

Хохлов Максим Андрійович, аспірант, кафедра хімічної технології кераміки та скла, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна, e-mail: maksim-hohlov1988@mail.ru.

Кислична Раїса Іванівна, кандидат технічних наук, науковий співробітник, кафедра хімічної технології кераміки та скла, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна, e-mail: Steklopatent@mail.ru.

Рыжова Ольга Петровна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімічної технології кераміки та скла, ГВУЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна.

Хохлов Максим Андреевич, аспірант, кафедра хімічної технології кераміки та скла, ГВУЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна.

ственный химико-технологический университет», Днепропетровск, Украина.

Кисличная Раиса Ивановна, кандидат технических наук, научный сотрудник, кафедра химической технологии керамики и стекла, ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепропетровск, Украина.

Ryzhova Olga, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: olga_ryzhova777@mail.ru.

Khokhlov Maksim, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: maksim-hohlov1988@mail.ru.

Kislichnaya Raisa, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: Steklopatent@mail.ru.

УДК 66.091.2

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.43664

**Рубан О. В.,
Кисельова-Логінова К. В.,
Попов Є. В.**

ОТРИМАННЯ КОПОЛІМЕРУ АКРИЛОВОЇ КИСЛОТИ І 3-МЕТАКРИЛОКСИПРОПІЛ- ТРИМЕТОКСИСИЛАНУ МЕТОДОМ ЕМУЛЬСІЙНОЇ КОПОЛІМЕРИЗАЦІЇ

В статті наведені результати досліджень синтезу силіконакрилового кополімеру методом емульсійної кополімеризації акрилової кислоти (АК) і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану (ТМОПТМС). Встановлено вплив температурно-часового чинника та концентрації ініціатора (персульфату амонію) на протікання реакції кополімеризації. На підставі експериментальних даних визначено оптимальні умови проведення синтезу для отримання геле- та порошкоподібного продукту. Досліджено та охарактеризовано властивості отриманих силіконакрилових кополімерів.

Ключові слова: силіконакриловий полімер, акрилова кислота, 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилан, емульсійна кополімеризація.

1. Вступ

Кополімери похідних акрилової кислоти використовують у різних галузях промисловості, зокрема в якості поверхнево-активних речовин (ПАР), плівкоутворювачів і загусників при виробництві лакофарбної продукції. З моменту їх появи на лакофарбному ринку склад та технології синтезу акрилових полімерів постійно удосконалюються відповідно до сучасних вимог. В теперішній час вони замінюють інші плівкоутворювачі та модифікатори поверхонь, що традиційно застосовувались для виробництва лакофарбних матеріалів (ЛФМ). Акрилові кополімери різного складу використовують також для отримання екологічно безпечних матеріалів. В останні роки спостерігається інтенсивний розвиток досліджень по створенню полімерних поверхнево-активних речовин на основі похідних акрилової кислоти та силіконів і розробці технологій їх виробництва. Введення в молекулу полімеру мономерів з різними фізичними і хімічними властивостями в різних пропорціях дозволяє створювати кополімери, які відрізняються молекулярною масою, структурою та фізико-хімічними властивостями. Тому представляє інтерес розробка технології гібридної ко-

полімеризації для поєднання переваг полімерів різних видів, компенсуючи їх недоліки для того, щоб створити клас ефективних полімерних ПАР.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Однією з найбільших областей застосування акрилових кополімерів, отриманих полімеризацією, є виробництво органорозчинних ЛФМ.

Такі кополімери повинні відповідати наступним вимогам: можливість тонкошарового розподілу по поверхні, мати здатність до плівкоутворення, утворювати покриття, які володіють комплексом необхідних технічних та технологічних властивостей. Такі властивості забезпечуються присутністю в ЛФМ спеціальних компонентів — мономерів, олігомерів або полімерів різної структури, в якості поверхнево-активних речовин. Одним із шляхів вирішення підвищення якості покриттів є застосування модифікуючих домішок, які при однакових умовах можуть позитивно впливати на експлуатаційні та фізико-механічні властивості покриттів [1]. В теперішній час для досягнення таких цілей використовують силікони та акрилати.

