

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

3 (71)

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2020 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2020

М. Б. УМЕРЗАКОВА, В. Д. КРАВЦОВА, Р. Б. САРИЕВА

АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Республика Казахстан

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СОПОЛИИМИДОВ С ДОБАВКАМИ АЛКИЛИРОВАННОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА

Аннотация. Методами термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии определены основные термические и механические свойства композиционных пленок на основе арилалициклических сополиимидов с добавками акилированного монтмориллонита, модифицированного полиэтиленгликолем. Композиционные материалы на основе исследуемых модифицированных сополиимидов в сравнении с исходными сополиимидами обладают улучшенными на 4–25°C термическими и на 5–31 МПа прочностными свойствами, при этом эластичность материала не ухудшается. Установлено, что лучшими значениями термоустойчивости ($T_{н.р.} = 430^\circ\text{C}$) и прочности на разрыв (168 МПа) обладает композиционная пленка на основе сополиимида с исходным соотношением диангидридов алициклической и ароматической структуры 90:10 мол%, соответственно, и максимальным содержанием монтмориллонита и полиэтиленгликоля (по 7 мас%). Изучены электрические параметры композиций. Найдено, что по мере добавления в сополиимидную композицию АММ они меняются незначительно.

Ключевые слова: сополиимид, монтмориллонит, полиэтиленгликоль, композиционная пленка, свойства

Полиимидные материалы из диангидридов трициклодецеттетракарбоновых кислот и различных диаминов обладают высокой гидролитической стойкостью, они устойчивы к действию агрессивных сред, паров воды и обладают высоким уровнем электрофизических характеристик [1]. Однако эти полимеры характеризуются более низкой термической стойкостью по сравнению с ароматическими аналогами, которую можно улучшить введением в структуру алициклического гетероцикла звеньев диангидридов ароматических тетракарбоновых кислот в процессе их сополиконденсации с диамином.

Модификация сополиимида природным минералом монтмориллонитом будет способствовать улучшению термических и механических свойств композиционного материала в целом. Это расширяет их применение в таких перспективных отраслях производства как микро- и наноэлектроника, электротехника, интегральная оптика и других оптических технологиях в качестве изделий с хорошими светочувствительными, магнитными, теплопроводящими свойствами, эффективных и избирательных каталитических систем [2-5].

Целью настоящей работы является определение термических и механических свойств новых композиционных материалов на основе сополимеров

арилалициклической структуры с добавками алкилированного монтмориллонита, модифицированного полиэтиленгликолем.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

4,4'-Диаминодифениловый эфир (ДАДФЭ, $T_{пл.} = 188^{\circ}\text{C}$) очищали сублимацией в вакууме (0,8 атм.) при 202°C .

Диангидрид трицикло-(4,2,2,025)дец-7-ен-3,4,9,10-тетракарбоновой кислоты (аддукт бензола, АБ, $T_{пл.} = 348\text{--}350^{\circ}\text{C}$.) очищали предварительной промывкой ацетоном марки «х.ч.» и последующей термообработкой в вакууме (0,8 атм.) при 200°C .

Диангидрид 3,3',4,4'-дифенилоксидтетракарбоновой кислоты (ДФО, $T_{пл.} = 221^{\circ}\text{C}$) очищали возгонкой в вакууме (0,8 атм.) при 230°C .

Диметилацетамид (ДМАА), N-метил-2-пирролидон (МП), диметилформамид (ДМФА), пиридин очищали перегонкой в соответствии с методикой [6].

Сополиимиды синтезировали одностадийной сополиконденсацией диангидридов трициклодеценттетракарбоновой и дифенилоксидтетракарбоновой кислот при исходных соотношениях соответствующих диангидридов 90:10(СПИ1) и 85:15(СПИ2) мол% с 4,4'-диаминодифениловым эфиром в N-метил-2-пирролидоне (43 мас%) в присутствии катализатора пиридина (6 мас%). Процесс проводили при постепенном подъеме температуры от 90 до 140°C , выдерживая при указанных температурах в течение 0,5 и 3,5 ч, соответственно [6].

Исходный (ММ) и алкилированный монтмориллониты (АММ) предоставлены проф. G.W. Beal, Nanophase Research Center (Texas, USA).

Полиэтиленгликоль (ПЭГ) фирмы Aldrich (США) марки «хч» с молекулярной массой 2000, использовали без дополнительной очистки.

