

Е.Г. Привалко¹
О.В. Полякова
Ю.В. Тарасенко³

КІНЕТИКА ЗВОРОТНИХ ТА НЕЗВОРОТНИХ ПРОЦЕСІВ НАНОКОМПОЗИТНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПОЛІ-ε-КАПРОЛАКТОНУ

Національний авіаційний університет
просп. Космонавта Комарова, 1, Київ, Україна, 03680
E-mails: ¹elprival@mail.ru; ²tarasenko_julia@bigmir.net

Отримано результати, що мають практичне значення для створення перспективних наноконструктивів на основі полі-ε-капролактону з наперед заданими експлуатаційними характеристиками. Розроблено оптимальну методику одержання полімерних наноконструктивів на основі полі-ε-капролактону та монтморилоніту.

Ключові слова: карбонатотрубки; наноконструктиви; поліпропілен; структуроутворення.

Постановка проблеми

Наноконструктиви на основі термопластичних полімерів та наночастинок неорганічних мінералів є перспективними матеріалами для різних галузей техніки, оскільки за своїм складом вони подібні до традиційно відомих наповнених термопластів (макроконструктивів). Однак на відміну від них, характеризуються поліпшеним комплексом фізико-механічних властивостей.

Аналіз останніх публікацій

Порівняльні дослідження в'язкопружних властивостей в твердому і розплавленому станах уперше дозволили показати принципову подібність властивостей наноконструктивів на основі шаруватих анізотричних наповнювачів [5].

Вивчення особливостей фізико-хімічних властивостей наноконструктивів на основі глинистих природних мінералів (наприклад, монтморилонітів) та полімерів є цікавим з точки зору як поведінки молекул в умовах одностороннього обмеження, так з формування самоорганізованих структур біля зарядженої поверхні [4].

Глинисті мінерали можуть вступати у взаємодію з полярними органічними сполуками, а також в реакції іонного обміну, в результаті яких неорганічні обмінні катіони заміщуються великими органічними.

Характер взаємодії визначається, з одного боку, хімічною природою та молекулярною структурою органічних речовин, а з другого – природою поверхні глинистих мінералів, яка, в свою чергу, пов'язана з особливостями кристалічної будови силікатних шарів [2].

Як правило, для одержання мінерал/полімерних композицій використовують іонні полімери та полімери, макромолекули яких сольвнують

проти іони зарядженої поверхні монтморилонітів [1].

Такі матеріали вважаються перспективними для одержання твердих поліелектролітів [3].

Методику вироблення наноконструктивів на основі полі-ε-капролактону запропоновано для поліпшення фізико-хімічних властивостей щодо їх термостабільності.

Метою роботи є:

- теоретичний аналіз механізмів та кінетики зворотних і незворотних процесів у наноконструктивах на основі шаруватих анізотричних наповнювачів (система полі-ε-капролактон/оргоглина) у циклах охолодження–нагрівання.
- експериментальне дослідження механізму структуроутворення в розплаві;
- установлення механізму структурних перетворень у процесі нагрівання;
- аналіз експериментальних даних згідно з існуючими теоріями.

Експериментальна частина

Як термопластична полімерна матриця використовувався полі-ε-капролактон.

Наповнювачем був монтморилоніт – типовий представник шаруватих силікатів пакетної будови з дуже великим відношенням довжини до товщини (товщина окремої пластини становить 1 нм, довжина – від 100–1000 нм). Використовуваний для приготування досліджуваних наноконструктивів монтморилоніт модифікований органічними іонами з гідрофобними хвостами.

Вихідні компоненти поєднані в обертовому подвійно-гвинтовому екструдері з одержанням наноконструктивів з 2,5; 4,7 і 7,5 мас.% монтморилоніту.

Аналіз досліджуваних нанокомпозитів показує, що збільшення межі міцності і модуля пружності не супроводжується зміною ударної міцності матеріалу, спостережуваною в звичайних наповнених полімерах.

Крім того, розміри неорганічної фази складають близько декількох нанометрів, що менше від довжини хвиль видимої області спектра, і не впливають на прозорість полімерного матеріалу. Більш важливим чинником виявилася температура деформації.

Сфера застосування нанокомпозитних полімерних матеріалів істотно розширюється завдяки підвищенню більш ніж у два рази температури їх деформації порівняно з початковим полі-ε-капролактоном.

Отримані результати мають практичне значення для створення перспективних нанокомпозитів на основі полі-ε-капролактону з наперед заданими експлуатаційними характеристиками.

Створена композиція є значно надійнішою, а спектр її використання надзвичайно широкий.

