

Антимікробна полімерна композиція на основі поліаміду 12 і полігексаметиленгуанідину дибутилфосфату

С.П. Розальський¹, Т.М. Каменєва¹, Ж.-Ф. Бардо², О.П. Тарасюк¹, С.І. Лобок³, А.І. Вовк¹

¹Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України,
Україна, 02094 Київ, вул. Мурманська, 1; тел.: (044) 559-46-22;

²Університет du Maine, Франція, 72085 Ле-Ман, Ав. О. Messiaen; тел. +33 (0) 2 43 83 26 37;

³Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України,
Україна, 02160 Київ, Харківське шосе, 48; тел.: (044) 559-55-00

Синтезовано водостійкий полімерний біоцид полігексаметиленгуанідин дибутилфосфат (ПГМГ ДБФ). Виявлено антимікробні властивості полімерних композицій на основі поліаміду 12 з масовою часткою ПГМГ ДБФ 2%. Показано, що ПГМГ ДБФ є термічно стійким до 330 °С і має термостабілізуючий вплив на поліамід 12, підвищуючи температуру початку його деструкції на 40 °С. Виявлено антиоксидантні властивості полімерного біоциду ПГМГ ДБФ в модельній системі окиснення бензилового спирту.

Поліаміди (ПА) широко застосовують як конструкційні матеріали в автомобільній і нафтохімічній галузі завдяки поєднанню таких властивостей, як гнучкість, механічна міцність, висока стійкість до стирання, до дії органічних розчинників і нафтопродуктів, низька газопроникність щодо водню, метану, сірководню [1, 2]. Зокрема, ПА-11 і ПА-12 є основними матеріалами для виготовлення паливних цистерн, труб для транспортування води, природного газу, нафтопродуктів, шлангів і патрубків для паливної та гальмівної систем автомобілів [1–5]. Під час контакту ПА з вологим середовищем їх поверхня швидко колонізується шкідливими бактеріями, пліснявою та грибами, які спричиняють появу запахів і плям на поверхні полімерних виробів, а також погіршення фізико-механічних властивостей внаслідок деструкції макромолекул [6, 7]. Для запобігання росту мікроорганізмів на поверхні ПА в них необхідно вводити антимікробні агенти [8–11]. Описано велику кількість органічних біоцидів, які застосовують для надання антимікробних властивостей полімерним виробам [12, 13]. Слід зазначити, що практично всі органічні біоциди мають принаймні один з недоліків, таких, як висока токсичність, недостатня стійкість до міграції з полімерів або до дії води і органічних розчинників [9, 12]. Крім того, високі температури переробки ПА 240–300 °С суттєво обмежують використання органічних біоцидів як антимікробних домішок [11].

На сьогодні найпоширенішими біоцидними домішками для ПА є нанодисперсні часточки срібла та його сполук завдяки своїй здатності генерувати катіони срібла при контакті з вологим середовищем, а також чудовій термічній стійкості та відсутності міграції з полімерних виробів [8–10]. Однак срібловмісні сполуки часто спричиняють забарвлення ПА під час переробки

з розплаву, оскільки мають високу реакційну здатність і взаємодіють з амідними групами полімеру або з іншими полімерними домішками [11]. З цієї причини біоциди на основі срібловмісних наночастинок потребують попереднього капсулювання або стабілізації перед введенням в ПА [9, 11].

Таким чином, важливою практичною проблемою є пошук біоцидних домішок для ПА, які поєднували б у собі широкий спектр антимікробних властивостей, високу термічну стійкість, інертність стосовно полімеру, а також високу стійкість щодо міграції та екстракції з матриці ПА. До найперспективніших слід віднести полімерний біоцид полігексаметиленгуанідин (ПГМГ), солі якого з різноманітними кислотами мають високу антимікробну активність відносно грампозитивних і грамотрицативних бактерій, вірусів, грибів [14, 15]. Біоцидні властивості ПГМГ зумовлено наявністю в мономерних ланках гуанідинових груп, які є активними фрагментами деяких природних і синтетичних лікарських препаратів та антибіотиків. Слід також зазначити, що солі ПГМГ відносять до обмеженого кола низькотоксичних біоцидних препаратів, здатних одночасно діяти на аеробну та анаеробну мікрофлору [14]. У літературі описано водорозчинні й водонерозчинні солі ПГМГ як ефективні біоцидні домішки до полімерних виробів і захисних покриттів [16–21]. Водорозчинні солі ПГМГ є менш перспективними як домішки для ПА, оскільки можуть поступово вимиватись водою. З іншого боку, в літературі відсутні дані щодо термічної стабільності водостійких солей ПГМГ, що є принципово важливим для їх введення в ПА під час переробки з розплаву.

