

УДК 678.664+667.613.5

Пенополиуретаны на основе природных растительных масел

И.В. Янович¹, Е.Р. Ахранович¹, Л.А. Марковская¹, Г.В. Дударенко¹, Ю.А. Будаш², Ю.В. Савельев¹

¹Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины
48, Харьковское шоссе, Киев, 02160, Украина

²Киевский национальный университет технологий и дизайна
2, ул. Немировича-Данченко, Киев, 01011

Получены новые эластичные пенополиуретаны (ППУ) на основе возобновляемого природного сырья. Гидроксилсодержащие реакционноспособные олигомеры на основе безгидроксильных растительных масел (РМ) получены путем их глицеролиза. Состав продуктов реакции глицеролиза изучен методами ИК-спектроскопии и эксклюзионной хроматографии. РМ вводились в ППУ в составе изоцианатных форполимеров. Такой способ введения природных соединений в макроцепь полимера приводит к иницированию процесса деградации материалов, о чем свидетельствуют значительные потери их массы в условиях окружающей среды (8–13 %), в отличие от ППУ не содержащего природных компонентов (2 %). Варьирование природы и содержания растительного компонента дает возможность регулировать морфологические характеристики ячеек, свойства новых ППУ и позволяет эффективно регулировать процесс их деградации.

Ключевые слова: пенополиуретан, возобновляемое сырье, растительное масло, деградация.

Полимерные материалы, отвечающие современным требованиям экологической безопасности и принципам «зеленой химии» – это материалы, разрушающиеся в условиях окружающей среды по окончании их использования, получаемые на основе возобновляемого сырья. При этом функциональные характеристики создаваемых материалов не должны ухудшаться при достижении их способности к деградации [1].

Традиционные эластичные пенополиуретаны (ППУ) производят на основе простых или смеси простых и сложных синтетических олигоэфиров, полученных из нефтехимического сырья [2]. Поскольку запасы нефти и газа исчерпываются и не возобновляются, то необходим поиск альтернативных источников получения исходных веществ для синтеза ППУ. Выходом из данной ситуации может быть использование природных углеводов, а также растительных масел (РМ) или их производных как гидроксилсодержащих веществ. Природные растительные материалы, такие как натуральные волокна, древесина, крахмал и различные масла вызывают все возрастающий интерес в научных исследованиях и промышленном применении. Это связано с рядом их преимуществ: возобновляемость в природе, низкая стоимость и, что особенно важно, – их деградальность.

РМ – пригодный материал с точки зрения

использования их в качестве полиольного сырья для синтеза ППУ. Однако только некоторые РМ (например, касторовое) имеют в своем составе гидроксильные группы и могут использоваться в нативном виде. Большинство же РМ требуют предварительной обработки с целью введения в их структуру необходимых функциональных групп. Наиболее распространенными способами получения олигомеров из РМ для синтеза полимеров есть переэтерификация, аминолит, функционализация двойных связей путем эпоксицирования, изомеризации, гидроформилирования, восстановления и обмена [3–13]. Часто такие манипуляции предусматривают использование токсических реагентов, требуют дополнительных энергетических затрат на выделение и очистку готового продукта. С использованием полученных олигомеров получают полимеры различных классов: полиэстеры, алкидные и эпоксицидные смолы, полиэстерамиды и др.

Ранее нами синтезированы новые ППУ, в которых полисахариды химически включены в структуру макроцепи [14, 15]. Показано, что введение полисахаридов в макроцепь при создании ППУ инициирует процесс деструкции под действием различных факторов окружающей среды, таких как кислотная и щелочная среда, повышенная влажность и температура, плесневые грибы, в первую очередь, рода *Aspergillus* и

Penicillium.

Целью данной работы было создание новых деградирующих пенополиуретанов на основе возобновляемого природного сырья – растительных масел, исследование влияния природного компонента на их физико-механические свойства и морфологические характеристики ячеек, способности синтезированных пенополиуретанов к деградации путем моделирования процессов, происходящих в окружающей среде.

Экспериментальная часть.

Растительные масла. Касторовое масло (КМ) – триглицерид рицинолевой кислоты (90 %), линолевой и олеиновой кислот (10 %), $n_{D20} = 0,960$, гидроксильное число 150, йодное число 82–90 («Fluka», Индия).

