

способам утилизации. К тому же изделия из ПВХ со сложным композиционным составом затрудняют переработку и переплавку в результате разнообразных технологических свойств и изменений, происходящих с добавками, входящими в состав полимера. Некоторые из них разрушаются, если материал подвергнуть вторичной переработке. Результаты данных исследований могут быть использованы для целей экологической сертификации, экологической маркировки, учитывающей дальнейшую переработку изделий из ПВХ и для замены в производстве одних полимерных композиций другими, обладающими наименьшим воздействием на окружающую среду на последнем этапе жизненного цикла.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сыркина И.Г., Трегер Ю.А. Поливинилхлорид: настоящее и будущее // Экология и промышленность России. — 2000. — №6. — С.29-31.
2. Сыркина И.Г., Трегер Ю.А. Вопросы безопасности поливинилхлорида // Экология и промышленность России. — 2000. — №3. — С.15-16.
3. Дмитриев М.Т., Растяпников Е.Г. и др. Гигиеническая оценка деструкции поливинилхлорида при экструзии // Гигиена и санитария. — 1986. — №4. — С.26-29.
4. Щеглов П.П., Иванников В.Л. Пожароопасность полимерных материалов. М.: Стройиздат, 1992. — 110с.

УДК 628.3:669.018.674

Л.А. Шибека, В.Н. Марцуль  
(УО БГТУ, г. Минск)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Ионообменные материалы нашли широкое применение в технике защиты окружающей среды при очистке сточных вод и газовых выбросов. Из используемых на практике ионообменных материалов наиболее распространенными являются синтетические иониты, которые получают методами сополимеризации и сополиконденсации мономеров, путем полимераналогичных превращений. Одним из перспективных направлений синтеза ионитов является проведение интерполимерных реакций в растворах полимеров, способных образовывать полиэлектролитные комплексы (ПЭК). Использование этого метода может обеспечить получение ионообменных материалов, характеризующихся разнообразными свойствами в части содержания функциональных групп. Интерес в плане получения ионитов

прежде всего представляют пары полиэлектролитов, которые обеспечивают образование нерастворимых, химически стойких поликомплексов. Этим способом можно получать полиамфолиты, которые содержат как сильно кислотные, так и сильно основные функциональные группы, что весьма сложно сделать при синтезе ионитов вышеперечисленными способами. Важным достоинством этого способа получения ионитов является возможность использования полимерных отходов некоторых производств, содержащих белки, углеводы, гуминовые вещества и другие полимеры, представляющие собой полиэлектролиты. Помимо этого для ПЭК характерна высокая скорость ионного обмена, которая может быть обусловлена устранением некоторых стадий (диффузии в пленке жидкости или зерне ионита), так как полиэлектролитный комплекс можно получать непосредственно в объеме очищаемой воды [1].

В работе изучены свойства полиэлектролитного комплекса, образованного поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлоридом и натриевыми солями лигносульфоновых кислот, которые являются отходами производства целлюлозы по сульфитному способу.

Поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорид (ПДМДААХ) представляет собой четвертичную аммонийную соль - продукт радикальной полимеризации мономеров хлористого аллила и диметиламина в щелочной среде при нагревании. Образующийся при радикальной полимеризации линейный полимер включает последовательно соединенные пятичленные гетероструктурные единицы, степень циклизации более 90 %. Возможно наличие небольшого количества линейных разветвлений.

Лигносульфонаты (ЛС-Na) – нелинейные полимеры, макромолекулы которых имеют трехмерную, сплетенную в сетку структуру. Они несут сильнополярные сульфокислые группы, способные к диссоциации. Это поперечно сшитые набухающие полиэлектролиты [2].

В работе исследовались ионообменные свойства полиэлектролитного комплекса методом сравнительного потенциометрического титрования раствора хлорида натрия в присутствии и в отсутствии ПЭК растворами кислоты или щелочи, по результатам которого были построены кривые титрования, рассчитана потенциальная ионообменная емкость ПЭК и величина степени превращения интерполимерной реакции. Исследования проводили для поликомплекса, образованного поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлоридом и натриевыми солями лигносульфоновых кислот при массовом соотношении реагентов 1:2, 1:3, 1:4 соответственно. Исследования проводились в диапазоне pH раствора 2,0–12,6. На основании полученных данных были построены кривые титрования и произведен расчет потенциальной катионообменной и анионообменной емкости. Установлено, что обменная емкость сильно зависит от pH раствора. Заметно изменение ионообменной емкости