Метою цієї роботи було отримати водостійку сіль ПГМГ, яка поєднувала б у собі високу антимікробну

активність і термічну стійкість, достатню для сумісної переробки з ПА.

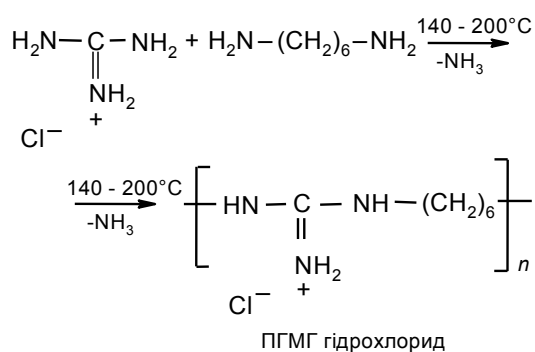
Експериментальна частина

Основними об'єктами досліджень були полілаури-лактам (поліамід 12) UBESTA P3014U (UBE Industries, Японія) і полігексаметиленгуанідин дибутилфосфат (ПГМГ ДБФ).

Для синтезу ПГМГ ДБФ було використано такі реактиви: гуанідин гідрохлорид, гексаметилендіамін (Aldrich) і дибутилфосфат (Fluka).

Синтез ПГМГ гідрохлориду.

ПГМГ гідрохлорид отримували за методикою, описаною в [14].



Суміш 10 г (0,1 моль) гідрохлориду гуанідину і 11,4 г (0,098 моль) гексаметилендіаміну нагрівали до 140 °С у середовищі аргону і перемішували протягом 4 год, підвищували температуру, продовжуючи перемішування в інтервалі температур 180–200 °С протягом 8 год до припинення виділення аміаку і утворення розплаву з високою в'язкістю. Після охолодження отриману склоподібну масу розчиняли у 100 мл води і осаджували ПГМГ гідрохлорид додаванням 50 мл насиченого водного розчину хлориду натрію. Пастоподібний осад відділяли декантацією і сушили при 140 °С протягом 24 год.

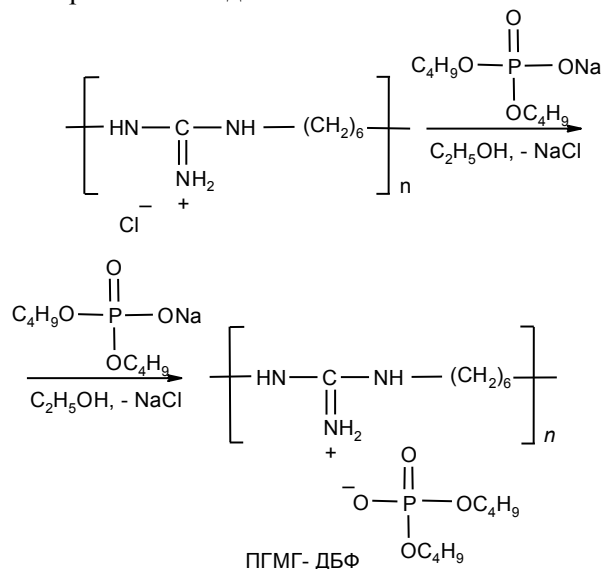
Характеристична в'язкість хлориду ПГМГ, яку визначали за допомогою віскозиметра Убеллоде (0,1 М водний NaCl, $t = 25$ °С), становила $[\eta] = 0,08$ дл/г. Згідно з [14], константи K і α в рівнянні Марка – Куна – Хаувінка для визначення молекулярної маси: $[\eta] = K \cdot M^\alpha$ дорівнюють відповідно $1,86 \cdot 10^{-4}$ і 0,38. Обчислена молекулярна маса отриманого хлориду ПГМГ – 20000 (ступінь полімеризації $n \sim 110$).

Елементний аналіз: $(\text{C}_7\text{H}_{16}\text{N}_3\text{Cl})_x$ (177,5)_x; Обчислено: С 47,4 Н 9,1 N 23,8 Cl 19,8; Знайдено: С 47,5 Н 8,9 N 24,1 Cl 19,5.