Льняное масло (ЛМ) – триглицерид линолевой (15–30 %), линоленовой (45–60 %) и олеиновой кислот (15–30 %). Содержание насыщенных кислот 10 %. $n_{D20} = 0,930$, йодное число 175–204 («Aldrich», Германия).

Соевое масло (СМ) – триглицерид линолевой (50–57 %), олеиновой (23–29 %) и стеариновой (3–6 %) кислот, $n_{D20} = 0,919$, йодное число 120–141 («Fluka», Нидерланды).

Пальмовое масло (ПМ) – триглицерид пальмитиновой (35–48 %), олеиновой (35–50 %), линолевой (6–13 %), стеариновой (3–7 %) и миримистиновой (0,5–6,0 %) кислот. $n_{D20} = 0,919$, йодное число 50–57 («Fluka», Германия).

Все РМ использовали без дополнительной очистки.

Синтез гидроксилсодержащих реакционноспособных олигомеров (ГРО) на основе РМ. Из разнообразия РМ нами были выбраны СМ, ЛМ и ПМ, как самые доступные. ГРО получали реакцией глицеролиза РМ (СМ, ЛМ или ПМ) при избытке глицерина в среде сухого аргона ($T = 230\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 45\text{ мин.}$, катализатор СаО). Продукт реакции растворяли в диэтиловом эфире, промывали раствором HCl и дистиллированной водой. Раствор ГРО сушили над безводным Na_2SO_4 до полного удаления растворителя.

Синтез изоцианатных форполимеров (ИФП) на основе РМ проводили при нагревании смеси КМ (или продукта глицеролиза РМ) с 2,4,2,6-толуилдиизоцианатом (ТДИ 80/20) при мольном соотношении $\text{ОН:NCO} = 1:2$.

Синтез модельных соединений. По описанной выше методике синтезировали ИФП на основе КМ или ГРО. К полученному ИФП добавляли избыток метанола, выдерживали при постоянном перемешивании до исчезновения свободных NCO-групп. Синтезированные модельные соединения промывали дистиллированной водой и сушили в вакуумном шкафу при давлении 3–4 мм рт. ст. до постоянного веса при температуре 60–65 $^{\circ}\text{C}$.

Синтез ППУ. Для синтеза ППУ использовали: простой полиэфир (ММ = 5003); сложный полиэфир (ММ = 503); катализаторы – октоат олова и ДАБКО; стабилизаторы пены – КЭП-2 – блок-сополимер

полидиметилсилоксана и алкиленоксидов и вазелиновое масло; ТДИ, очищенный вакуумной перегонкой; дистиллированная вода.

В реактор с водой добавляли катализаторы газо- и уретанообразования, стабилизаторы пены и перемешивали. В полученную смесь вносили смесь простого и сложного полиэфиров. После перемешивания и получения гомогенной смеси добавляли изоцианатный компонент, перемешивали до появления пены (2–3 мин.), после чего заливали в формы. Изоцианатным компонентом при получении контрольного образца ППУ (ППУ-матрица) служил ТДИ, при получении ППУ на основе РМ – ИФП.

Таким способом были получены ППУ с содержанием 24–45 % мас. РМ.

Методы исследований.

Кажущуюся плотность (ρ) определяли согласно [16].

Разрушающее напряжение при растяжении (σ) и относительное удлинение в момент разрыва (ϵ) определяли на разрывной машине FU-1000 (Германия) согласно [17]. Образцы ППУ для испытаний имели форму дисков ($d = 25\text{ мм}$, $h = 10\text{ мм}$), приклеенных параллельными плоскостями к металлическим образцам. Скорость движения зажима машины 25 мм/мин. Разрыв образцов происходил по ППУ.

Влагопоглощение (ВП) и паропроницаемость (ПП) определяли согласно [18]. Толщина исследуемых образцов составляла 10 мм.

Количественное определение характеристик ячеек образцов выполняли с помощью метода анализа изображений [19] в программе ImageJ [20]. Для получения цифровых изображений использовали сканирование предварительно контрастированной поверхности среза образцов ППУ. Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета статистического анализа STATISTICA 7 (Statsoft) (демо-версия).