Композиции на основе СПИ1 и СПИ2 (43% раствор в МП) с АММ получали механическим методом смешения введением в раствор сополиимида композиционных растворов ПЭГ+АММ (5 и 2 мас% растворы в МП) при различных содержаниях АММ (ПЭГ:АММ = 1:1–0,2 мас%) и перемешиванием смеси в течение 1 ч при 40°C .

Пленки на основе сополиимидов и композиций на их основе с ПЭГ+АММ формировали методом полива соответствующих растворов на стеклянные поверхности; с целью удаления растворителя пленки предварительно высушивали нагреванием в сушильном шкафу при температуре 90°C в течение 0,5 ч, затем проводили дополнительную термообработку в интервале температур $90\text{--}250^{\circ}\text{C}$ в воздушной среде в течение 1 ч.

Термические свойства композиционных пленок определяли методом термогравиметрии (ТГА) и калориметрии (ДСК) соответственно на приборе «Metler Toledo» TGA/SDTA 851c и FP85 TA Cell при постоянной скорости нагрева 4 и $8^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, соответственно.

Механические свойства пленок – прочность на разрыв ($\sigma_{рз}$) и относительное удлинение (ϵ), для образцов размером 10×10 мм², толщиной 0,45–0,55 мкм изучали на разрывной машине Com-Tem Testing Equipment (USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В представленном материале приведены результаты исследований по определению основных физико-механических и термических свойств композиционных пленок на основе СПИ1 (или СПИ2), АММ и ПЭГ.

На рисунке 1 представлены данные термического анализа композиции на основе СПИ1, АММ и ПЭГ. Диаграмма изменения массы образца исследуемой пленки при воздействии температуры отражает процессы, происходящие в композите при нагревании материала. Скачки на кривой ТГА обусловлены изменениями внутренней энергии образца, соответствующие химическим связям компонентов в композиционной смеси.

На начальном участке диаграммы термогравиметрического анализа (рисунок 1), где изменение веса незначительно, происходит выделение из образца остатков воды. Второй участок на кривой ТГА в области от 200 до ~390°С свидетельствует о выделении остатков растворителя из пленки и имидизации недоциклизованных амидокислотных звеньев в алициклическом полиимиде [7].

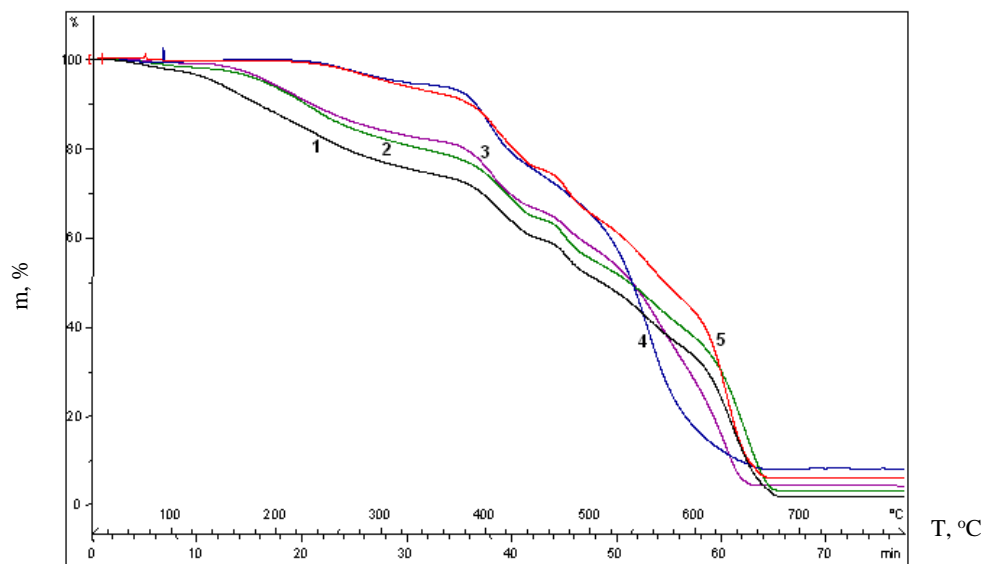


Рисунок 1 – Термогравиметрический анализ пленок на основе композиций СПИ1+7мас%ПЭГ+1,4мас%АММ (1); СПИ1+7мас%ПЭГ+2мас%АММ (2); СПИ1+7мас%ПЭГ+3,5мас%АММ (3); СПИ1 (4); СПИ1+7 мас%ПЭГ+7 мас%АММ (5)