Силіконові добавки, завдяки своєму дуже низькому поверхневому натягу, виявляють хімічну спорідненість до поверхні розділу фаз, до поверхневого шару лаку, а також до поверхонь розділу між різними шарами ЛФМ при їх багатшаровому нанесенні. Силіконові добавки використовуються, головним чином, для поліпшення змочування поверхні, а також як добавки проти утворення «кратерів» на поверхні, що обробляється. Поліакрилати, навпаки, мають порівняно високий поверхневий натяг і відрізняються тим, що не впливають або дуже мало впливають на поверхневий натяг ЛФМ. Їх дія полягає швидше в нівелюванні відмінностей поверхневого натягу на поверхні лаку, що виражається в поліпшенні його розтікання. Додавання поліакрилатів до ЛФМ надає поверхні атмосферостійкість та стійкість до пожовтіння покриттів. Новий клас поверхнево-активних речовин являють собою силікон-модифіковані поліакрилати, які поєднують у собі властивості похідних акрилової кислоти та силіконів [2]. В патентній літературі за останні роки розглядається декілька способів модифікації силіконів і акрилатів. Перший спосіб — це багатстадійна емульсійна кополімеризація зі застосуванням часток для затравки [3]. Таким чином, отримують модифікатори ударної міцності, які надають поверхням підвищену ударну міцність і здатність до фарбування, а також силіконакрилові композиції для ЛФМ [4, 5]. Недоліком цього способу є довготривалість та багатстадійність процесу. Інший спосіб модифікації силіконів і акрилатів — це кополімеризація в розчиннику акрилатних мономерів з вініловими силанами або силосанамі із використанням ініціаторів реакції [6]. Цим способом отримують добавки для надання поверхням маслостійкості та зносостійкості. До недоліків даного способу слід віднести необхідність додаткових витрат на підготовку розчинника, відділення та регенерацію полімеризаційного середовища, промивку і сушку продукту. Все це робить полімеризацію в розчині мало вигідною економічно. Ще один спосіб синтезу — це емульсійна кополімеризація в присутності каталізатора і розчинного у воді ініціатора [7, 8]. Цим способом також отримують силіконакрилові емульсії, які застосовуються в емульсійних фарбах для надання поверхні атмосферостійкості і стійкості до стирання [9, 10].

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження — реакція емульсійної кополімеризації акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану з використанням ініціатора реакції (персульфату амонію).

Проведені дослідження ставили за мету отримання силіконакрилового кополімеру методом емульсійної кополімеризації акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану без каталізатора реакції, але з використанням ініціатора.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

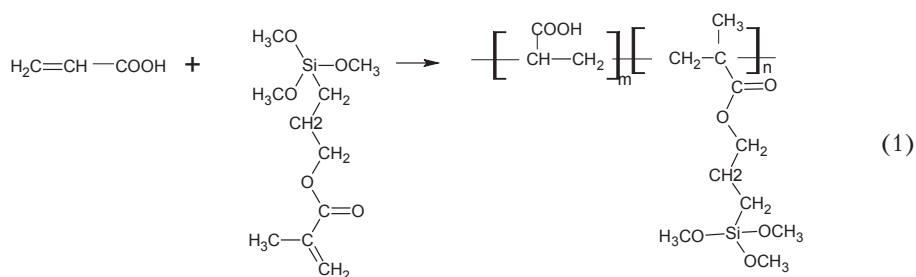
- дослідити можливість отримання силіконакрилового кополімеру методом емульсійної кополімеризації акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану для створення модифікацій в зшивці полімеру, з метою надання кінцевому продукту поліпшених фізико-хімічних властивостей;
- на базі експериментальних досліджень визначити оптимальні умови проведення реакції емульсійної кополімеризації;
- охарактеризувати отриманий продукт.

4. Визначення оптимальних умов проведення реакції емульсійної кополімеризації акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану та результати дослідження

Для отримання силіконакрилового кополімеру використовували акрилову кислоту та 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилан.

Характеристика вихідних реагентів представлена в табл. 1.

Схему реакції отримання силіконакрилового кополімеру можна представити таким рівнянням:



Таблиця 1

Характеристика вихідних реагентів

№, пп	Назва речовини	Структурна формула	Питома вага, г/см ³	Температура кипіння, °С	Молекулярна маса, г/моль
1	Акрилова кислота		1,051	140,9	72,06
2	3-метакрил-оксипропіл-триметоксисилан		1,04	138,0	248,4

В ході роботи було проведено ряд синтезів силіко-накрилового кополімеру методом емульсійної кополімеризації акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану при різних температурах (від 60 °С до 120 °С), різних мольних співвідношеннях вихідних реагентів та ініціатора реакції. Час проведення реакції склав 4,5 години.

