

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»

**2 (70)**

АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2020 г.  
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА  
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ  
2020

М. Б. УМЕРЗАКОВА, В. Д. КРАВЦОВА, Р. Б. САРИЕВА, А. С. ЕСПЕНБЕТОВ

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

## КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ АЛИЦИКЛИЧЕСКОГО СОПОЛИИМИДА И АЛКИЛИРОВАННОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА

**Аннотация.** В работе получены композиционные материалы на основе алициклического сополиимида, алкилированного монтмориллонита и полиэтиленгликоля, улучшающего совместимость компонентов композиции. Методом ИК спектроскопии проанализированы полученные смеси. На основании спектральных исследований и литературных данных сделано предположение о механизме образования композиций. Найден оптимальные концентрации, при которых проявляется наилучшая совместимость компонентов в материале при механическом методе смешения.

**Ключевые слова:** сополиимид, монтмориллонит, полиэтиленгликоль, композиция, пленка.

В настоящее время большой интерес представляют полимерные композиционные материалы с применением различных наполнителей, которые способствуют изменению физико-химических характеристик полимерной основы в определенно заданных направлениях, таких как улучшение термических свойств матрицы, получению биополимеров, проводников, эластомеров и т.д. [1-3]. Композиционные материалы на основе термостойких полиимидов приобретают улучшенные характеристики (механическая, термическая, радиационная и химическая стойкость) при сравнительно небольшой концентрации модифицирующего соединения [4,5].

Целью настоящей работы является получение новых композиционных материалов на основе сополимеров из диангидридов трициклодецентетракарбоновой и дифенилоксидтетракарбоновой кислот и диаминодифенилового эфира с последующей их модификацией введением в полимерную матрицу частиц природного минерала монтмориллонита, способствующего улучшению термических и механических свойств композиционного материала.

Такой подход дает возможность расширения области применения сополиимидных композиционных материалов в таких перспективных отраслях производства как микро- и нанoeлектроника, электротехника, интегральная оптика, а также в других оптических технологиях в качестве изделий с необычными светочувствительными, магнитными, теплопроводящими свойствами, эффективных и избирательных каталитических систем [6].

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

N-метил-2-пирролидон (МП), диметилформамид (ДМФА), пиридин очищали в соответствии методикам [7].

4,4'-диаминодифениловый эфир (ДАДФЭ) очищали сублимацией в вакууме при 210°C и 10<sup>-3</sup> мм рт. ст., T<sub>пл</sub> = 200–202°C.

Диангидриды трицикло-(4,2,2,0<sup>2,5</sup>)дец-7-ен-3,4,9,10-тетракарбоновой (аддукт бензола и малеинового ангидрида, АБ) и 3,3',4,4'-дифенилоксидтетракарбоновых (ДФО) кислот очищали прогреванием в вакууме при 10<sup>-3</sup> мм рт. ст. при температурах 200–230°C, T<sub>пл</sub> = 351°C и T<sub>пл</sub> = 221°C, соответственно [7].

Сополиимиды синтезировали одностадийной сополиконденсацией диангидридов трициклодеценттетракарбоновой и дифенилоксидтетракарбоновой кислот с 4,4'-диаминодифениловым эфиром при исходных соотношениях диангидридов 90:10(СПИ1) и 85:15(СПИ2) мол%, соответственно, в растворе N-метил-2-пирролидона (43 мас%) в присутствии катализатора пиридина (6 мас%). Процесс проводили при постепенном подъеме температуры от 90 до 140 °C, выдерживая при каждой температуре, соответственно, 0,5 и 3,5 ч. [7].

Исходный монтмориллонит (ММ) и алкилированный монтмориллонит (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 мас% 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 концентрациях АММ (ПЭГ:АММ = 1:1–0,2 мас%). Полученную смесь перемешивали в течение 1 ч при 40°C.

Пленки на основе сополиимидов и их композиций 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 ступенчатым подъемом температур от 90 до 140 и 250 °C в воздушной среде в течение 1 ч.

ИК-спектры сополиимидных и композиционных пленок на их основе, а также композиционных растворов и растворов смесей ПЭГ+АММ снимали на ИК-спектрометре «Nicolet 5700» производства Thermo Electron Corporation.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из основных задач при получении композиционных материалов с включением слоистого минерала монтмориллонита является его совместимость с полимерной матрицей. Известно [8], что для создания условий для совместимости минерала с полимером, в частности проникновению (интеркалирование) макромолекул в пространства между силикатными слоями глины, ее предварительно модифицируют, используя поверхностно-активные вещества (ПАВ). Полиэтиленгликоль относится к неионогенным ПАВ, кроме поверхностного заряда на полиоксиэтиленовых блоках имеющего концевые

гидроксильные группы, которые могут образовывать Н-комплексы с остатками амидокислотных групп в сополиимиде, приводящие к получению совместимого композиционного материала [9].