ИК-спектры фиксировали на спектрометре «Tensor-37» с Фурье преобразователем (Tensor FTIR, Bruker) в области 450–4000 см^{-1} методом МНПВО.

ММР ГРО и модельных соединений определяли методом эксклюзионной хроматографии (ЭХ) на жидкостном хроматографе IC-8800 (Dipone), используя бимодальные колонки CN-Zorbax, а в качестве эталона раствор полистирола в ДМФА. Среднюю функциональность ГРО определяли разложением кривой их ММР на сумму Гауссовых распределений и титриметрическим методом.

Исследование деградации ППУ проводили согласно методике, которая позволяет моделировать процессы, происходящие в природных условиях [21]. Исследованные образцы инкубировали в контейнеры с почвой (рН = 7,17; относительная влажность 60 %, $T = 12\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$) на 30 и 60 сут. Определение микрофлоры почвы показало присутствие грибов семейств *Rhizopus*, *Aspergillus* и *Penicillium*. Биологическую активность почвы определяли по интенсивности

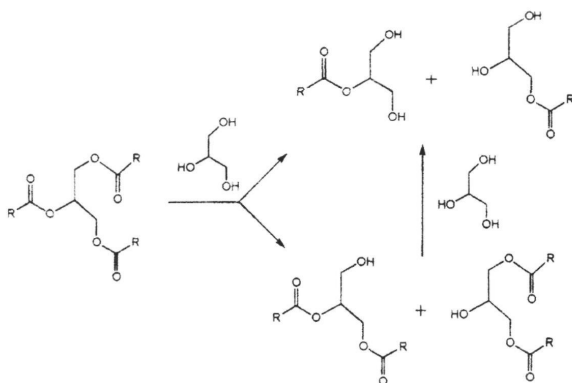
разложения льняного полотна [22]. Скорость деградации контролировали по потере массы образцов через определенные промежутки времени. После извлечения образцов из почвы проводили измерение показателя ее pH.

Действие кислой и щелочной сред определяли, выдерживая образцы ППУ в 0,1 н растворах HCl и KOH в течение 30-ти сут. при температуре 36,6–37,0 °С.

Результаты исследования и их обсуждение.

Технология получения ГРО сводится к проведению переэтерификации РМ глицерином в присутствии катализаторов при температурах, превышающих 220 °С, в атмосфере инертного газа [23]. Основные трудности при проведении процесса глицеролиза: низкая степень гомогенизации исходных продуктов, т.е. взаимное растворение гидрофильного глицерина в гидрофобном триглицериде. Только 4 % глицерина растворится в масле при комнатной температуре, что значительно меньше, нежели количество глицерина, теоретически необходимого для реакции. Растворимость глицерина в масле до 40–50 % достигается только при температуре 250 °С [24].

Глицеролиз триглицеридов протекает двумя обратимыми реакциями с постепенным образованием ди-глицеридов (ДГ) и моноглицеридов (МГ):



Реакцию РМ с глицерином проводили при температуре 230 °С, т.к. при более низких температурах реакция протекает очень медленно, а при более высоких – возможно протекание нежелательных побочных реакций с образованием полиглицеридов.

Очищенные от катализатора и избытка глицерина продукты реакции представляют собой смесь МГ и ДГ высших жирных кислот (ВЖК), о чем свидетельствуют результаты ИК-спектроскопии и ЭХ. Следует отметить, что получение ГРО путем глицеролиза РМ осуществляется без образования побочных продуктов реакции и является безотходным способом производства.

Сравнение ИК-спектров исходных РМ и ГРО на их основе (рис. 1) показало, что в результате глицеролиза масла происходят его химические превращения,

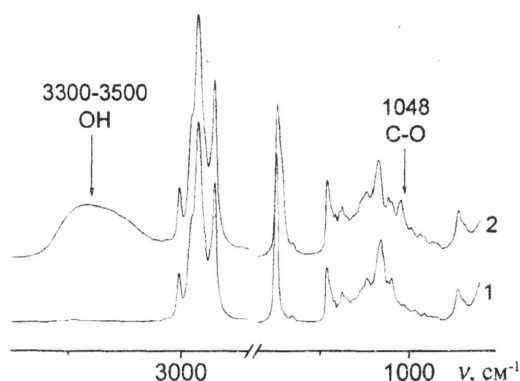


Рис. 1. Фрагменты ИК-спектров исходного СМ (1) и ГРО на его основе (2)

связанные с образованием гидроксильных групп, о чем свидетельствует появление новой широкой полосы (кривая 2) валентных колебаний OH-группы в области 3300–3500 см⁻¹ и полосы валентных колебаний группы С–О–Н с максимумом 1047–1054 см⁻¹.