Емульсійну кополімеризацію проводять за наступною методикою. У трьохгорлу круглодонну колбу, об'ємом 100 см³, зі зворотним холодильником, мішалкою і краплинною воронкою заливають розраховану кількість 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану і акрилової кислоти. Після цього додають сульфанолю якості антиадгезійної добавки та емульгатора та персульфат амонію, який є ініціатором реакції емульсійної кополімеризації. Суміш нагрівають на водяній (масляній) бані до необхідної температури і витримують протягом 4,5 годин при перемішуванні.

У роботі проведені дослідження по впливу мольного співвідношення 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану і акрилової кислоти в реакції емульсійної кополімеризації на конверсію мономерів. Для визначення проценту конверсії в процесі кополімеризації через кожні 30 хвилин відбирають проби реакційної суміші, які вносять у емність, яку попередньо зважують. Полімеризацію зупиняють додаванням до відібраної проби гідроксину. Потім пробу промивають дистильованою водою та сушать до постійної маси у сушильній шафі і знову зважують. Процент конверсії мономерів визначають гравіметричним методом. Для цього використовують формулу (2):

$$m = \frac{m_b}{a} \cdot 100, \quad (2)$$

де m — степінь конверсії мономерів, %; m_b — маса осаду після висушування, г; a — наважка аналізованої речовини, г.

Отримані при проведенні досліджень дані приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Вплив температури проведення реакції та співвідношення вихідних реагентів на вихід продукту кополімеризації

Співвідношення компонентів АК : ТМОПТМС, моль	Температура, °С			
	60	70–80	90	110–120
	Вихід продукту кополімеризації, %			
1 : 1	28,1	39,8	41,2	39,8
1 : 2	29,3	42,1	53,3	51,9
1 : 3	28	39,1	51,6	51
1 : 5	19	23,2	45,3	39,6

З наведених у табл. 2 даних можна зробити висновок, що реакцію кополімеризації доцільно проводити протягом 4,5 годин при температурі 90 °С і при мольному співвідношенні акрилова кислота : 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилан (2 : 1). За цей час конверсія мономерів акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану склала 53,3 %. Отриманий

продукт — це в'язка прозора рідина. Для отримання порошкоподібного продукту, реакцію емульсійної кополімеризації слід проводити при температурі 90 °С та при співвідношенні акрилова кислота : 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилан 5 : 1. При цьому вихід продукту складає 45,3 %. При подальшому збільшенні температури реакції, вихід продукту зменшується.

На рис. 1 показана залежність конверсії мономерів від мольного співвідношення 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану та акрилової кислоти при оптимальній температурі (90 °С).

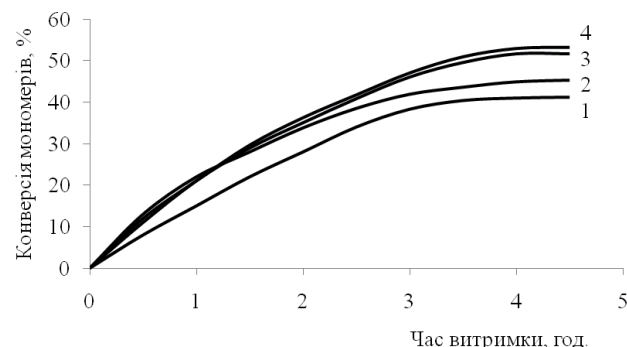


Рис. 1. Залежність конверсії мономерів від мольного співвідношення 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану та акрилової кислоти при оптимальній температурі (90 °С) від часу проведення реакції: 1 — при мольному співвідношенні ТМОПТМС : АК 1 : 1; 2 — при мольному співвідношенні ТМОПТМС : АК 1 : 5; 3 — при мольному співвідношенні ТМОПТМС : АК 1 : 3; 4 — при мольному співвідношенні ТМОПТМС : АК 1 : 2

З наведених даних можна зробити висновок, що реакція кополімеризації акрилової кислоти та 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану проходить з максимальним виходом продукту реакції (53,3 %) при температурі 90 °С і при мольному співвідношенні ТМОПТМС : АК 1 : 2. Продуктом реакції є прозора в'язка рідина, яка є розчинною у органічних розчинниках.

У роботі проведено дослідження впливу концентрації ініціатора реакції (персульфату амонію) на реакцію кополімеризації силіконакрилового кополімеру.

Результати досліджень наведені на рис. 2.