Ранее нами было установлено [10], что ПЭГ в качестве модифицирующей добавки к полиимидной матрице проявляет хорошую совместимость в композиционном материале на основе алициклического полиимида. Из литературных источников также известно, что ПЭГ широко используется для модификации различных соединений кремния для получения полиэлектролитов, применяемых в микроэлектронике [11].

В работе экспериментально установлено, что исходный монтмориллонит, а также его алкилированная форма не растворяются в органических растворителях, в том числе и в N-метил-2-пирролидоне, и не проявляют совместимость к арилалициклическому сополимеру (СПИ1, СПИ2). Ранее в исследованиях [12,13] было показано, что модифицированная органическим кремнийсодержащим соединением (3-аминопропил-3-метоксисиланом) форма алкилированного монтмориллонита даёт возможность использовать её в реакционном методе получения композиционного материала на основе алициклических полиимидов.

Однако, для упрощения метода получения композиционных пленок на основе СПИ1 и СПИ2 в настоящей работе частицы АММ были модифицированы поверхностно-активным веществом ПЭГ.

С целью поиска оптимальной концентрации исходных компонентов получены смеси при различных исходных соотношениях ПЭГ:АММ = 1:1; 1:0,5; 1:0,3; 1:0,2 мас%. Для этого экспериментально в 5% раствор ПЭГ в МП добавляли в сухом виде расчетное количество АММ, при этом выявлена его специфичность растворения в растворе ПЭГ. По мере увеличения содержания АММ полученные растворы смесей меняются от идеального состояния (при 0,2–0,3 мас% АММ) до образования коллоида (0,5–1 мас%). При максимальной концентрации АММ = 1 мас% коллоид проявляется сильнее (раствор приобретает белый оттенок).

Полученные смеси исследовали методом ИК спектроскопии. Из анализа ИК спектров следует, что характеристическая полоса валентных колебаний ПЭГ, соответствующая С-О группам [10], в растворе МП прописывается при  $\nu_{1685}\text{см}^{-1}$  (рисунок 1, 5) и практически не изменяется при небольшой концентрации АММ (0,2 мас%) в композиции –  $\nu_{1682}\text{см}^{-1}$ , (рисунок 1, 4). По мере увеличения концентрации АММ эта полоса претерпевает изменения: при 0,3 мас% АММ характеристическая полоса ПЭГ сдвигается до  $\nu_{1678,7}\text{см}^{-1}$  (рисунок 1, 3); при 0,5 мас% АММ эта полоса уширяется, и сдвиг происходит до  $\nu_{1693,2}\text{см}^{-1}$  (рисунок 1, 2); при эквивалентном соотношении компонентов в растворе (АММ:ПЭГ = 1:1 мас%) характеристическая полоса ПЭГ прописывается в виде дублета в области  $1693,2\text{--}1667,7\text{ см}^{-1}$  (рисунок 1, 1). На основании вышеизложенного можно предположить, что по мере увеличения концентрации АММ происходит интеркаляция (проникновение) ПЭГ в межслоевое пространство природного минерала монтмориллонита.