ИК-спектры других РМ и ГРО идентичны.

Для определения процентного содержания отдельных фракций с различными молекулярными массами (ММ) кривые молекулярно-массового распределения (ММР) ГРО раскладывали на сумму Гауссовых распределений методом наименьших квадратов (рис. 2). Средние значения соответствующих Гауссовых распределений отвечают десятичным логарифмам ММ отдельных фракций.

Процентное содержание отдельных фракций в ГРО представлено в табл. 1. Полученные результаты свидетельствуют о том, что вследствие реакции глицеролиза РМ образуется смесь МГ и ДГ, а средняя функциональность ГРО равна 1,72–1,75. Данные ММР подтверждаются результатами титрования, которое показало аналогичные значения средней функциональности.

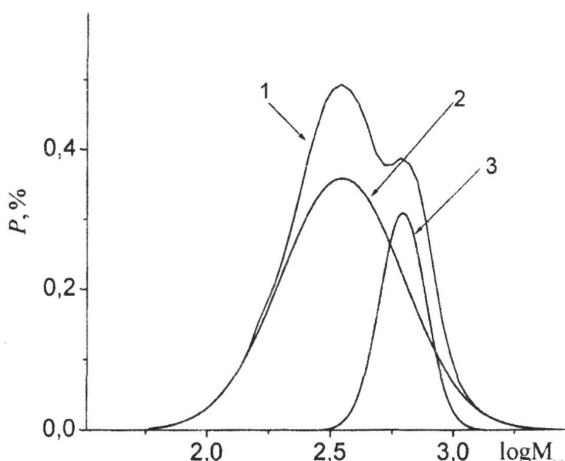


Рис. 2. Кривая ММР (1) продукта глицеролиза СМ, разложенная на сумму Гауссовых распределений методом наименьших квадратов: 2 – МГ; 3 – ДГ

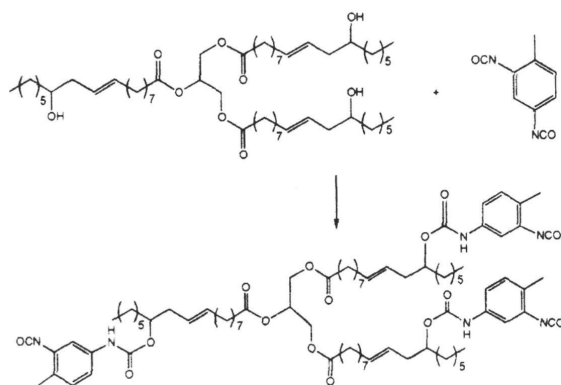
Таблица 1. Состав продуктов глицеролиза РМ

Тип РМ	Содержание		M _n	Средняя функциональность
	МГ, %	ДГ, %		
СМ	75	25	420	1,75
ЛМ	72	28	430	1,72
ПМ	75	25	400	1,75

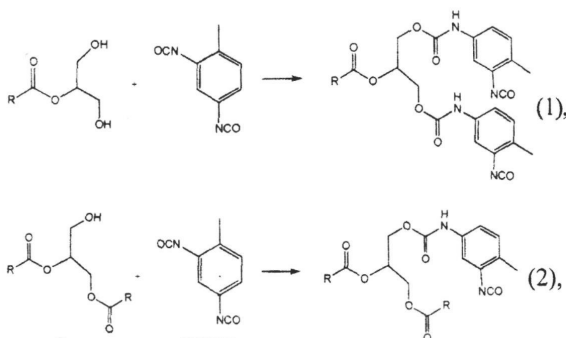
Известно [2], что для производства эластичных ППУ наиболее широко используется ТДИ. Использование ИФП позволяет достичь ряда преимуществ: меньший риск испарения вследствие увеличения ММ; лучшее смешивание компонентов вспененного материала благодаря повышенной плотности; улучшенные свойства благодаря предшествующей реакции несовместимых компонентов; контроль или полное исключение ненужных побочных реакций.