Дальнейшее воздействие температуры на образец приводит к распаду имидных циклов с образованием малеимидных фрагментов и бензола ($T_{н.р.} = 418\text{--}435^\circ\text{C}$). При температурах выше 550°C (при потере массы образца свыше 50%) протекают более глубокие деструктивные процессы, сопровождающиеся выделением CO , CO_2 , H_2O и H_2 [7]. Причем можно заметить, что образец пленки с максимальной концентрацией АММ 7мас% (рисунок 1, кривая 5) в смеси СПИ1+АММ+ПЭГ 50% массы теряет при температуре $\sim 590^\circ\text{C}$, тогда как остальные образцы достигают этого при температуре $520\text{--}550^\circ\text{C}$, а исходный СПИ1 – при 550°C .

В работе также проведены исследования по определению основных термических и физико-механических свойств композиционных пленок на основе СПИ2 и АММ:ПЭГ = 2–3:0,2; 0,5; 0,65; 1 мас%, полученных при оптимальных концентрациях.

На рисунке 2 представлены данные термического и калориметрического анализов композиции на основе СПИ2, АММ и ПЭГ (в качестве совместителя).

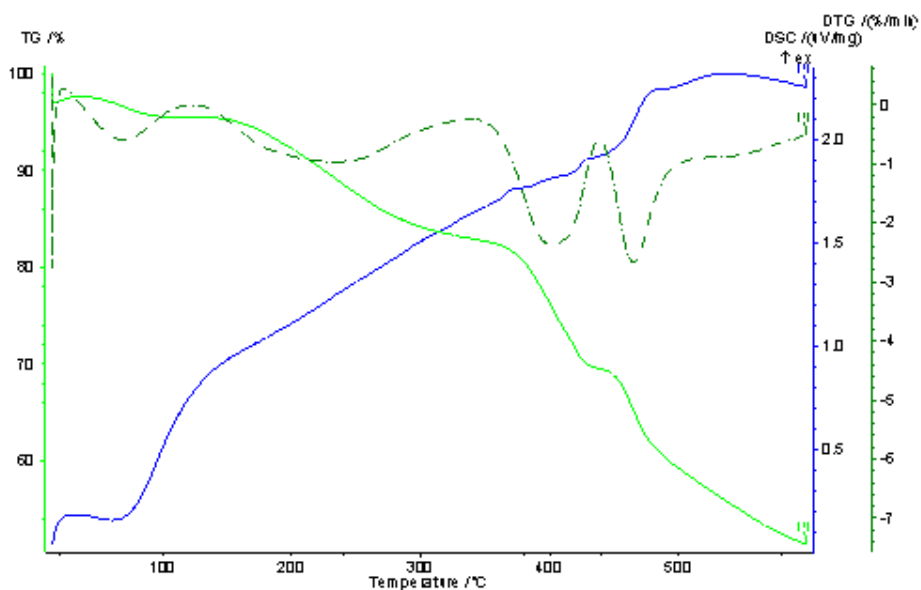


Рисунок 2 – Диаграммы термогравиметрического анализа (TG) пленки на основе СПИ2+1 мас%АММ+2 мас% ПЭГ (I – потеря массы %, T – температура $^\circ\text{C}$), зависимости теплоемкости (DSC) от температуры (T, $^\circ\text{C}$) и дифференциального термического анализа (DTG, - - -)

Термогравиметрия – это динамический метод непрерывного взвешивания образца в зависимости от температуры при постоянной скорости нагрева. Дифференциальный термический анализ (ДТА) представляет собой метод, в котором регистрируется разность температур исследуемого образца и стандартного вещества как функция времени или температуры при нагревании их в идентичных температурных условиях с определенной скоростью.

На рисунке 2 приведена кривая ДТА, отражающая термодеструкцию сополиимидной пленки. Площадь пика между кривой и ординатой массы образца пропорциональна энтальпии образца. Скачок базовой линии, при изменении веса образца, обусловлен изменением его внутренней энергии, которая соответствует химическим связям в полимерах.