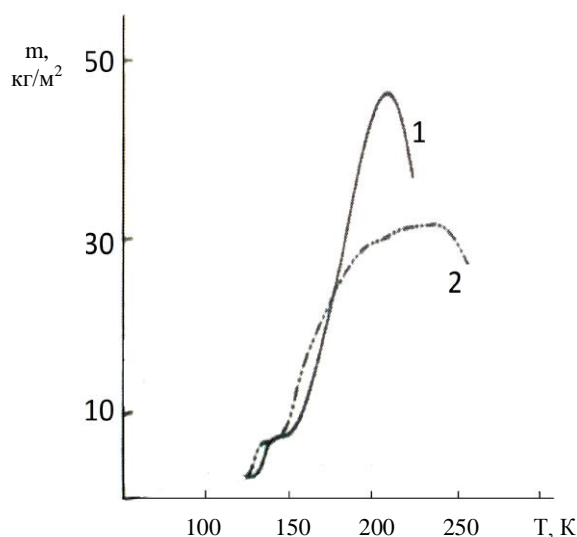
Розв'язання проблеми надійності нанокомпозитів дозволить поліпшити екологічну ситуацію за рахунок заміни дорогих токсичних матеріалів для модифікування полімерних матеріалів.

Було запропоноване використання методу твердофазної спектроскопії ядерно-магнітного резонансу (¹³C) для характеристики одержаних нанокомпозитів. При цьому дані ядерно-магнітного резонансу, об'єднані з даними термографічних випробувань та диференційно скануючої калориметрії, сприяли визначенню структурних відмінностей між гібридами.

Аналогічні результати були отримані для інтеркальованих нанокомпозитів на основі полі-ε-капролактону +5 мас. % монтморилоніту.

Порівняльні результати термографічних випробувань полі-ε-капролактону і його нанокомпозиту, виробленого з малейшованого (+1,5%) полі-ε-капролактону з 4,7 мас. % монтморилоніту, одержаного в розплаві за температури 200°C протягом 10 хв, показано на рисунку.

Аналіз отриманих результатів термографічних випробувань полі-ε-капролактону дозволив визначити загальну тенденцію дворазового зниження швидкості тепловиділення, а також постійності значень сумарного тепловиділення і середньої теплоти згоряння. Характерною особливістю є скорочення періоду індукції займання для всіх нанокомпозитних зразків порівняно з вихідним полімером.



Термогравіметричні випробування полі-ε-капролактону і його нанокомпозиту:
1 – полі-ε-капролактон;
2 – полі-ε-капролактону +4,7 мас.% монтморилоніту

Цей факт може бути безпосередньо пов'язаний або з початковим зменшенням термостабільності системи за рахунок термодеструкції невеликої кількості залишкових алкіламонієвих похідних (250°C) або з каталітичним прискоренням процесу термодеструкції.

Основні фізико-механічні властивості полі-ε-капролактону і його похідного нанокомпозиту, що містить 4,7 мас. % органічно-модифікованого силікату (монтморилоніту), наведено в таблиці.

Властивості полі-ε-капролактону +4,7 мас.% монтморилоніту

Полімерний нанокомпозит	Модуль пружності, ГПа	Ударостійкість, МПа	Температура деформації, °C
полі-ε-капролактон	1,11	68,6	65
полі-ε-капролактон +4,7мас% монтморилоніту	1,87	97,2	152

Аналіз отриманих результатів термографічних випробувань полі-ε-капролактону дозволив визначити загальну тенденцію дворазового зниження швидкості тепловиділення, а також постійності значень сумарного тепловиділення і середньої теплоти згоряння.

Висновки

1. Проведено огляд літератури сучасних уявлень про структуру та властивості полімерних нанокомпозитів.

2. Розроблено оптимальну методику одержання полімерних нанокомпозитів на основі полі-ε-капролактону та монтморилоніту.

3. Створено перспективну полімерну нанокомпозицію на основі полі-ε-капролактону та 4,7 мас. % монтморилоніту.

Література

1. Овчаренко Ф.Д. Гидрофильность глини и глинистых минералов / Ф.Д. Овчаренко. – К.: Изд. АН УССР, 1961. – 292 с.

2. Korobko, A.P.; Penskaya, T.V.; Polyakov, D.K.; Sorina, T.G. 2002. *Proceedings of the 9-th International Conference on Composites Engineering (ICCE-9)*. Cal. USA. 411 p.

3. Privalko, V.P.; Dinzhos, R.V.; Privalko, E.G. 2005. *Enthalpy relaxation in the cooling/heating cycles of polypropylene/organosilica nanocomposites*. I. Non-isothermal crystallization. *Thermochimica Acta*. Vol. 432: 76–82.

4. Privalko, V.P.; Dinzhos, R.V.; Privalko, E.G. 2005. *Enthalpy relaxation in the cooling/heating cycles of polypropylene organosilica nanocomposites*.

II. Melting behavior. *Thermochimica Acta*. Vol. 428: 31–39.

5. Wunderlich, B. 1980. *Crystal Melting*. *Macromolecular Physics*. Vol. 3. New York, Academic Press. 123 p.

References

1. Ovcharenko F. 1961. *Hydrophilic clays and clay minerals*. Kyiv, Ed. Ukrainian Academy of Sciences. 292 p. (in Russian).