Учитывая преимущества использования ИФП перед ТДИ, нами предложено вводить КМ или ГРО на основе СМ, ЛМ и ПМ в ППУ через стадию синтеза ИФП.

Схему синтеза ИФП на основе КМ можно представить следующим образом:



Как установлено предыдущими исследованиями, полученные нами ГРО представляют собой смесь МГ и ДГ ВЖК. Исходя из этого схемы реакций МГ (1) и ДГ (2) с ТДИ можно представить следующим образом:



где: R – остатки ВЖК.

Полученные таким способом ИФП на основе РМ при комнатных температурах представляют собой

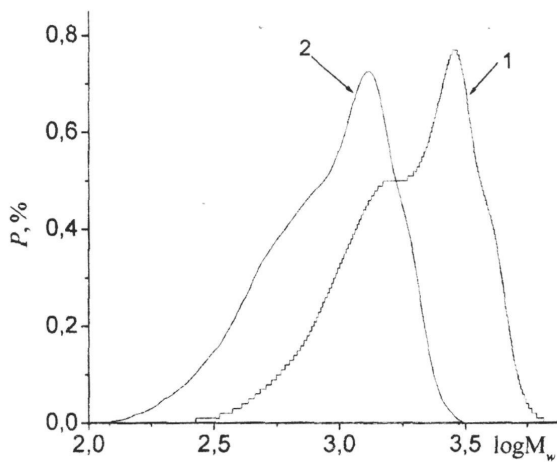


Рис. 3. Кривые ММР продуктов реакции КМ (1) и ГРО на основе СМ (2) с ТДИ

вязкие жидкости, хорошо смешивающиеся с другими компонентами при синтезе ППУ.

Поскольку исходные вещества для синтеза ИФП имеют разный показатель функциональности, то определение средней ММ и ММР методом ЭХ дало возможность установить вероятные структуры молекул, входящих в состав ИФП. Блокирование свободных NCO-групп ИФП проводили метанолом.

Анализ характера полученной кривой ММР четко указывает (рис. 3, кривая 1), что вследствие взаимодействия КМ с ТДИ образуются две фракции с разными ММ. Первая фракция представляет собой продукт взаимодействия одной молекулы КМ с тремя молекулами ТДИ (как показано на схеме синтеза ИФП) и имеет функциональность 3. Вторая фракция – продукт взаимодействия двух молекул КМ с пятью молекулами ТДИ и имеет функциональность 4.

Характер кривой ММР продукта взаимодействия ГРО на основе СМ с ТДИ (рис. 3, кривая 2) свидетельствует о неоднородности по ММ молекул, входящих в состав ИФП. Анализ вероятных структур молекул ИФП и их ММ показывает, что в состав ИФП могут входить молекулы с функциональностью от 1 до 3.

Синтез ППУ на основе природных соединений предусматривает сочетание функциональных свойств ППУ со способностью к деградации под влиянием различных факторов окружающей среды. Введение в структуру макроцепи природных соединений отображается на морфологических характеристиках ячеек и физико-механических показателях полученных ППУ.

Как видно из табл. 2, синтезированные нами ППУ на основе природных соединений сохраняют свои эксплуатационные характеристики на уровне ППУ-матрицы. Обращает на себя внимание резкое увеличение σ ППУ-РМ, в сравнении с ППУ-матрицей оно увеличивается в 1,5–2,0 раза, причем с увеличением

Таблица 2. Свойства ППУ-РМ

РМ и его содержание, % мас.	ρ , кг/м ³	σ , кПа	ε , %	ВП, %	ПП, мг/(см ² ·год)
-	48	183,0	139,3	0,027	3,53
КМ	24	59	302,3	137,1	0,215
	30	68	346,0	136,5	0,246
	45	76	354,0	136,0	0,351
СМ	24	72	349,3	129,6	0,201
ЛМ	24	71	340,7	128,9	0,216
ПМ	24	72	342,0	129,1	0,197