Для хода кривой ДСК в этом случае характерно 2 скачка кривой теплоемкости от температуры. Первый с плавным перегибом в интервале температур от 150 до 400°C и второй с резким всплеском при 500°C. Можно предположить, что для соотношения компонентов 1 мас%АММ+2 мас% ПЭГ в композиционной смеси с СПИ2, наблюдается тенденция к уменьшению совместимости в материале, хотя визуально расслоения пленки не происходит. Возможно, совместимость и целостность композиционной пленки обусловлены, в большей степени, частичными сшивками по амидокислотным группам с концевыми гидроксильными группами ПЭГ, протекающим при термообработке. О чем свидетельствует более пологий характер первого перегиба на диаграмме теплоемкости с более широким температурным интервалом. Второй скачок теплоемкости при 500°C соответствует частицам АММ в композиционном материале.

Из вышеприведенных термограмм определены основные термические величины полученных пленок из композиций на основе СПИ1 (или СПИ2), АММ и ПЭГ (таблица). При этом найденные для всех композиционных пленок термические характеристики ($T_{н.р.}$, T_g – температура стеклования) обладают более высокими значениями в сравнении с пленками из соответствующих исходных сополимеров. В таблице также приведены результаты по изучению прочностных и эластичных свойств композиционных материалов. Из анализа таблицы следует, что лучшими термическими и механическими характеристиками (прочность на разрыв $\sigma_{рз.}$; относительное удлинение l) обладают пленки, полученные при исходных соотношениях смеси СПИ1+7мас%ПЭГ+7мас%АММ. Для систем на основе СПИ2, АММ и ПЭГ

Термические и физико-механические свойства композиционных пленок на основе СПИ, АММ и ПЭГ

Пленка на основе композиции, соотношение компонентов, мас.%	T_g , °C	$T_{н.р.}$, °C	$\sigma_{рз.}$, МПа	l , %
СПИ1+1,4АММ+7ПЭГ/ СПИ2+0,2АММ+3ПЭГ	393/385	417/408	145/140	26/27
СПИ1+2АММ+7ПЭГ/ СПИ2+0,5АММ+3ПЭГ	392/387	418/410	158/143	24/25
СПИ1+3,5АММ+7ПЭГ/ СПИ2+0,65АММ+3ПЭГ	390/-	425/412	164/146	22/24
СПИ1+7АММ+7ПЭГ/ СПИ2+1АММ+2ПЭГ	-/-	430/417	168/150	21/23
СПИ1/СПИ2	388/383	405/406	137/138	20/21

лучшие термические и прочностные свойства проявляют композиционные пленки, полученные при исходных соотношениях СПИ2+1мас%АММ+2мас%ПЭГ. Более эластичные пленки на основе СПИ2 наблюдались с меньшим содержанием АММ (0,2; 0,5 мас%). Прочностные свойства пленок исследуемых систем, превышают аналогичные значения исходного сополимера СПИ2.

На основании табличных данных можно сказать, что с увеличением концентрации АММ до 7 мас.% в композиционной смеси СПИ1+АММ+7мас.%ПЭГ термостойкость материала по сравнению с исходным полимером повышается. Это, по-видимому, можно объяснить не только протекающей при воздействии температуры на образец сшивкой по амидокислотным группам сополиимидов с концевыми гидроксильными группами ПЭГ [8], но и введением в полимер увеличивающихся количеств частиц монтмориллонита, приводящих к повышению механических свойств, температуры начала разложения, барьера газопроницаемости [9]. Известно [10], что природный монтмориллонит имеет высокую термическую устойчивость ($T_{н.р.} > 1000^\circ\text{C}$), поэтому увеличение концентрации его частиц в композиционной смеси должно способствовать повышению термостабильности композиционной пленки на основе исследуемых сополиимидов в целом.

Следует подчеркнуть, что в обсуждаемые системы нам удалось ввести максимальное количество частиц алкилированного монтмориллонита (СПИ1 до 7 мас.%, СПИ2 до 1 мас.%) более доступным и технологически перспективным методом – механическим смешением, особо не нарушая совместимость в композиционном материале.

При максимальном содержании двойной смеси АММ+ПЭГ в композиционном материале СПИ1+7АММ+7ПЭГ (СПИ2+1АММ+2ПЭГ) температура стеклования (T_g) отсутствует, что обусловлено морфологией пленки с большим содержанием кристаллических участков [11], которые соответствуют АММ и ПЭГ, обладающих кристаллической структурой [12,13]. Это подтверждается двумя скачками на диаграмме ДСК (рисунок 2 (СПИ2) и 3 (СПИ1)), тогда как для систем с единой температурой стеклования кривая зависимости теплоемкости от температуры имеет один всплеск теплоемкости [11].