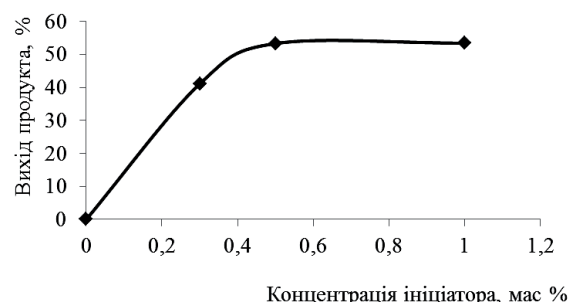


Рис. 2. Вплив концентрації ініціатора реакції на вихід силіконакрилового кополімеру в оптимальних умовах: температурі 90 °С, часі проведення реакції 4,5 год., мольному співвідношенні компонентів ТМОПТМС : АК 1 : 2

З отриманих в процесі досліджень даних можна зробити висновки, що збільшення концентрації персульфату амонію більше ніж 0,5 мас. % не є раціональним, тому що вихід продукту реакції від цього не збільшується.

5. Дослідження фізико-хімічних характеристик та будови синтезованого силіконакрилового кополімеру

Визначення молекулярної маси силіконакрилового кополімеру проводять криоскопічним методом за температурами замерзання розчинника і розчину. У внутрішню пробірку криоскопу на пробці встановлюють термометр Бекмана, попередньо налаштований на даний розчинник. Пробірку з кожухом встановлюють у широкий стакан, заповнений охолоджувальною сумішшю. Пробка має мішалку для перемішування рідини. У суху пробірку відбирають циліндром 20 см^3 чистого п-силоду (розчинник) і занурюють в нього термометр таким чином, щоб резервуар із ртуттю був повністю занурений у рідину. Вставляють пробірку в кожух і встановлюють в охолоджувальну суміш. Обережно помішуючи рідину, стежать за показаннями термометра. Спочатку температура знижується трохи нижче точки затвердіння (явище переохолодження), а потім, з появою кристалів, дещо підвищується і встановлюється на постійному рівні. Ця температура і є температурою затвердіння чистого розчинника. У бюксі на аналітичних вагах зважують наважку досліджуваної речовини, тобто очищеного кополімеру. Поміщають наважку в пробірку з розчинником, закривають пробкою і обережно помішуючи, домагаються повного розчинення речовини в п-силоді. Аналогічно описаному визначенню знаходять температуру застигання отриманого розчину. По різниці температури замерзання розчинника і розчину обчислюють величину (ΔT).

Розрахунок молекулярної ваги розчиненої речовини розраховують за формулою (3):

$$M = \frac{K \cdot m_1 \cdot 1000}{m_2 \cdot \Delta T}, \quad (3)$$

де M — молекулярна маса розчиненої речовини, г/моль; K — криоскопічна постійна розчинника; m_1 — маса наважки речовини, г; m_2 — маса розчинника, г; ΔT — різниця температури замерзання розчинника і розчину, °C.

Отримані результати досліджень приведені на рис. 3.

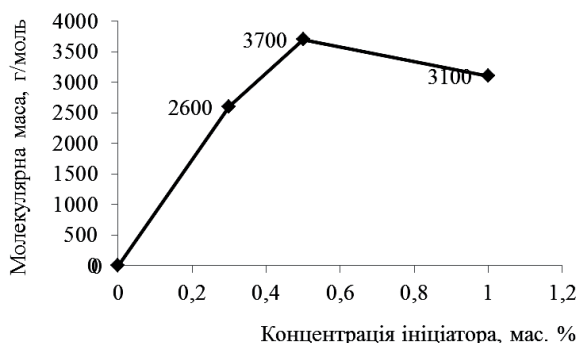


Рис. 3. Вплив концентрації ініціатора реакції (персульфату амонію) на молекулярну масу синтезованих силіконакрилових кополімерів

З отриманих в процесі досліджень даних можна зробити висновки, що збільшення концентрації персульфату амонію з 0,3 до 0,5 мас. % призводить до збільшення молекулярної маси отриманого кополімеру

з 2600 до 3700 г/моль, а подальше збільшення концентрації ініціатора (до 1 мас. %) призводить до зменшення молекулярної маси силіконакрилового кополімеру (до 3100 г/моль). Оптимальною концентрацією ініціатора є 0,5 мас. %.