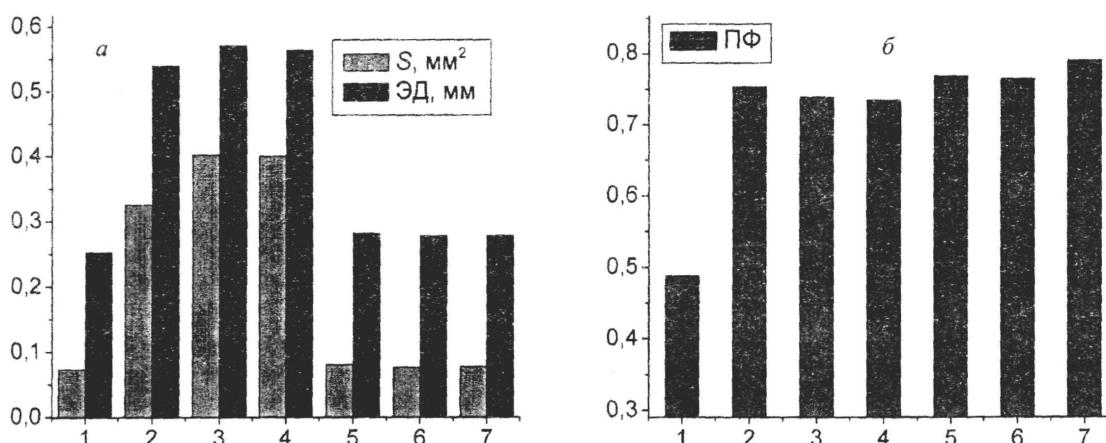


Рис. 4. Диаграммы средних показателей площади, эквивалентного диаметра (а) и показателя формы (б) образцов: ППУ-матрица – 1; ППУ-24%СМ – 2; ППУ-24%ЛМ – 3; ППУ-24%ПМ – 4; ППУ-24%КМ – 5; ППУ-30%КМ – 6 и ППУ-45%КМ – 7

концентрации РМ увеличивается σ . Введение в ППУ РМ практически не изменяет ε , отмечается незначительное уменьшение показателей.

Получены изображения структуры ячеек образцов исходного ППУ, ППУ, содержащего от 24 до 45 % мас. КМ, 24 % мас. ГРО на основе СМ, ЛМ и ПМ. Методом компьютерного анализа изображений были определены статистические показатели ячеек исследованных образцов.

Рассмотрим влияние типа РМ, а также его концентрации на размерные характеристики ячеек и свойства ППУ (рис. 4). Введение всех РМ увеличивает средние значения эквивалентного диаметра (ЭД) и площади (S), причем в наименьшей степени это выражено для КМ (увеличение на 11 %). Увеличение содержания КМ практически не влияет на размеры ячеек. При этом наблюдается рост ρ , что может свидетельствовать об утолщении стенок ячеек. Это влияет на процесс открытия ячеек и сопровождается образованием большего числа закрытых ячеек, что подтверждается уменьшением ПП.

Введение ГРО, независимо от типа используемого для его получения РМ, приводит к резкому увеличению размерных показателей ячеек (~ в 2 раза). Это вызывает увеличение паропроницаемости, несмотря на увеличение кажущейся плотности.

Наличие РМ или их производных в составе ППУ также влияет на форму ячеек. Увеличение размеров ячеек влечет за собой рост показателя формы (ПФ) примерно в 1,5 раза (т.е. ячейки становятся более аннотричными).

Для исследования способности к деградации синтезированные ППУ подвергали действию различных факторов, моделирующих процессы окружающей среды. Для этого образцы ППУ погружали в 0,1 н растворы HCl и KOH (влияние кислой и щелочной среды, соответственно) и инкубировали в почву. Используемая почва имела среднюю биологическую активность, потеря массы льняным полотном (целлюлоза) после 30-суточной выдержки в нем составила 34,6 %. Потеря массы образцами ППУ после действия различных деструктивных факторов приведена в табл. 3.

