_2MoO_4$  и  $(C_4H_9)_4Ni$ . Пероксид водорода в количестве 7% от массы смолы загружали с помощью капельной воронки. Процесс вели в те-

**Таблица 1.** Характеристики исходной (НПС $_{C_9}$ ) и модифицированной смол (ОНПС $_{C_9}$ )

Показатели	НПС $_{C_9}$	ОНПС $_{C_9}$
Кислотное число, мг/г	3	4,3
Бромное число, г/100 г	24,4	22,7
Эпоксидное число, %	1,12	1,35

чении 1,5 часов при температуре 80 °С.

В результате исследования замечено, что значения кислотного и эпоксидного чисел модифицированной смолы, найденные по методике [3], увеличиваются, а бромного уменьшаются. Снижение бромного числа говорит о том, что окисление идет по двойным связям.

Значение кислотного числа исходной НПС $_{C_9}$  равно 3 мг/г, свидетельствует о том, что данная смола при хранении окислялась под действием кислорода воздуха.

Для доказательства модификации были исследованы ИК-спектры образцов, к сожалению, не позволяющие в полной мере оценить проведенную модификацию.

Таким образом, выбранные условия окисления не позволяют значительно увеличить количество полярных групп. Однако, технические показатели модифицированной смолы (адгезия, прочность при изгибе) превышают показатели исходной смолы. В дополнение следует отметить, что получение и модификация НПС являются перспективным направлением утилизации отходов и побочных продуктов нефтехимических производств, что позволяет решать вопросы удешевления дорогого растительного сырья и вопросы повышения экологичности производства.

### Список литературы

1. Думский Ю.В., Но Б.И., Бутов Г.М. *Химия и технология нефтеполимерных смол.* – М.: Химия, 1999. – 312с.
2. Фитерер Е.П., Бондалетов В.Г., Бондалетова Л.И. // *Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология*, 2004. – Т.47. – №1. – С.127–130.
3. Одабабян Г.В. *Лабораторный практикум по химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза.* – М.: Химия, 1982. – 240с.