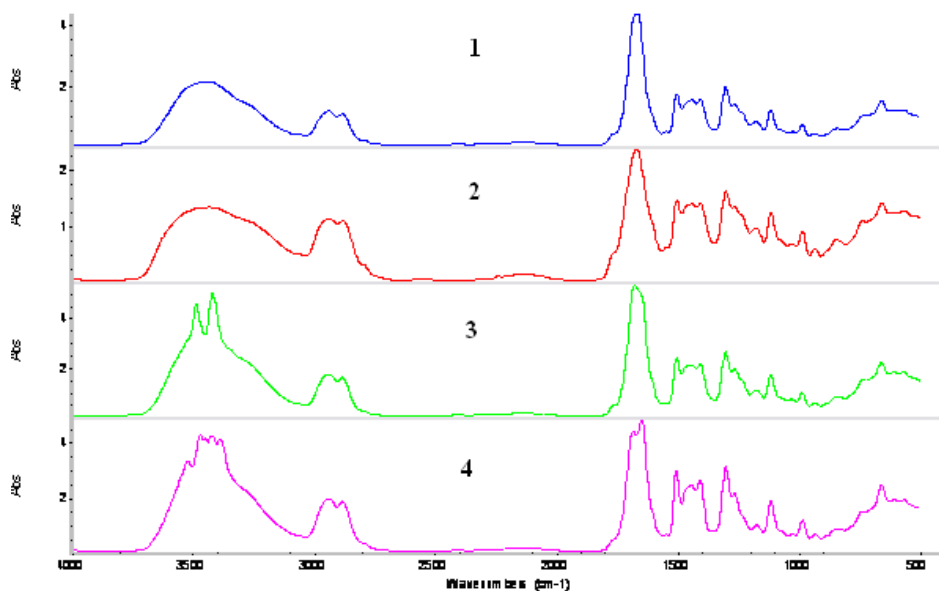


Рисунок 1 – ИК спектры композиций на основе ПЭГ:АММ при различных соотношениях компонентов: 1:1 (1); 1:0,5 (2); 1:0,3 (3); 1:0,2 (4) мас% в растворе (между стеклами КВг)

В пользу того, что происходит проникновение ПЭГ в межслоевое пространство монтмориллонита, а не образование водородных связей в композиции, свидетельствует тот факт, что характеристическая полоса ПЭГ при увеличении содержания АММ сдвигается сначала в низкочастотную область (рисунок 1, 3), затем – в высокочастотную (рисунок 1, 2), а при максимальной концентрации АММ прописывается дублетом (рисунок 1, 1). В отличие от взаимодействия в композиции ПЭГ–алициклический полиимид по Н-связям, где по мере увеличения концентрации комплексообразующего компонента сдвиг характеристических полос в спектрах происходит в одном направлении [10-13].

Таким образом, в присутствии ПЭГ алкилированный монтмориллонит переведен в растворенное состояние, что обусловлено протеканием следующих взаимодействий между данными компонентами: ПЭГ, являющийся поверхностно активным веществом, адсорбируется посредством полярных центров на внутренней и внешней поверхности слоистого силиката, формируя органотфильные слои, тем самым способствуя растворению монтмориллонита и, в конечном итоге, его совместимости с полимером [8].

Смеси различного состава ПЭГ+АММ были добавлены в раствор СПИ1 (43% раствор в МП), затем полученные тройные композиции перемешивали в присутствии ПЭГ как пептизатора (вещество способствующее совместимости компонентов в материале) в течение 1 ч. при 40°C для достижения гомогенного раствора. Более высокие температуры не желательны, так как

при повышении температуры смешения в композиционном растворе возможно гелеобразование в результате межмолекулярных реакций функциональных полимеров СПИ1 и ПЭГ [13]. При пересчете на 100 мас% СПИ1 соотношение ПЭГ:АММ в полученных тройных композициях можно представить следующим образом: ПЭГ:АММ = 7:7; 7:3,5; 7:2; 7:1,4 мас%.

Из полученных смесей на основе СПИ1, ПЭГ и АММ были сформированы композиционные пленки методом полива на стеклянные подложки. Композиционные пленки сушили в термошкафу в воздушной среде при ступенчатом подъеме температуры от 90 до 140 и 250 °С, выдерживая при каждой температуре в течение 0,5 и 1 ч, соответственно.

Композиционные пленки образуются прозрачные с гладкой и ровной поверхностью. При эквивалентном соотношении АММ:ПЭГ = 7:7 мас% в тройной композиции со СПИ1, пленка приобретает белесый оттенок, но при этом частицы ММ в виде отдельных кристаллов не наблюдаются на поверхности композиционной пленки, она гладкая и равная без дефектов, т.е. совместимость компонентов в тройной композиции на основе АММ, ПЭГ и СПИ1 в этом случае несколько уменьшается. Можно предположить, что ПЭГ, частично проникая в АММ, адсорбируется с помощью активных центров на поверхности монтмориллонита [8], и, таким образом, коагуляции АММ на поверхности композиционной пленки не происходит. Благодаря этим процессам в композиционной смеси СПИ1+7мас%ПЭГ+7мас%АММ пленка остается гладкой, ровной, без дефектов, немного с белесым оттенком. При термообработке композиционной пленки (при T=250°C) на основе тройной композиции с небольшой концентрацией АММ в смеси ПЭГ равной 1,4:7 мас%, соответственно, пленки образуются прозрачные, т.е. наблюдается термодинамическая совместимость компонентов композиции. Возможно, в данном случае в результате полного совмещения АММ с ПЭГ частицы монтмориллонита равномерно распределяются в полимерной матрице, и они не препятствуют полной циклизации оставшихся амидокислотных групп в СПИ1.