ІЧ (KBr): 3240 cm^{-1} (–C=N–H), 2920, 2860 cm^{-1} (–CH₂), 1650 cm^{-1} (–C=N), 1470 cm^{-1} (–CH₂).

Отримання ПГМГ дибутилфосфату (ПГМГ – ДБФ). 10 г гідрохлориду ПГМГ (0,056 моль) розчиняли у 80 мл етанолу. До розчину додавали 13,9 г (0,06 моль) дибутилфосфату натрію і перемішували суміш протягом 4 год. Осад хлориду натрію відфільтровували, фільтрат

вливали в 300 мл води. Отриманий пастоподібний продукт білого кольору відділяли декантацією, промивали водою і сушили при 120 °С. Полімер очищували переосадженням водою з етанольного розчину, сушили при 100 °С і розтирали в порошок. Залишки розчинників видаляли у вакуумі 1,3 кПа при 90 °С протягом 12 год.



Температура топлення ПГМГ ДБФ становила 100–105 °С. Полімер розчинний в етанолі, диметилформаміді.

Елементний аналіз: $(\text{C}_{15}\text{H}_{34}\text{N}_3\text{O}_4\text{P})_x$ (351)_x; Обчислено: С 51,3 Н 9,7 N 11,9. Знайдено: С 51,0 Н 9,9 N 12,1.

Полімерні плівки ПА-12/ПГМГ ДБФ отримували за такою методикою.

10 г порошку ПА-12 змішували з 40 мл етанолу. До суміші додавали ПГМГ ДБФ у кількості, яка становила 1,0; 1,5 і 2,0 % маси ПА-12. Етанол відганяли при перемішуванні й зниженому тиску. Порошки сушили у вакуумі 10 кПа при 100 °С протягом 12 год. Полімерні плівки розміром 45 × 45 мм і завтовшки 50 мкм отримували з порошків гарячим пресуванням за температури 240 °С і тиску 5 МПа протягом 2 хв.

Для проведення мікробіологічних досліджень використовували попередньо вирощений штам гриба *Trichophyton mentagrophytes*. З вирощеної культури готували водну суспензію концентрацією $2 \cdot 10^9$ колонійутворюючих клітин/мл. Готували чашки з рідким середовищем Сабуро, і після застигання агару на нього поміщували полімерні плівки. На їх поверхню наносили по 0,3 мл суспензії мікробу, після чого термостатували протягом 72 год. Чашки виймали з термостату і залишали в темному місці при кімнатній температурі. Облік результатів досліджень проводили через 30 діб.

Термогравіметричний аналіз (ТГА) проводили на дериватографі Q-1500D в діапазоні температур 20–1000 °С при швидкості нагрівання 10 °С/хв у повітрі. Маса зразка становила 100 мг.

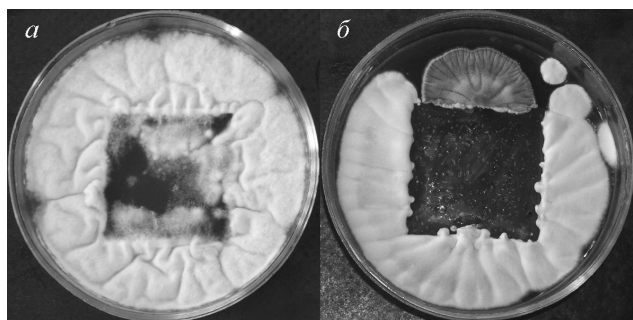


Рис. 1. Плівки ПА-12 після контакту з мікробним середовищем (*T. mentagrophytes*) протягом 30 діб: *a* – чистий ПА-12; *б* – ПА-12/ПГМГ ДБФ (мас. частка 2 %)

Антиокиснювальні властивості ПГМГ ДБФ досліджували в розчині бензилового спирту (БС) методом ініційованого окиснення при 50 °С. Радикальноланцюговий механізм окиснення БС детально викладено в праці [22].

Бензиловий спирт марки “ч” очищували від можливих інгібуючих домішок методом одноразового пропускання крізь колонку з активованими оксидом алюмінію та вугіллям з наступною перегонкою за тиску 3–5 кПа у середовищі аргону в присутності ацетилацетонату заліза (III) (Aldrich). Як ініціатор ланцюгів окиснення використовували 2,2'-азо-*bis*-ізобутиронітрил (АІБН) марки “ч”, очищений перекристалізацією з етанолу і висушений у вакуумі при кімнатній температурі.