Розрахунок хімічної будови кополімеру визначають за вмістом карбоксильних груп. Для цього застосовують титриметричний метод аналізу. Дві наважки досліджуваного кополімеру (0,1–0,5 г) вносять у попередньо зважену колбу і повторно зважують з похибкою не більше 0,001 г. По різниці мас розраховують масу наважки проби. Далі в колбу циліндром вносять 20 см^3 розчинника (метилового спирту) і перемішують. Вміст колби титрують розчином КОН певної концентрації в присутності двох крапель фенолфталеїну. Титрування проводять до появи рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30 секунд. Кислотне число (КЧ), мг КОН на 1 г продукту, розраховують за формулою (4):

$$\text{КЧ} = \frac{V \cdot n \cdot 56}{m}, \quad (4)$$

де V — об'єм розчину КОН, витрачений на титрування проби, см^3 ; n — нормальність титрувального розчину, точно 0,1180 моль/л; m — маса наважки проби, г; 56 — молярна маса еквівалента КОН, г/моль.

Вміст карбоксильних груп (%) розраховують за формулою (5):

$$X = \frac{V \cdot n \cdot 0,0045 \cdot 100}{m}, \quad (5)$$

де V — об'єм розчину КОН, витрачений на титрування проби, см^3 ; n — нормальність титрувального розчину, точно 0,1180 моль/л; m — маса наважки проби, г; 0,0045 — кількість -COOH-груп відповідна точно 0,1 н. розчину КОН, г.

Склад кополімеру за вмістом функціональних груп мономеру M_1 в кополімері розраховують за формулою (6):

$$X_1 = \frac{X \cdot A_1}{A_{\text{ф.г.}}}, \quad (6)$$

де X_1 — вміст мономеру M_1 в кополімері, % (мас.); A_1 — молекулярна маса мономеру M_1 ; $A_{\text{ф.г.}}$ — молекулярна маса функціональної групи; X — вміст функціональних груп, % (мас.)

Вміст мономеру M_2 в кополімері визначають за формулою (7):

$$X_2 = 100 - X_1, \quad (7)$$

де X_1 і X_2 — вміст мономерів M_1 та M_2 в кополімері, % (мас.).

Отримані в результаті досліджень дані складу кополімеру наведені в табл. 3.

З отриманих у процесі досліджень даних можна зробити висновки, що збільшення концентрації акрилової кислоти в реакційній масі призводить до

збільшення виходу продукту реакції та збільшення її частки в отриманому продукті. Подальше збільшення концентрації акрилової кислоти призводить до отримання порошкоподібного кополімеру нерозчинного в органічних розчинниках.

Таблиця 3

Склад силікон акрилового кополімеру синтезованого в оптимальних умовах

Склад вихідної суміші, (мол)	Вихід силіконакрилового кополімеру, %	Вміст кислоти в кополімері, % (мас)
АК : ТМОПТМС		
1 : 1	41,2	7
2 : 1	53,3	15

6. Дослідження ІЧ-спектральних характеристик синтезованого кополімеру

Аналіз ІЧ-спектральних характеристик проводять порівнянням спектрів акрилової кислоти та 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану, взятими як модельні, зі спектром отриманого полімеру для оцінки відповідних змін в спектрах при переході від моно- до кополімеру. Спектри зразків, що аналізуються, знімають на ФСМ-1201 ІЧ-Фур'є-спектрометрі. Пробопідготовку здійснюють наступним чином: речовину, що аналізується, наносять тонким шаром на диск броміду калія і вимірюють її спектр.

Характеристики ІЧ-спектрів вихідних мономерів та кополімеру акрилової кислоти та 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану наведено на рис. 4, а, б, в і табл. 4.