Также проведены исследования по определению электрических параметров композиций на основе СПИ1 (или СПИ2), АММ и ПЭГ. Найдено, что от введения в сополиимидную композицию АММ в количестве 0,2–7 мас.% они меняются незначительно: значения тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg } \delta$) составляли 0,003–0,007, диэлектрическая проницаемость 2,96–3,5, пробивное напряжение 155–185 кВ/мм, удельное объемное сопротивление $(2-4) \cdot (10^{-14}-10^{-15})$ Ом·см. Для исходных сополиимидов, например, значения последнего параметра находились в пределах $(2,3-4,4) \cdot 10^{-15}$ Ом·см. С точки зрения суммарной оценки влияния АММ на сополиимид, можно рекомендовать концентрацию природного минерала монтмориллонита до 2 мас.%, так как в этом случае деформационно-прочностные и температурные характеристики находятся на высоком уровне.

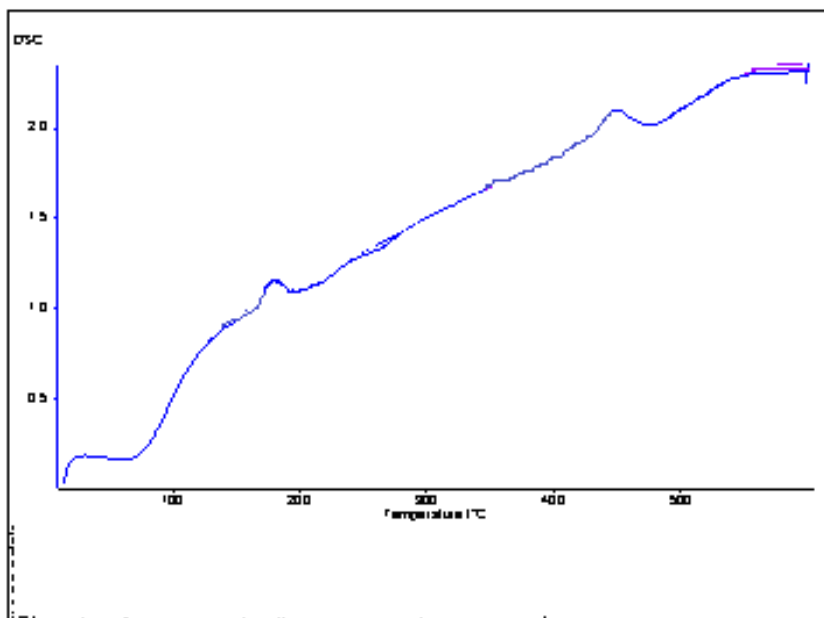


Рисунок 3 – Диаграмма дифференциально-сканирующей калориметрии композиционной пленки на основе СПИ1+7мас% ПЭГ+7мас%АММ; изменение теплоемкости от температуры (DSC), $\nu V = \text{Дж} \cdot 10^3 / \text{мг}$, $\epsilon = d$

Таким образом, в результате проводимых исследований показано, что из композиций на основе СПИ1 (или СПИ2), АММ и ПЭГ получены пленки с улучшенными на 4–25°C термическими и на 5–31 МПа прочностными свойствами по сравнению с исходными сополиимидами, при этом эластичность материала осталась на приемлемом уровне. Определены электрические параметры исследуемых композиций. Найдено, что по мере добавления в сополиимидную композицию АММ они меняются незначительно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Новаков И.А., Орлинсон Б.С., Брунилин Р.Б., Потаенкова Е.А. Растворимые полиимиды и сополиимиды с повышенной гидролитической устойчивостью на основе [(2-амино-) и (2-аминометил)бицикло[2.2.1]гептен-3-ил]анилинов // Высокомолекул. соед. Сер. А, Б. – 2010. – Т. 52, № 10. – С. 1861-1865.
- [2] Cheng C., Cheng H. Effect of reactive channel functional groups and nanocomposite of nanoscale mesoporous silica on properties of polyimide // *Macromolecules*. – 2006. – Vol. 39, No. 22. – P. 7583-7590.
- [3] Трофимов А.Е., Степанов И.С., Теньковец А.В. Новый подход к синтезу органо-неорганических нанокомпозитов // *Журн. прикл. химии*. – 2007. – Т. 80, № 4. – С. 627-631.
- [4] Соколова Ю.А., Шубанов С.М., Кадырин Л.Б., Калугина Е.В. Полимерные нанокомпозиты. Структура. Свойства // *Пласт. массы*. – 2009. – № 3. – С. 18-23.
- [5] Умерзакова М.Б., Исаков Р.М., Кравцова В.Д., Сариева Р.Б., Исмаилова А.Б., Николаева Е.С. Проблемы и пути создания литиевых источников тока // *Химический журнал Казахстана*. – 2014. – № 1. – С. 51-72.