Швидкість окиснення БС вимірювали волюмометрично за поглинанням кисню [23]. Ефективність антиокиснювальної дії ПГМГ ДБФ визначали за початковою швидкістю ініційованого окиснення БС. За умови кінетичного режиму окиснення газометрична установка дає змогу вимірювати швидкість поглинання кисню W в діапазоні 10^{-8} – 10^{-4} моль/(л·с) при конверсії субстрату 0,1–0,3 моль/л. Похибка досліджень становила 3–6 %.

Результати досліджень та їх обговорення

Антимікробні властивості полімерних плівок ПА-12/ПГМГ ДБФ. З літератури відомо, що деякі мікроби та гриби спричиняють деструкцію ПА через стадію адсорбції на його поверхні з наступним гідролітичним розщепленням макромолекул [6, 7, 24]. Описано також окиснювальну деструкцію ПА, спричинену грибами [7, 24].

У результаті мікробіологічних досліджень ми встановили, що при контакті плівки ПА-12 з мікробним середовищем (агаром, інокульованим спорами гриба *Trichophyton mentagrophytes*) протягом 30 діб відбувається суцільний ріст мікробної культури на поверхні полімерної плівки та за її межами (рис. 1, *a*). Подібний результат отримано для плівок

ПА-12, що містили масову частку ПГМГ ДБФ 1,0–1,5 %. У той же час зі збільшенням масової частки полімерного біоциду в півці ПА-12 до 2 % її поверхня ставала прозорою і візуально вільною від мікробних колоній, тоді як за межами плівки відбувався їх суцільний ріст (рис. 1, *б*).

У цілому антимікробна активність солей ПГМГ зумовлена наявністю гуанідинієвих катіонів у мономерних ланках [14, 20]. Один з механізмів антимікробної дії водорозчинних солей ПГМГ, який детально досліджено [25, 26] методами атомної силової мікроскопії й трансмісійної електронної мікроскопії, полягає в атаці катіоном гуанідину клітинної мембрани мікробу з наступним витіканням її вмісту і коагуляцією цитозоля. Крім того, встановлено антимікробні властивості полімерних композицій, які містили водонерозчинні солі ПГМГ, такі, як олеат, пеларгонат, ундецилат [20], а також додецилбензолсульфонат тощо [21]. Хоча механізм антимікробної дії водостійких солей ПГМГ не описано в літературі, можна припустити, що він подібний до дії його водорозчинних форм. Очевидно, що водостійкі солі ПГМГ у складі полімерних композицій можуть знищувати мікроби лише на поверхні, яка контактує із зараженим середовищем, оскільки вони не виділяються з полімерної плівки внаслідок своєї водонерозчинності.

Таким чином, можна зробити висновок, що ПГМГ ДБФ є біоцидом контактної дії, який починає виявляти активність за достатнього вмісту на полімерній поверхні. Отриманий в цій роботі полімерний біоцид ПГМГ ДБФ надає плівкам ПА-12 яскраво виражених антимікробних властивостей за масової частки 2 %.

Термічна стійкість полімерного біоциду ПГМГ ДБФ та його композицій з ПА-12. Згідно з результатами ТГА (рис. 2, таблиця), температура початку деструкції полімерного біоциду ПГМГ ДБФ в повітрі становила 330 °С. Втрату 10 % маси зареєстровано при 400 °С, а найвищу швидкість термічної деструкції спостерігали в діапазоні температур 390–440 °С. Таким чином, ПГМГ ДБФ має цілком достатню термічну