На следующем этапе проведены исследования по получению композиционных материалов на основе СПИ2 и композиционной смесью ПЭГ+АММ аналогичных составов и метода смешения, используемых для СПИ1. Из полученных растворов композиций на основе СПИ2+ПЭГ+АММ были сформированы пленки, термообработка которых проведена при тех же условиях, как в случае СПИ1. Все пленки независимо от состава расслоились (появляется белесый оттенок) и проявилась хрупкость материала. Можно полагать, что при термообработке в сополиимиде на поверхности пленок появляется избыток смеси АММ+ПЭГ, имеющая большую степень кристалличности, чем исходный сополиимид. По-видимому, количество свободных недоциклизованных амидокислотных групп в сополимере при соотношениях диангидридов АБ:ДФО = 85:15 мас% не достаточно для комплексобразования с двойными смесями составов 7мас.% ПЭГ+1,4–7 мас% АММ.

Методом ТГА было установлено, что содержание кислотных групп в СПИ2 соответствует ~8,9% от массы образца в отличие от алициклического полиимида, где количество кислотных групп достигает 15% [10]. Из этого следует, что в СПИ2 необходимо вводить суммарно менее 8% смеси АММ+ПЭГ.

Для получения термодинамически совместимых композиционных пленок на основе СПИ2, АММ и ПЭГ с учетом вышеприведенных условий, были предварительно сделаны растворы ПЭГ+АММ суммарной концентрации менее 8% от массы СПИ2. Поэтому в 2% раствор ПЭГ в МП сухую навеску АММ добавляли таким образом, чтобы при пересчете на 100 мас% СПИ2 смесь ПЭГ:АММ составляла 2–3 : 0,2–1 мас%, т.е. суммарно не более 4%. Полученные смеси были исследованы спектральным методом. На спектрах композиционных смесей (рисунок 2) видно, что при увеличении концентрации вводимых в СПИ2 компонентов от 0,5мас%АММ+2мас%ПЭГ до 1мас%АММ+3мас%ПЭГ происходит изменение полосы поглощения, относящейся к амидокислотным группам СПИ2. Так, данная полоса при меньшем содержании компонентов прописывается в области  $\nu_{1683,2\text{см}^{-1}}$  одним пиком (рисунок 2, 4), повышение количества приводит к сдвигу и уширению полосы, прописываемой в области  $\nu_{1705-1654\text{см}^{-1}}$  (рисунок 2, 3). Из этого следует, что в реакционном растворе композиций происходит образование Н-комплексов кислотных групп СПИ2 с концевыми гидроксильными группами ПЭГ,

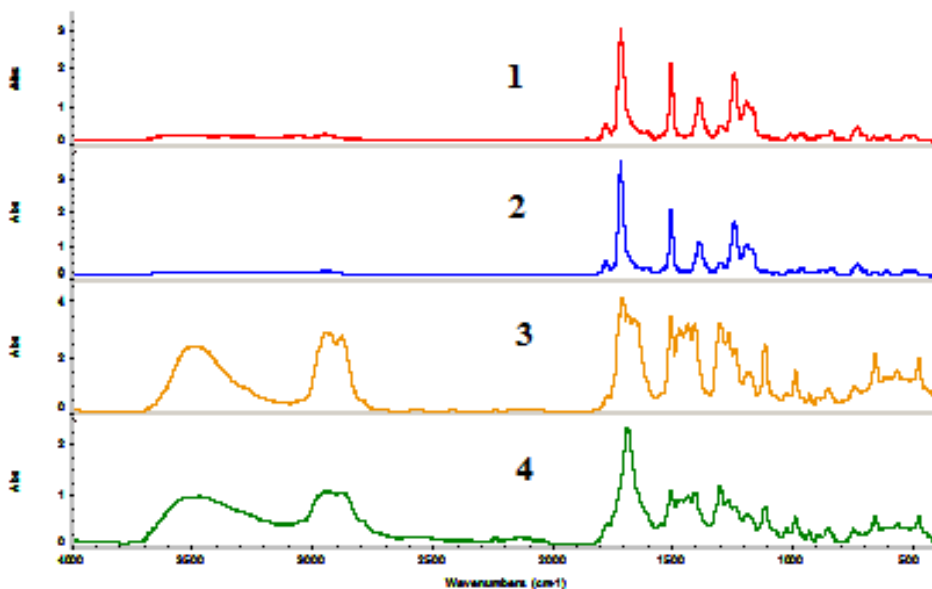


Рисунок 2 – ИК-спектры пленок (термообработанных до 250°C) на основе СПИ2+0,5мас%АММ+2мас%ПЭГ (1); СПИ2+1мас%АММ+3мас%ПЭГ(2) и растворов в МП смесей СПИ2+1мас%АММ+ 3мас%ПЭГ(3); СПИ2+0,5мас%АММ+2мас%ПЭГ(4), между стеклами КВг