[6] Кравцова В.Д., Умерзакова М.Б., Исаков Р.М., Сариева Р.Б. Получение и исследование пористых полиимидных пленок алициклической и арилалициклической структуры // *Фундаментальные исследования*. – 2017. – № 7. – С. 39-43.

[7] Жубанов Б.А., Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Исаков Р.М., Сариева Р.Б. Полимерные композиции на основе алициклического полиимиды и полиэтиленгликоля // *Журн. прикл. химии*. – 2013. – Т. 86, № 10. – С. 1653-1658.

[8] Крутько Э. Т., Прокопчук Н.Р. Перспективные пути создания новых термостойких материалов на основе полиимидов // *Химия и химическая технология органических веществ, материалов и изделий*. Труды БГТУ. – 2013. – № 4. – С. 145-150.

[9] Reu Ioe, Liao Wen. Caofenzi cailiao kexue yugongcheng // *J. Polym. Mater. Sci. Tehnol.* – 2005. – Vol. 21, No. 3. – P. 40-44.

[10] Микитаев А.К., Каладжанян А.А., Леднев О.Б., Микитаев М.А., Давыдов Э.М. Нанокompозитные полимерные материалы на основе органоглин с повышенной огнестойкостью // *Пласт. массы*. – 2005. – № 4. – С. 36-43.

[11] Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров. – В 2 частях. – М.: Мир, 1983. – Ч. 1. 382 с. – Ч. 2. 479 с.

[12] Краткая химическая энциклопедия. – В 5 томах. – М.: Советская энциклопедия, 1961. – Т. 1. – С. 968.

[13] Энциклопедия полимеров. – В 3 томах. – М.: Советская энциклопедия, 1974. – Т. 2. – С. 431.

REFERENCES

[1] Novakov I.A., Orlinson B.S., Brunilyn R.B., Potaenkova E.A. Rastvorimye poliimidy i sopoliimidy s povyshennoy gidroliticheskoy ustoyichivostyu na osnove [(2-amino)- i (2-aminometil)bitsiklo[2.2.1]hepten-3-il]anilinov // *Vysokomol. soed. Ser. A, B*. 2010. Vol. 52, No. 10. P. 1861-1865.

[2] Cheng C., Cheng H. Effect of reactive channel functional groups and nanocomposite of nanoscale mesoporous silica on properties on properties of polyimide // *Macromolecules*. 2006. Vol. 39, No. 22. P. 7583-7590.

[3] Trofimov A.E., Stepanov I.S., Tenkovets A.V. Novyy podkhod k sintezu organo-neorganicheskikh nanokompозитov // *Zhurn. prikl. khimii*. 2007. Vol. 80, No. 4. P. 627-631.

[4] Sokolova Yu.A., Shubanov S.M., Kadyrin L.B., Kalugina E.V. Polimernye nanokompозity. Struktura. Svoystva // *Plast. massy*. 2009. No. 3. P. 18-23.

[5] Umerzakova M.B., Isakov R.M., Kravtsova V.D., Sarieva R.B., Ismailova A.B., Nikolaeva E.S. Problemy i puti sozdaniya litievyykh istochnikov toka. // *Khim. Zhurn. Kazakhstana*. 2014. No. 1. P. 51-72.

[6] Kravtsova V.D., Umerzakova M.B., Isakov R.M., Sarieva R.B. Poluchenie i issledovanie poristykh poliimidnykh plenok alitsiklicheskoy i arilalitsiklicheskoy syruktury // *Fundamentalnye issledovaniya*. 2017. No. 7. P. 39-43.