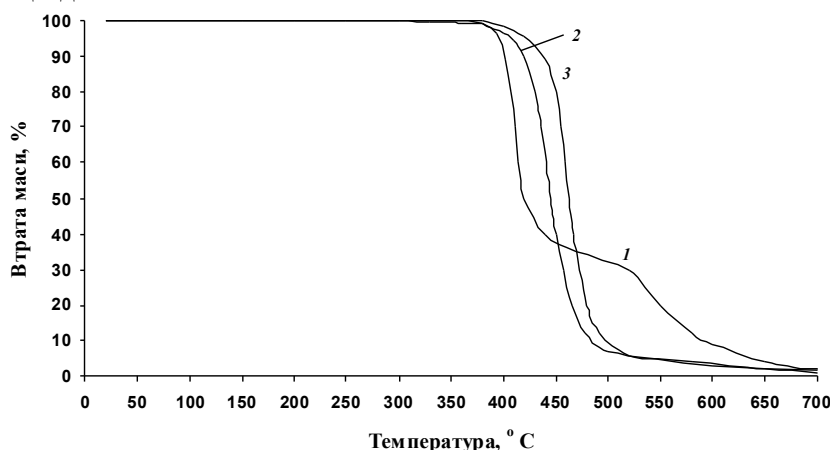


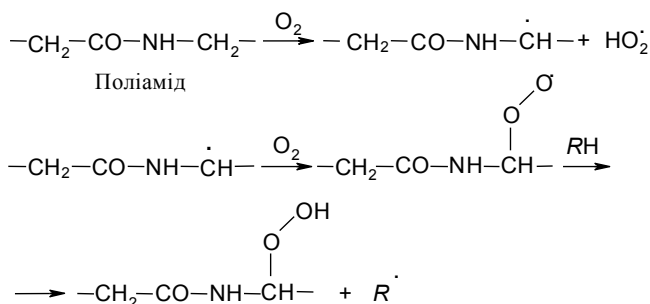
Рис. 2. Термогравіметричні криві ПГМГ ДБФ (1), ПА-12 (2) та композиції ПА-12/ПГМГ ДБФ (мас. частка 2 %) (3)

Дані термогравіметричного аналізу для полімерного біоциду ПГМГ ДБФ та його композиції з ПА-12

Зразок	Температура при втраті маси Δm , °C			
	Δm , %			
	5	10	20	50
ПА-12	380	440	455	480
ПГМГ ДБФ	330	400	415	450
ПА-12/ПГМГ-ДБФ (2%)	420	445	460	485

стійкість для сумісної переробки з поліамідами методами екструзії та лиття під тиском.

З літератури відомо, що термоокиснювальна деструкція поліамідів відбувається за механізмом розгалуженого радикальноланцюгового процесу, характерного для окиснення вуглеводнів і поліолефінів [27]. Ініціювання деструкції – шляхом відриву молекулою кисню найрухливішого атома водню метиленової групи, сусідньої з амідною:



Поширеними термостабілізаторами для ПА є антиоксиданти амінного типу, зокрема N,N'-дифеніл-*n*-фенілендіамін та N,N'-динафтил-*n*-фенілендіамін, які ефективно сповільнюють термічну деструкцію при вмісті 2–3% [28]. Однак основними промисловими термостабілізаторами ПА є значно термічно стійкіші сполуки міді, які зазвичай застосовують у поєднанні з

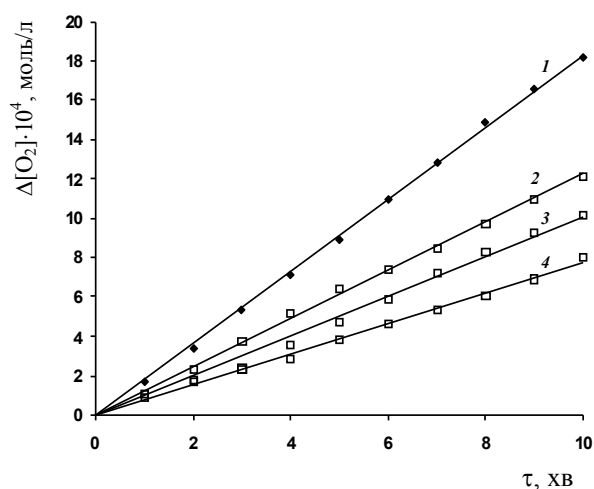


Рис. 3. Кінетика поглинання кисню модельною системою БС-АІБН в присутності ПГМГ ДБФ ($t = 50$ °C, $W_i = 2,98 \cdot 10^{-8}$ моль/(л·с): 1 – контроль; 2 – $C = 0,3$ г/100 мл; 3 – $C = 1,03$ г/100 мл; 4 – $C = 6,74$ г/100 мл

галогенідами лужних металів [28, 29]. Тонкодисперсні порошки міді та її солей поглинають кисень, внаслідок чого термоокиснювальна деструкція замінюється на термічну, яка завжди іде повільніше.