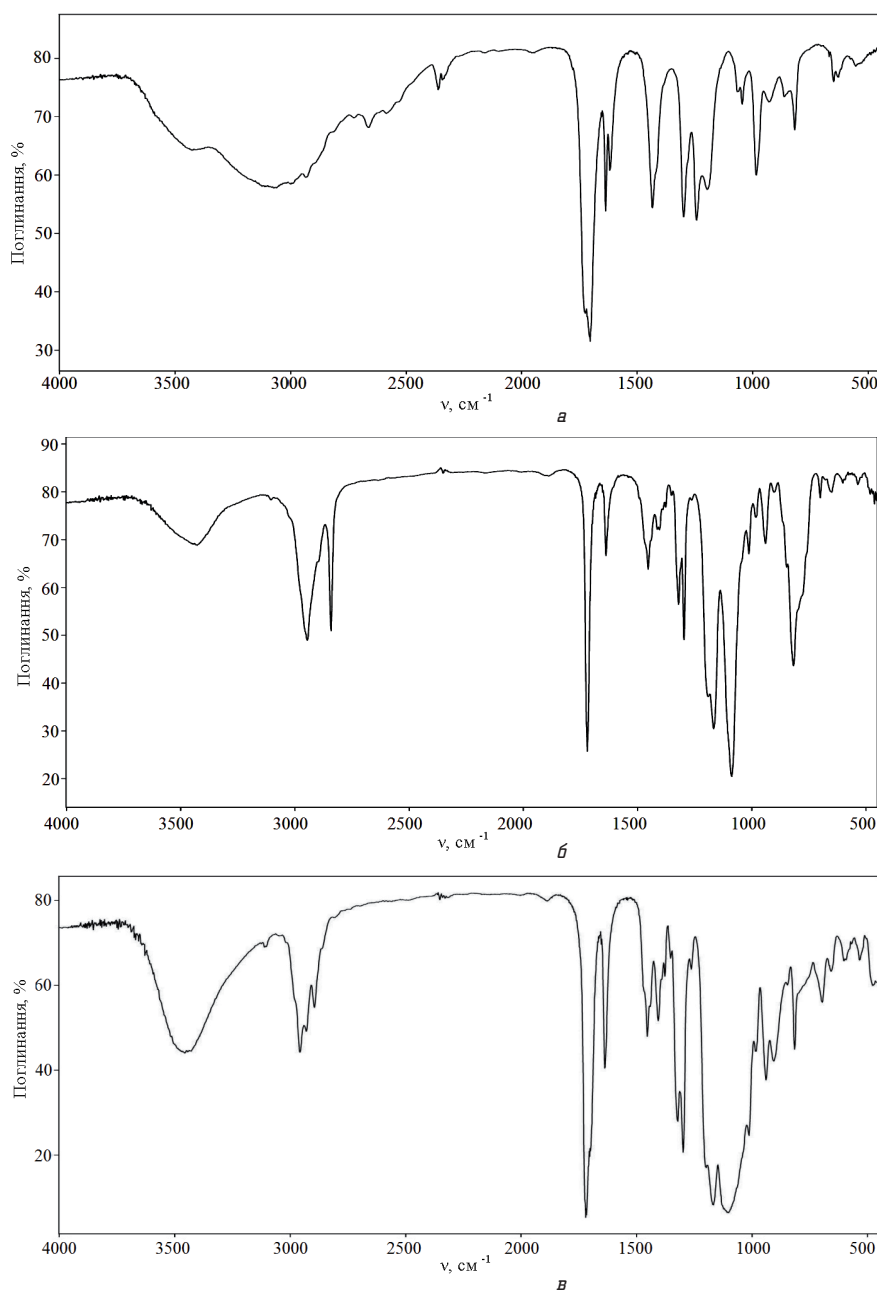


Рис. 4. Характеристики ІЧ-спектрів: а — мономеру акрилової кислоти; б — мономеру 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану; в — силіконакрилового кополімеру

Таблиця 4

ІЧ-спектральні характеристики мономерів та кополімеру акрилової кислоти та 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану

Мономер	Карбоксильна група				
	ν (COOH) для ненасичених C=C-COOH валентні коливання 1680–1720	ν (C-O) валентні коливання 1610–1555 1420–1335	ν (C=O) валентні коливання 1440–1395 1320–1210	ν (O-H) неплосцинне коливання 960–890	ν (O-H) асоційоване коливання 3300–2500
Акрилова кислота	1700	1610,1420	1300	960	2660
Кополімер	—	1610,1420	1400,1450	960	2960
Вініловий фрагмент					
Мономер	ν (C=O) для складних ефірів ненасичених кислот валентні коливання 1730–1710	ν (C=C) для аліфатичних сполук валентні коливання 1590–1690	ν (C=O) для сполук алкіл-COOH валентні коливання 1725–1700	—	—
Акрилова кислота	—	1650	1705	—	—
3-метакрил-оксипропіл-триметокси-силан	1705	1620	—	—	—
Кополімер	1705	1610	1705	—	—
Ефірний фрагмент					
Мономер	ν (C-O-C) для ефірів ненасичених аліфатичних кислот валентні коливання 1310–1250, 1180–1130	ν (C-O-C) для сполук R-COOR валентні коливання 1160–1250	—	—	—
3-метакрил-оксипропіл-триметокси-силан	1300, 1170	1170	—	—	—
Кополімер	—	1180	—	—	—
Мономер	ν (SiOCH ₃) валентні коливання 2840, 1190, 1090, 850–800	ν (C-H) деформаційні коливання 680–610	ν (C-C) валентні коливання 1240	—	—
Акрилова кислота	—	650	1240	—	—
3-метакрил-оксипропіл-триметокси-силан	1090, 830	650	—	—	—
Кополімер	1090, 820	680	—	—	—

Положення піків відповідних сигналів надано у (см⁻¹).