адсорбированными посредством полярных центров на внешней поверхности слоистого силиката. Частицы монтмориллонита в данном случае, этому не препятствуют, имея необходимое адсорбированное количество ПЭГ для сохранения растворимости на своих внешних и внутренних (межслоевое пространство) поверхностях.

Из композиционных растворов на основе СПИ2+2–3мас%АММ+0,2–1мас%ПЭГ сформованы прозрачные, гладкие, ровные без дефектов пленки, сохраняющие целостность материала.

Таким образом, получены термодинамически совместимые композиционные пленки механическим методом смешения на основе СПИ1, СПИ2 с АММ+ПЭГ. Найдены оптимальные концентрации двойных смесей, вводимых в сополимер, с наилучшей совместимостью компонентов в материале: для СПИ1 – 1,4мас%АММ+ 7мас%ПЭГ; для СПИ2 – 0,5мас%АММ+2мас%ПЭГ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Герасин В.А., Антипов Е.М., Карбушев В.Г., Карпачева Г.П., Тальрозе Р.В., Кудрявцев Я.В. Новые подходы к созданию гибридных полимерных нанокомпозитов: от конструкционных материалов к высокотехнологичным применениям // Успехи химии. – 2013. – Т. 82, № 4. – С. 393-332.
- [2] Соколова Ю.А., Шубанов С.М., Кадырин Л.Б., Калугина Е.В. Полимерные нанокомпозиты. Структура. Свойства // Пласт. массы. – 2009. – № 3. – С. 18-23.
- [3] Zidi R., Bekri-Abbes I., Srasra E. The effect of monomer and clay proportion on the formation of polypyrrole clay intercalated nanocomposite // Электронная обработка материалов. – 2016. – № 52 (4). – С. 22-29.
- [4] 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, № 22. – P. 7583-7590.
- [5] Юдин В.Е., Светличный В.М. Влияние структуры и формы наночастиц наполнителя на физические свойства полиимидных композитов // Рос. хим. журн. (Журн. Рос. хим. общества им. Д.И. Менделеева). – 2009. – Т. LIII, № 4. – С. 75-87.
- [6] Жубанов Б.А., Кравцова В.Д., Умерзакова М.Б., Сариева Р.Б. Полимерные гибридные композиции // Хим. журн. Казахстана. – 2014. – № 1. – С. 133-149.
- [7] Кравцова В.Д., Умерзакова М.Б., Исаков Р.М., Сариева Р.Б. Получение и исследование пористых полиимидных пленок алициклической и арилатициклической структуры // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 7. – С. 39-43.
- [8] Герасин В.А., Бахов Ф.Н., Мерекалова Н.Д., Королев Ю.М., Зубова Т.Л., Антипов Е.М. Влияние структуры слоя модификатора на совместимость полимеров с модифицированным монтмориллонитом // Инженерно-физический журнал. – 2005. – Т. 78, № 5. – С. 50-55.
- [9] Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технологии. – М.: Изд-во Интеллект, 2009. – 352 с.
- [10] Жубанов Б.А., Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Исаков Р.М., Сариева Р.Б. Полимерные композиции на основе алициклического полиимида и полиэтиленгликоля // Журн. прикл. химии. – 2013. – Т. 86, № 10. – С. 1653-1658.
- [11] 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.



[12] Сариева Р.Б., Исаков Р.М., Умерзакова М.Б., Батырбеков Е.О., Жубанов Б.А. Композиционные пленки на основе алициклического полиимида и природного минерала монтмориллонита // Журн. прикл. химии. – 2011. – Т. 84, вып. 9. – С. 1542-1546.

[13] Сариева Р.Б. Получение композиционных пленок на основе алициклического полиимида с добавками модифицированного монтмориллонита // Хим. журн. Казахстана. – 2010. – № 2. – С. 124-133.