Результаты исследований показывают, что после действия кислой и щелочной сред, инкубации в почве образцы на основе растительного сырья деградируют гораздо больше, чем образец ППУ-матрица. Действие щелочной среды более выражено для всех образцов ППУ, что связано с большей подверженностью их химических связей щелочному гидролизу. Степень деградации образцов зависит от содержания РМ и не зависит от типа использованного масла. Четко

Таблица 3. Способность к деградации ППУ-РМ

РМ и его содержание, % мас.		Потеря массы после				Изменение pH почвы	
		Гидролиза, %		Инкубирования, %			
		НСИ	КОН	1 мес	3 мес	1 мес	3 мес
-	0	2,34	8,49	2,13	2,15	7,17	7,17
КМ	24	15,01	18,08	5,38	7,74	7,15	7,13
	30	16,35	19,31	7,84	10,05	7,15	7,11
	45	17,56	20,90	9,58	12,69	7,14	7,11
СМ	24	13,76	18,30	6,42	8,37	7,15	7,12
ЛМ	24	13,24	18,84	6,96	8,01	7,14	7,12
ПМ	24	14,00	17,94	7,02	8,48	7,14	7,12

просматривается прямая зависимость величины потери массы образцами от содержания в них растительного сырья. Увеличение содержания РМ приводит к большей степени деградации, что связано с увеличением содержания гидролитически нестабильных сложноэфирных связей.

Анализ результатов исследования способности к деградации полученных ППУ показывает, что уже после 30 сут. инкубации в почве потеря массы образцами, модифицированными РМ, значительно превышает потерю массы образцом ППУ-матрица. С увеличением содержания РМ в ППУ улучшается их способность к деградации. Потеря массы образцами, содержащими РМ (8–13 %) на порядок превышает таковую для ППУ-матрицы (2 %).

Уменьшение показателя pH почвы после инкубирования свидетельствует о наличии в ней органических кислот – продуктов метаболизма микроорганизмов, которые используют инкубированные образцы как источник питания. Это подтверждает предположение о том, что природные углеводы и масла в

составе ППУ инициируют их деградацию в условиях окружающей среды.

Получены новые эластичные пенополиуретаны (ППУ) на основе возобновляемого природного сырья. Гидроксилсодержащие реакционноспособные олигомеры на основе безгидроксильных растительных масел (РМ) получены путем их глицеролиза. Состав продуктов реакции глицеролиза изучен методами ИК-спектроскопии и эксклюзионной хроматографии. РМ вводили в ППУ в составе изоцианатных форполимеров. Такой способ введения природных соединений в макроцепь полимера приводит к инициированию процесса деградации материалов, о чем свидетельствуют значительные потери их массы в условиях окружающей среды (8–13 %), в отличие от ППУ, не содержащего природных компонентов (2 %). Варьирование природы и содержания растительного компонента дает возможность регулировать морфологические характеристики ячеек, свойства новых ППУ и позволяет эффективно регулировать процесс их деградации.

Литература

1. Anastas P., Warner J. Green Chemistry: Theory and Practice. – London: Oxford University Press, 1998. – 144 p.
2. Клемнер Д., Сендиджаревич В. Полимерные пены и технология вспенивания. – Санкт-Петербург: Профессия, 2009. – 600 с.
3. Husic S., Javni I., Petrovic Z. S. // Composites Sci. and Technology. – 2005. – Vol. 65, № 1. – P. 19–25.
4. Sharma V., Kundu P.P. // Progress in Polymer Sci. – 2008. – 33, № 12. – P. 1199–1215.
5. Ahmad S., Ashraf S.M., Sharmin E., Zafar F., Hasnat A. // Original Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials. – 2002. – Vol. 45, № 1–2. – P. 83–88.
6. Guo A., Demydov D., Zhang W., Petrovic Z. S. // J. of Polymers and the Environment. – 2002. – Vol. 10, № 1–2. – P. 49–52.
7. Zou X., Qin T., Wang Y., Huang L., Han Y., Li Y. // Bioresource Technology. – 2012. – Vol. 114. – P. 654–657.
8. Kong X., Liu G., Curtis J. M. // Europ. Polymer J. – 2012. – 48, № 12. – P. 2097–2106.
9. Tanaka R., Hirose S., Hatakeyama H. // Bioresource Technology. – 2008. – 99, № 9. – P. 3810–3816.
10. Tan S., Abraham T., Ference D., Macosko C. W. // Polymer. – 2011. – 52, № 13. – P. 2840–2846.
11. Aranguren M.I., Gonzalez J.F., Mosiewicki M.A. // Polymer Testing. – 2012. – 31, № 1. – P. 7–15.
12. Akbas T., Beker U.G., Guner F.S., Erciyes A.T., Yagci Y. // J. of Applied Polymer Sci. – 2003. – 88, № 10. – P. 2373–2384.
13. Guner F.S., Baranak M., Soytaş S., Erciyes A.T. // Progress in Organic Coatings. – 2004. – 50, № 3. – P. 172–178.
14. Савельев Ю.В., Янович И.В., Ахранович Е.Р., Марковская Л.А., Будащ Ю.В., Савельева О.А. // Доп. НАН України. – 2012. – № 9. – С. 124–130.
15. Янович И.В., Ахранович Е.Р., Марковская Л.А., Бортницкий В.И., Дмитриева Т.В., Савельев Ю.В. // Полімер. журн. – 2012. – 34, № 1. – С. 377–381.