сти наблюдается в интервале рН 3,0–3,5 и 7,0–8,0. Анионообменная емкость имеет максимальное значение в диапазоне рН 2,0–4,0 и достигает 1,1 мг-экв/г. Максимальная потенциальная катионообменная емкость полиэлектролитного комплекса, оцениваемая по содержанию функциональных групп, способных к диссоциации по кислотному типу, составляет 2,3 мг-экв/г. Полученные данные использовались для расчета величины степени превращения и построения рН-профилей исследуемой реакции [3,4]. Величина степени превращения характеризует долю образовавшихся межмакромолекулярных солевых связей от максимально возможного их количества. Исследования показывают, что величина обменной емкости сильно зависит от степени превращения. Установлено, что одновременно с сульфогруппами в диапазоне рН 3,5–6,5 в кооперативном взаимодействии с ПДМДААХ участвуют карбоксильные, а при рН > 7,0 и гидроксильные группы. Также выявлено, что при определении глубины превращения наряду с общей необходимо определять глубину превращения для каждой функциональной группы (сульфоксильной, гидроксильной, карбоксильной) в отдельности. С целью определения возможностей применения полиэлектролитных комплексов для очистки сточных вод, содержащих тяжелые металлы, проведены исследования по определению сорбционной емкости поликомплекса по меди и никелю для ПЭК с массовым соотношением реагентов ПДМДААХ:ЛС-Na = 1:4. Исследования проводили в диапазоне концентраций металла 0,65–6,00 г/л; рН раствора 3–4. Установлено, что максимальная сорбционная емкость ПЭК по меди составляет 2,21 мг-экв/г, по никелю 0,71 мг-экв/г. Большая емкость поликомплекса по меди обусловлена специфической сорбцией ионов как за счет ионного обмена, так и по другим механизмам [5]. Известно, что полиэлектролитный комплекс исследуемого состава является эффективным коагулянтом микрогетерогенных дисперсных систем [6]. Поэтому его можно рекомендовать для использования в качестве реагента комплексного действия при очистке сточных вод сложного состава.

Для оценки возможностей извлечения уловленных металлов и регенерации поликомплекса проведены исследования по экстракции ионов никеля и меди из ПЭК. Эти сведения несут информацию о механизме связывания тяжелых металлов с полиэлектролитным комплексом. Экстракцию металлов проводили дистиллированной водой и растворами хлороводородной кислоты концентрацией 1, 4, 8 и 10 % мас. Установлено, что ионы никеля полностью вымываются из ПЭК раствором HCl с концентрацией 4 % мас., в то время как 10 % мас. HCl удается извлечь лишь 45,7 % ионов меди, сорбированной поликомплексом. Полученные данные позволяют говорить о возможности связывания ионов меди не только по механизму ионного

обмена, но и за счет координационного взаимодействия с участием свободных функциональных групп поликомплексов.

Результаты исследований показывают, что полиэлектролитный комплекс, представляющий собой продукт интерполимерной реакции между поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлоридом и натриевыми солями лигносульфоновых кислот, является весьма перспективным ионообменным материалом, сорбционная емкость которого выше, чем у природных ионитов (цеолиты, глины и др.) и незначительно уступает аналогичному показателю синтетических ионитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989. - 512 с.
2. Чудаков М.И. Промышленное использование лигнина. - М.: Лесная промышленность, 1983. - 200 с.
3. Зезин А.Б., Кабанов В.А. Новый класс комплексных водорастворимых полиэлектролитов // Успехи химии.-1982.-Т. LI.- Вып. 9. - С. 1447-1482.
4. Шульга Г.М., Зезин А.Б., Каложная Р.И., Можейко Л.Н., Рекнер Ф.В. Полиэлектролитные комплексы на основе лигносульфонатов и их поведение в водно-солевых средах // Химия древесины.-1981.- №2. - С.63-67.
5. Интерполимерные комплексы // Тезисы докладов 2-й Всесоюзной конференции. - Рига, 1989. - 472 с.
6. Марцуль В.Н., Капориков В.П., Жарская Т.А., Шибек Л.А. Очистка сточных вод микрогетерогенных примесей полиэлектролитными комплексами // Белорусско-польский научно-практический семинар, 11-13 сентября 2001 г., Белосток, Республика Польша // Тез. докл. - Мн., 2001. - С. 129-130.

УДК 666.1:621.9.025.7.004.8

И.И. Курило, И.М. Жарский  
(УО БГТУ, г. Минск)

#### ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКУПЕРИРОВАННЫХ АЛМАЗОВ

Проблемы рационального использования имеющихся сырьевых ресурсов, высокая стоимость и дефицитность сверхтвердых материалов, зна-