## REFERENCES

[1] Gerasin V.A., Antipov E.M., Karbushev V.G., Carpacheva G.P., Talrose R.V., Kudryavtsev Y.V. Novye podkhody k sozdaniyu gibrnidnykh polimernykh nanokompozitov: ot konstruktсионnykh materialov k vysokotekhnologichnym primeneniyam // Uspekhi khimii. 2013. Vol. 82, No. 4. P. 393-332.

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

[3] Zidi R., Bekri-Abbes I., Srasra E. The effect of monomer and clay investigation on the formation of polypyrrole clay intercalated nanocomposite // Electronic material processing. 2016. No. 52(4). P. 22-29.

[4] 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.

[5] Yudin V.E., Svetlichnyi V.M. Vliyanie struktury i formy nanochastits napolnitelya na fizicheskie svoystva poliimidnykh kompozitov полиимидных // Ros. Khim. Zhurn. (Zhurn. Ros. Khim. Obshchestva imeni D.I. Mendeleeva). 2009. Vol. LIII, No. 4. P. 75-87.

[6] Zhubanov B.A., Kravtsova V.D., Umerzakova M.B., Sarieva R.B. Polimernye hybridnye kompozitsii // Khim. Zhurn. Kazakhstana. 2014. No. 1. P. 133-149.

[7] Kravtsova V.D., Umerzakova M.B., Iskakov R.M., Sarieva R.B. Poluchenie i issledovanie poristyykh poliimidnykh plenok alitsiklicheskoy i arilalitsiklicheskoy syrukturny // Fundamentalnye issledovaniya. 2017. No. 7. P. 39-43.

[8] Gerasin V.A., Bakhov F.N., Merekalova N.D., Korolev Yu.M., Zubova T.L., Antipov E.M. Vliyanie struktury sloya modifikatora ha sovmestimost polimerov s modifitsirovannym montmorillonitom // Inzhenerno-fizicheskiy zhurn. 2005. Vol. 78, No. 5. P. 50-55.

[9] Bazhenov S.L., Berlin A.A., Kulkov A.A., Oshmyan V.G. Polimernye kompozitsionnye materialy. Prochnost i tekhnologii. M.: Izd-vo Intelekt, 2009. 352 p.

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

[11] Umerzakova M.B., Iskakov 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.

[12] Sarieva R.B., Iskakov R.M., Umerzakova M.B., Bатырбеков Е.О., Жубанов Б.А. Композиционные пленки на основе алициклического полиимида и природного минерала монтмориллонита // Zhurn. prikl. khimii. 2011. Vol. 84, vyp. 9. P. 1542-1546.

[13] Sarieva R.B. Poluchenie kompozitsionnykh plenok na osnove alitsiklicheskogo poliimida s dobavkami modifitsirovannogo montmorillonita // Khim. Zhurn. Kazakhstana. 2010. No. 2. P. 124-133.

Резюме

*М. Б. Өмірзақова, В. Д. Кравцова, Р. Б. Сариева, А. С. Еспенбетов*

АЛИЦИКЛДІК СОПОЛИИМИД ЖӘНЕ АЛКИЛДІ МОНТМОРИЛЛОНИТ  
НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИЦИЯЛАР

Жұмыста алициклдік сополиимид, алкилді монтмориллонит және полиэтиленгликоль негізіндегі композиция компоненттерінің үйлесімділігін жақсартатын композициялық материалдар алынды. ИК-спектроскопия әдісімен алынған қоспалар талданды. Спектрлік зерттеулер мен әдеби мәліметтер негізінде композицияларды алу механизмі туралы болжам жасалды. Механикалық араластыру әдісі кезінде материалда компоненттердің ең жақсы үйлесімдігі байқалатын оңтайлы концентрациялар табылды.

**Түйін сөздер:** сополиимид, монтмориллонит, полиэтиленгликоль, композиция, қабыршақ.

Summary

*M. B. Umerzakova, V. D. Kravtsova, R. B. Sariyeva, A. S. Yespenbetov*

COMPOSITIONS BASED ON ALICYCLIC POLYIMIDE  
AND ALKYLATED MONTMORILLONITE

In this work, composite materials based on alicyclic copolyimide, alkylated montmorillonite and polyethylene glycol were obtained, which improves the compatibility of the components of the composition. The resulting mixtures were analyzed using IR spectroscopy. Based on spectral studies and literature data, an assumption is made about the possible mechanism of composition formation. Optimal concentrations are found at which the best compatibility of components in the material is shown by the mechanical method of mixing.

**Keywords:** copolyimide, montmorillonite, polyethylene glycol, composition, film.