16. ГОСТ 409-77. Пластмассы ячеистые и резины губчатые. Метод определения кажущейся плотности.
 17. ГОСТ 29088-91. Материалы полимерные ячеистые эластичные. Определение условной прочности и относительного удлинения при разрыве.
 18. ГОСТ 22900-78. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения паропроницаемости и влагопоглощения.
 19. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
 20. Image J: Image Processing and Analysis in Java- <http://rsb.info.nih.gov/ij/>
 21. Ермолович О.А., Макаревич А.В., Гончарова Е.П., Власова Г.М. // Биотехнология. – 2005. – № 4. – С. 47-54.
 22. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 320 с.
 23. Sonntag N.O.V. // J. of the American Oil Chemists' Society. – 1982. – 59, № 10. – P. 795-802.
 24. Старух Г.Н., Левицкая С.И., Шистка Д.В., Брей В.В. // Хімія, фізика та технологія поверхні. – 2010. – 1, № 2. – С. 194-199.

Поступила в редакцию 13 марта 2013 г.

Пінополіуретани на основі природних рослинних олій

I.V. Yanovich¹, O.P. Akhramovich¹, L.A. Markovskaya¹, G.V. Dudarenko¹, Yu.O. Budash², Yu.V. Savelyev¹

¹Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
 48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

²Київський національний університет технологій і дизайну
 2, вул. Немировича-Данченка, Київ, 01011

Отримані нові еластичні пінополіуретани (ППУ) на основі відновлюваної природної сировини. Гідроксилвмісні реакційноздатні олігомери на основі безгідроксильних рослинних олій (РО) отримані шляхом їх гліцеролізу. Склад продуктів реакції гліцеролізу досліджено методами ІЧ-спектроскопії та ексклюзійної хроматографії. РО вводили в пінополіуретани у складі ізоціанатних форполімерів. Такий спосіб введення природних сполук у макроланцюг полімеру приводить до ініціювання процесу деградації матеріалів, про що свідчать значні втрати їх маси за умов навколишнього середовища (8–13%), на відміну від ППУ, який не містить природних компонентів (2%). Варіювання природи та вмісту рослинного компонента дає можливість регулювати морфологічні характеристики комірок, властивості нових пінополіуретанів і дає змогу ефективно регулювати процес їх деградації.

Ключові слова: пінополіуретан, відновлювана сировина, рослинна олія, деградація.

Polyurethane foams based on natural vegetable oils

I.V. Yanovich¹, E.R. Akhramovich¹, L.A. Markovskaya¹, G.V. Dudarenko¹, Budash Yu.A.², Yu.V. Savelyev¹

¹Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine
 48, Kharkivske shause., Kyiv, 02160, Ukraine

²Kyiv National University of Technologies and Design
 2, Nemirovich-Danchenko str., Kyiv, 01011, Ukraine

New flexible polyurethane foam based on renewable natural resources has been synthesized. Hydroxyl containing oligomers based free of hydroxyl vegetable oils prepared by the reaction of triglyceride and glycerol. The composition of the reaction products studied by IR spectroscopy and exclusion chromatography. Vegetable oils were introduced into the polyurethane foam in the isocyanate prepolymers. This method of introducing natural compounds leads to the initiation of the degradation of the materials, as evidenced by a significant loss of mass in the environment. Variation of the vegetable components and their concentration of the allows to control the morphological characteristics of the cells, the properties of the new foam and can effectively regulate their degradation.

Keywords: polyurethane foam, renewable resources, vegetable oil, degradation.