При дослідженні спектрів кополімеру акрилової кислоти та 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану встановлено, що в отриманому кополімері присутні смуги поглинання, характерні для валентних коливань зв'язків C=O (1400, 1450 см⁻¹), C-O (1610, 1420 см⁻¹) і O-H (960, 2960 см⁻¹) в карбоксильній групі, характерні також і для ІЧ-спектру акрилової кислоти. В спектрах кополімеру присутня інтенсивна смуга зв'язку C=O (1705 см⁻¹), яка є характерною для сполук типу алкіл-COOH. Смуга валентних коливань зв'язку C-O-C (1170 см⁻¹) є досить інтенсивна. Вона також характерна і для мономеру 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану. У спектрі кополімеру присутні смуги з максимумами при 1090, 820 см⁻¹, які свідчать про наявність груп SiOCH₃, як і в ІЧ-спектрі мономеру 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану.

7. Обговорення результатів дослідження методу отримання силіконакрилового кополімеру

В роботі досліджено метод отримання силіконакрилового кополімеру реакцією емульсійної кополімеризації акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану.

Досліджений метод має ряд переваг перед уже наявними, а саме: простота апаратурного оформлення, швидкість протікання реакцій, оптимальний темпера-

турний режим, відсутність каталізатора і використання тільки ініціатора реакції.

Даний метод синтезу дозволяє отримати кополімер акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану, який представляє собою в'язку прозору рідину без різкого запаху, розчинний в органічних розчинниках, придатний для застосування в лакофарбовій продукції в якості модифікатора поверхні.

Проведенні дослідження є продовженням роботи [11] по розробці технології отримання силіконакрилового кополімеру різними методами.

8. Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Отримано силіконакриловий кополімер методом емульсійної кополімеризації акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану з використанням ініціатора реакції (персульфату амонію) для створення модифікацій в зшивці полімеру.

2. На підставі вивчення кінетики протікання реакції кополімеризації (гравіметричним методом) було встановлено, що реакцію доцільно проводити протягом приблизно 4,5 годин при температурі 90 °С. Конверсія мономерів становить при цьому 53,3 %. В роботі виконані дослідження по впливу концентрації ініціатора (персульфату амонію) на протікання реакції кополімеризації силіконакрилового кополімеру. Встановлено,

що оптимальною є концентрація ініціатора реакції, яка складає 0,5 мас. %. При подальшому збільшенні кількості ініціатора вихід продукту реакції не змінюється.

3. Отриманий кополімер акрилової кислоти і 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилану представляє собою в'язку прозору рідину без різкого запаху, який розчинний в органічних розчинниках. Молекулярна маса отриманого кополімеру, визначена криоскопічним методом і складала від 2600 до 3700 г/моль. На основі даних титриметричного аналізу розраховано склад та будову отриманого силіконакрилового кополімеру. Кополімер проаналізовано на присутність функціональних груп за допомогою ІЧ-спектроскопії.