Результати ТГА показали, що термічна стійкість композиції ПА-12, яка містила масову частку ПГМГ ДБФ 2%, була значно вищою від термічної стійкості чистого ПА-12. Так, температура початку деструкції композиції ПА-12/ПГМГ ДБФ становила 420 °C, у той час як чистий ПА-12 починав розкладатись при 380 °C (рис. 2, таблиця). Отже, отримані дані вказують на термостабілізуючий ефект полімерного біоциду ПГМГ ДБФ на ПА-12. Можна припустити, що такі властивості ПГМГ ДБФ пов'язані з його антиоксидантними властивостями.

Антиоксидантні властивості похідних гуанідину та їх солей описано у працях [30, 31], а термостабілізуючий вплив солей гуанідину на деякі полімери – у праці [28]. Водночас, у літературі відсутні дані щодо застосування сполук гуанідину як термостабілізаторів для ПА.

Антиоксидантні властивості полімерного біоциду ПГМГ ДБФ. Дослідження впливу ПГМГ ДБФ на модельну систему ініційованого окиснення БС при 50 °C показало його ефективність як інгібітора окиснення. Кінетичні залежності поглинання кисню БС за наявності різних концентрацій ПГМГ ДБФ наведено на рис. 3. Система БС-АІБН поглинала кисень зі швидкістю $W = 2,98 \cdot 10^{-6}$ моль/(л·с). Введення в розчин ПГМГ ДБФ в діапазоні концентрацій від 0,3 до 6,74 г/100 мл приводило до помітного зменшення початкової швидкості окиснення БС: до $2,53 \cdot 10^{-6}$ і $1,06 \cdot 10^{-6}$ моль/(л·с) відповідно (рис. 4).

Таким чином, отримані результати вказують на антиоксидантні властивості ПГМГ ДБФ.

Відомо, що під час окиснення БС (RH) утворюються два типи вільних радикалів: алкільні $R'(C_6H_5CH_2O\dot{H})$ і

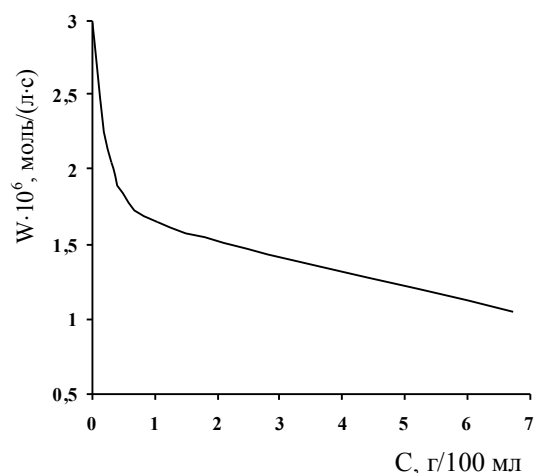
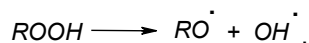
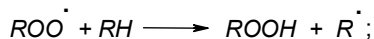
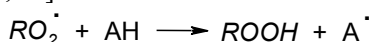


Рис. 4. Залежність швидкості окиснення бензильного спирту від початкової концентрації ПГМГ ДБФ ($t = 50$ °C, $W_i = 2,98 \cdot 10^{-8}$ моль/(л·с))

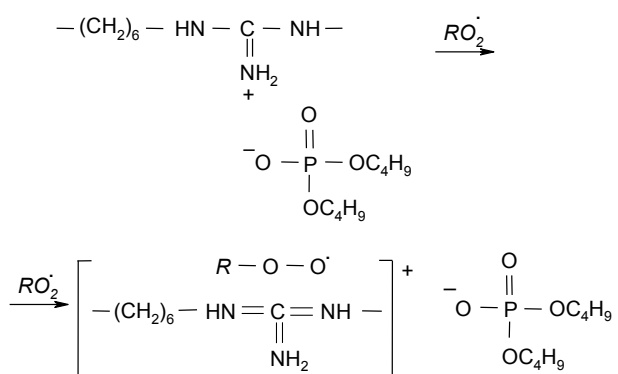
пероксильні $ROO\cdot$ ($C_6H_5C(OO)\cdot NOH$) [23, 32] за схемою:



У більшості випадків процес інгібування має хімічну природу і полягає у відриві атома водню від молекули антиоксиданту (АН) пероксильним радикалом [23, 32]:



Згідно з працею [31], катіони гуанідинію мають акцепторні властивості щодо атомів водню і можуть виконувати роль радикальних пасток, утворюючи недисоційовані катіон-радикали. Отже, можна припустити, що антиоксидантні властивості ПГМГ ДБФ зумовлені утворенням комплексу з алкільними або пероксильними радикалами:



З літератури відомо, що антимікробна дія солей ПГМГ полягає у блокуванні процесів дихання мікроорганізмів [14]. Антиоксидантні властивості ПГМГ ДБФ можуть бути одним з важливих факторів у процесі реалізації його антимікробної активності.

Висновки

Синтезовано водостійкий полімерний біоцид ПГМГ ДБФ аніонним обміном між ПГМГ-гідрохлоридом і дибутилфосфатом натрію в етанолі. Отримано полімерні композиції на основі ПА-12 і ПГМГ ДБФ, які мають високу антимікробну стійкість за масової частки ПГМГ ДБФ 2 %. Встановлено, що даний біоцид є термічно стійким до 330 °С, а це дозволяє вводити його в поліаміди при переробці з розплаву. Крім того, встановлено термостабілізуючий вплив ПГМГ ДБФ на ПА-12, в результаті якого температура початку деструкції поліаміду зростає на 40 °С.

Виявлено антиоксидантні властивості полімерного біоциду за допомогою модельної системи ініційованого окиснення бензилового спирту. Запропоновано механізм інгібування термоокиснювальної деструкції ПА-12 полімерним біоцидом.

1. Kroschwitz J., *High performance polymers and composites*, Encyclopedia reprint series, A Wiley – Intersci. publi., 1991.

2. Kohan M.I., *Nylon Plastics Handbook*, Carl Hanser, Verlag, 1995.

3. *Design Guide to a Versatile Engineering Plastic*, Ril-san Corp., France, 1984.

4. Mason J.F., *Pipe liners for corrosive high temperature oil and gas production applications*, Corrosion, 1997, NACE paper N 80.

5. Jacques B., Pees B., Werth M., *Pat.* 6913043 USA, Publ. 05.07.2005.

6. Deguchi T., Kitaoka Y., Kakezawa M., Nishida T., *Appl. Environ. Microbiol.*, 1998, **64**, 1366–1371.

7. Klun U., Friedrich J., Krzan A., *Polym. Degrad. Stab.*, 2003, **79** (1), 99–104.

8. Kumar R., Münstedt H., *Polym. Int.*, 2005, **54**, 1180–1186.

9. Kuratsuji T., Shimizu H., *Pat.* 6982289 USA, Publ. 03.06.2006.

10. Damm C., Münstedt H., Rosch A., *Mater. Chem. Phys.*, 2008, **108** (1), 61–66.

11. Lapeyre A., Gancet C., *Pat.* 20050170001A USA, Publ. 08.04.2005.

12. Ramachandran T., Rajendrakumar K., Rajendran R., *Text. Engineer.*, 2004, **84**, 42–47.

13. Gao Y., Cranston R., *Text. Res. J.*, 2008, **78**, 60–72.

14. Гембицкий П.А., Воинцева И.И., *Полимерный биоцидный препарат полигексаметиленгуанидин*, Запорожье, Полиграф, 1998.

15. Гембицкий П.А., Кузнецов О.Ю., Юревич В.П., Топчиев Д.А., *Пат.* 2039735C1 РФ, Публ. 20.07.1995.

16. Скороходова О.Н., Воинцева И.И., Ефимов К.М., *Пат.* 2169163C1 РФ, Публ. 20.06.2001.

17. Воинцева И.И., Казеннов И.В., Скороходова О.Н. и др., *Пат.* 2190648C1 РФ, Публ. 10.10.2002.

18. Son S.-W., Shin J.-H., Koji K., Toru O., Tomiyoshi S., *Pat.* 2002235282 Japan, Publ. 23.08.2002.

19. Yang K.-W., Park N.-S., Choi K.-S. et al., *Pat.* WO 2004/037933 A1, Publ. 06.05.2004.

20. Skorokhodova O.N., Wointseva I.I., Kazennov I.V. et al., *Pat.* WO 2008108680A1, Publ. 12.09.2008.

21. Рогальський С.П., Савченко Л.Г., Тарасюк О.П. та ін., *Пат.* України 79391, Публ. 11.06.2007.