2. Korobko, A.P.; Penskaya, T.V.; Polyakov, D.K.; Sorina, T.G. 2002. *Proceedings of the 9-th International Conference on Composites Engineering (ICCE-9)*. Cal. USA. 411 p.

3. Privalko, V.P.; Dinzhos, R.V.; Privalko, E.G. 2005. *Enthalpy relaxation in the cooling/heating cycles of polypropylene/organosilica nanocomposites*. I. Non-isothermal crystallization. *Thermochimica Acta*. Vol. 432: 76–82.

4. Privalko, V.P.; Dinzhos, R.V.; Privalko, E.G. 2005. *Enthalpy relaxation in the cooling/heating cycles of polypropylene organosilica nanocomposites*. II. Melting behavior. *Thermochimica Acta*. Vol. 428: 31–39.

5. Wunderlich, B. 1980. *Crystal Melting*. *Macromolecular Physics*. Vol. 3. New York, Academic Press. 123 p.

Стаття надійшла до редакції 29.05.2013.

Привалко Елеонора Генадіївна. Кандидат хімічних наук. Доцент.

Кафедра хімії та хімічної технології, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Освіта: Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Київ, Україна (1981).

Напрямок наукової діяльності: хімія полімерів.

Кількість публікацій: 150.

E-mail: elprivalk@mail.ru

Полякова Олена Володимирівна. Старший викладач.

Кафедра хімії та хімічної технології, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Освіта: Київський інститут інженерів цивільної авіації, Київ, Україна (1980).

Напрямок наукової діяльності: структурний аналіз палива та композиційні матеріали.

Кількість публікацій: 30.

Тарасенко Юлія Володимирівна. Студентка.

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

Кількість публікацій: 1.

E-mail: tarasenko_julia@bigmir.net.

E. Privalko¹, O. Polakova, J. Tarasenko². Kinetics of reserve and irreversible processes of polymeric nanocomposition on the basis of poli-ε-kaprolakton

National Aviation University, Kosmonavta Komarova avenue, 1, Kyiv, Ukraine, 03680

E-mails: ¹elprival@mail.ru; ²tarasenko_julia@bigmir.net

Receipt results have a practical value for creation perspective nanocomposition on the basis of poli-ε-kaprolakton with the beforehand set operating descriptions. Worked out optimal methods of receipt of polymeric nanocomposition on the basis of poli-ε-kaprolakton and montmorillonit.

Keywords: carbonanotube; gelation; nanocompos; polypropylene.

Privalko Eleanora. Candidate of Chemistry. Associate Professor.

Department of the Chemistry and Chemical Technology, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Education: Kyiv National University of the T. Shevchenko, Kyiv, Ukraine (1981).

Research area: chemistry of polymers.

Publications: 150.

E-mail: elprival@mail.ru

Polakova Olena. Assistant Professor.

Department of the Chemistry and Chemical Technology, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Education: Kiev Institute of Civil Aviation, Kyiv, Ukraine (1980).

Research area: structural analysis of fuel and composition materials.

Publications: 30.

Tarasenko Julia. Student.

National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Publications: 1.

E-mail: tarasenko_julia@bigmir.net

Э.Г. Привалко¹, Е.В. Полякова, Ю.В. Тарасенко². Кинетика оборотных и необоротных процессов нанокompatитных полимерных материалов на основе поли-ε-капролактона

Национальный авиационный университет, просп. Космонавта Комарова, 1, Киев, Украина, 03680

E-mails: ¹elprival@mail.ru; ²tarasenko_julia@bigmir.net

Получены результаты, имеющие практическое значение для создания перспективных нанокompatитов на основе поли-ε-капролактону с заранее заданными эксплуатационными характеристиками. Разработана оптимальная методика получения полимерных нанокompatитов на основе поли-ε-капролактону и монтмориллониту.

Ключевые слова: карбонанотрубки; нанокompatиты; полипропилен; структурообразование.

Привалко Элеонора Геннадиевна. Кандидат химических наук. Доцент.

Кафедра химии и химической технологии, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Образование: Киевский национальный университет им. Т. Шевченка, Киев, Украина (1981).

Направление научной деятельности: химия полимеров.

Количество публикаций: 150.

E-mail: elprival@mail.ru

Полякова Елена Владимировна. Старший преподаватель.

Кафедра химии и химической технологии, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Образование: Киевский институт инженеров гражданской авиации, Киев, Украина (1980).

Направление научной деятельности: структурный анализ топлива и композиционные материалы.

Количество публикаций: 30.

Тарасенко Юлия Владимировна. Студентка.

Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Количество публикаций: 1.

E-mail: tarasenko_julia@bigmir.net