[7] Zhubanov B.A., Umerzakova M.B., Kravtsova V.D., Isakov R.M., Sarieva R.B. Polimernye kompozitsii na osnove alitsiklicheskogo poliimida i poliethilenglikolya // *Zhurn. prikl. khimii*. 2013. Vol. 86, No. 10. P. 1653-1658.

[8] Krutko E. T., Prokopchuk N.R. Perspektivnye puti sozdaniya novyykh termostoyikikh materialov na osnove poliimidov // *Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya organicheskikh veshchestv, materialov i izdeleyi*. Tруды БГТУ. 2013. No. 4. P. 145-150.

[9] Reu Ioe, Liao Wen. Caofenzi cailiao kexue yugongcheng // *J. Polym. Mater. Sci. Tehnol.* 2005. Vol. 21, No. 3. P. 40-44.

[10] Mikitaev A.K., Kalazhanyan A.A., Lednev O.B., Mikitaev M.A., Davydov E.M. Nanokompозитные полимерные материалы на основе органоглин с повышенной огнестойкостью // *Пласт. массы*. 2005. No. 4. P. 36-43.

[11] Рабек Я. Экспериментальные методы в полимерной химии. В 2 частях. М.: Мир, 1983. Ч. 1. 382 с. Ч. 2. 479 с.

- [12] *Kratkaya khimicheskaya entsiklopediya. V 5 tomakh. M.: Sovetskaya entsiklopediya, 1961. Vol. 1. P. 968.*
- [13] *Entsiklopediya polimerov. V 3 tomakh. M.: Sovetskaya entsiklopediya, 1974. Vol. 2. P. 431.*

Резюме

М. Б. Өмірзақова, В. Д. Кравцова, Р. Б. Сариева

АЛКИЛДЕНГЕН МОНТМОРИЛЛОНИТ ҚОСЫЛҒАН СОПОЛИИМИД НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Термогравиметриялық талдау және дифференциалды сканерлеу калориметрия әдістерімен полиэтиленгликольмен модифицирленген алкилденген монтмориллонит қосылған арилалициклді сополиимидтер негізіндегі композициялық қабыршақтар негізгі термиялық және механикалық қасиеттері анықталды. Алғашқы сополиимидтермен салыстырғанда зерттелген модифицирленген сополиимидтер негізіндегі композиттік материалдардың термиялық қасиеттері 4–25°C және беріктік қасиеттері 5–31 МПа-ға жақсартылды, ал материалдың икемділігі нашарламайды. Термиялық тұрақтылығы ($T_{ы.б.} = 430^{\circ}\text{C}$) және созылу беріктігінің (168 МПа) ең жақсы мәндері максималды монтмориллонит және полиэтиленгликоль (7 мас%) қосылған алициклді және ароматты дианидридтердің 90:10 мол% алғашқы қатынасындағы сополиимид негізіндегі композитті қабыршақ ие екендігі анықталды. Композициялардың электрлік параметрлері зерттелді. АММ сополиимид құрамына қосылғандықтан, олар шамалы өзгеретіні анықталды.

Түйін сөздер: сополиимид, монтмориллонит, полиэтиленгликоль, композициялық қабыршақ, қасиеттер.

Summary

M. B. Umerzakova, V. D. Kravtsova, R. B. Sarieva

STUDY OF PROPERTIES OF COMPOSITIONS BASED ON COPOLIIMIDES WITH ADDITIVES OF ALKYLATED MONTMORILLONITE

The methods of thermogravimetric analysis and differential scanning calorimetry are used to determine the main thermal and mechanical properties of composite films based on arylalicyclic copolyimides with the addition of alkylated montmorillonite modified with polyethylene glycol. Composite materials based on the studied modified copolyimides in comparison with the initial copolyimides have improved strength properties by 4–25°C and 5–31 MPa, while the elasticity of the material does not deteriorate. It was found that the best values of thermal stability ($T_{s.d.} = 430^{\circ}\text{C}$) and tensile strength (168 MPa) are possessed by a copolyimide composite film with an initial ratio of alicyclic and aromatic dianhydrides of 90:10 mol%, respectively, and the maximum content of montmorillonite and polyethylene glycol (7 wt%). The electrical parameters of the compositions were studied. It was found that as AMMs are added to the copolyimide composition, they change insignificantly.

Keywords: copolyimide, montmorillonite, polyethylene glycol, composite film, properties.