22. Шендрік А.Н., Олейда І.А., *Укр. хим. журн.*, 1978, **44** (8), 855–858.

23. Ковтун Г.А., Моисеев И.И., *Металлокомплексные ингибиторы окисления*, Киев, Наук. думка, 1993.

24. Premraj R., Mukesh D., *Ind. J. Biotech.*, 2005, **4**, 186–193.

25. Qian L., Guan Y., He B., Xiao H., *Polym.*, 2008, **49** (10), 2471–2475.

26. Oule M.K., Azinwi R., Bernier A.M. et al., *J. Med. Microbiol.*, 2008, **57**, 1523–1528.

27. Коварская Б.М., Блюменфельд А.Б., Левантовская И.И., *Термическая стабильность гетероцепных*

полимеров, Москва, Химия, 1977.

28. Фойгт И., *Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла*, Ленинград, Химия, 1972.

29. Qin H., Sun N., Palmer R.J., *Pat.* 2010/0120958 USA, Publ. 13.05.2010.

30. Yildiz G., Demiryurek A.T., Sahim-Erdemli I., Kanzik I., *J. Pharmacol.*, 1998, **124**, 905–910.

31. Hayakawa S., Matsubara H., Panja S. et al., *J. Amer. Chem. Soc.*, 2008, **130** (24), 7645–7654.

32. Ковтун Г.А., Плужников В.А., *Химия ингибиторов окисления органических соединений*, Киев, Наук. думка, 1995.

Надійшла до редакції 01.11.2011р.

Антимикробная полимерная композиция на основе полиамида 12 и полигексаметиленгуанидина дибутилфосфата

С.П. Рогальский¹, Т.М. Каменева¹, Ж.-Ф. Бардо², О.П. Тарасюк¹, С.И. Лобок³, А.И. Вовк¹

¹Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины,
Украина, 02094 Киев, ул. Мурманская, 1; факс: (044) 559-46-22;

²Université du Maine, Франция, 72085 Ле-Ман, Ав. О. Messiaen; тел. +33 (0) 2 43 83 26 37;

³Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины,
Украина, 02160 Киев, Харьковское шоссе, 48; тел.: (044) 559-55-00

Синтезирован водостойкий полимерный биоцид полигексаметиленгуанидин дибутилфосфат (ПГМГ ДБФ). Выявлены антимикробные свойства полимерных композиций на основе полиамида 12, содержащих массовую долю ПГМГ ДБФ 2 %. Показано, что ПГМГ ДБФ является термически устойчивым до 330 °С и оказывает термостабилизирующее влияние на полиамид 12, повышая температуру начала его деструкции на 40 °С. Выявлены антиоксидантные свойства полимерного биоцида ПГМГ ДБФ с помощью системы инициированного окисления бензилового спирта.

Antimicrobial polymeric composition based on polyamide 12 and poly(hexamethylene)guanidine dibutylphosphate

S.P. Rogalsky¹, T.M. Kameneva¹, J.-F. Bardeau², O.P. Tarasyuk¹, S.I. Lobok³, A.I. Vovk¹

¹Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, NAS of Ukraine,
1, Murmanska Str., Kyiv, 02094, Ukraine, Fax: (044) 559-46-22;

²Laboratoire de Physique de l'Etat Condensé,
Institut de Recherche en Ingénierie Moléculaire et Matériaux Fonctionnels
Faculté des Sciences / Université du Maine 72085 Le Mans Cedex 9, tel: 33 (0)2 43 83 26 37;

³Institute of Macromolecular Chemistry, NAS of Ukraine,
Ukraine, 02160 Kyiv, Kharkivske shausse, 48, Kyiv 02160, Ukraine, tel.: +38 (044) 5595500

Water resistant polymeric biocide poly(hexamethylene)guanidine dibutylphosphate (PHMG-DBP) has been synthesized. Antimicrobial properties of polymeric composition based on polyamide 12 containing wt. of PHMG-DBP equal to 2 % have been determined. It has been found that PHMG-DBP is thermally stable up to 330 °C. Moreover, the said polymeric biocide increases thermal decomposition point of polyamide 12 by 40 °C and has thermal stabilizing effect on the polyamide. Antioxidant properties of PHMG-DBP have been determined via model system of the initiated oxidation of benzyl alcohol.