Література

1. Казакова, Е. Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения [Текст] / Е. Е. Казакова, О. Н. Скороходова. — М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. — 136 с.
2. Nagel, C. New silicone structures new hybrid structure yields versatile surface-modifying polymers [Text] / C. Nagel, M. Heekeren, A. Frank // European Coatings Journal. — 2010. — Vol. 04. — P. 32–39.
3. Модификатор ударной прочности, имеющий многослойную структуру, способ его получения и включающая его термопластичная смола [Электронный ресурс]: Пат. RU 2282637 Российская Федерация, МПК С 08 F 265/04, С 08 F 279/06, С 08 F 285/00, С 08 L 51/00 / Эн Джионгион, Хэн Сион-Хи, Ли Куанг-Джин; заявитель и патентообладатель Эл-Джи КЕМ, ЛТД. (KR). — № 2004125860/04; заявл. 26.12.2002; опубл. 27.08.2006, Бюл. № 24. — Режим доступа: \www/URL: http://www.findpatent.ru/patent/228/2282637.html
4. Rodríguez, R. Polymerization strategies to overcome limiting monomer conversion in silicone-acrylic miniemulsion polymerization [Text] / R. Rodríguez, M. J. Barandiaran, J. M. Asua // Polymer. — 2008. — Vol. 49, № 3. — P. 691–696. doi:10.1016/j.polymer.2007.12.027
5. Lin, M. Silicone-polyacrylate composite latex particles. Particles formation and film properties [Text] / M. Lin, F. Chu, A. Guyot, J.-L. Putaux, E. Bourgeat-Lami // Polymer. — 2005. — Vol. 46, № 4. — P. 1331–1337. doi:10.1016/j.polymer.2004.11.063
6. Curable silicone compositions [Electronic resource]: Patent US 5789485 США, МПК С 08 F 8/00, С 08 J 9/00 / Kobayashi A., Otomo T., Yoshida H.; assignee: Dow Corning Toray Silicone Co., Ltd. — № 08/773,746; filed 24.12.1996; published 04.08.1998. — Available at: \www/URL: https://www.google.com/patents/US5789485
7. Silicone resin-containing emulsion composition, method for making same, and article having a cured film of same [Electronic resource]: Patent US 5973068 США, МПК С 08 L 83/06, С 08 L 83/10 / Yamaya M., Kizaki H., Furuya M., Yamamoto A.; assignee: Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. — № 08/965491; filed 6.11.1997; published 26.10.1999. — Available at: \www/URL: https://www.google.com/patents/US5973068
8. Coating resin composition containing hydrolysable organosilane and an acrylic resin [Electronic resource]: Patent US 6090873 США, МПК С 08 К 3/34 / assignee: Okibe J., Inoue M., Haruna M., Yasuda A., Sunaga T., Iwabuchi Y., Sato N.; assignee: Matsushita Electric Works, Ltd., Toshiba Silicone Co. Ltd. — № 08/750745; filed 16.04.1996; published 18.07.2000. — Available at: \www/URL: https://www.google.com/patents/US6090873
9. Naghash, H. J. Synthesis and characterization of silicone modified acrylic resin and its uses in emulsion paints [Text] / H. J. Naghash, S. Mallakpour, N. Kayhan // Iranian polymer journal. — 2005. — Vol. 14(3). — P. 211–222.
10. Impact-resistant resin composition [Electronic resource]: Patent US 4994523 США, МПК С 08 L 51/04 / Sasaki I., Yamamoto N., Yanagase A.; assignee: Mitsubishi Rayon Company Limited. — № 07/299677; filed 23.01.1989; published 19.02.1991. — Available at: \www/URL: http://www.google.nl/patents/US4994523
11. Рубан, О. В. Получение силіконакрилового поверхнюстно-активного вещества методом безэмульсионной сополимеризации [Текст] / О. В. Рубан, Е. В. Киселёва-Логінова, Е. В. Попов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — № 6/6(72). — С. 24–28. doi:10.15587/1729-4061.2014.33109

ПОЛУЧЕНИЕ СОПОЛИМЕРА АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И 3-МЕТАКРИЛОКСИПРОПИЛ-ТРИМЕТОКСИСИЛАНА МЕТОДОМ ЭМУЛЬСИОННОЙ СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ

В статье приведены результаты исследований синтеза силіконакрилового сополимера методом эмульсионной сополимеризации акриловой кислоты (АК) и 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилана (ТМОПТМС). Установлено влияние температурно-временного фактора и концентрации инициатора (персульфата аммония) на ход реакции сополимеризации. На основании экспериментальных данных определены оптимальные условия проведения синтеза для получения геле- и порошкообразного продукта. Исследованы и охарактеризованы свойства полученных силіконакриловых сополимеров.

Ключевые слова: силіконакриловый полимер, 3-метакрилоксипропіл-триметоксисилан, акриловая кислота, эмульсионная сополимеризация.

Рубан Олеся Володимирівна, аспірант, кафедра екології, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Рубіжне, Україна, e-mail: rubanlesya@yandex.ua.

Кисельова-Логінова Катерина Валеріївна, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра екології, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Рубіжне, Україна, e-mail: perkiara@yandex.ru.

Попов Євген Вадимович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Рубіжне, Україна, e-mail: popov@iht.lg.ua.

Рубан Олеся Владимировна, аспірант, кафедра екології, Інститут хімічних технологій Восточноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Рубежное, Украина.

Киселёва-Логінова Катерина Валерьевна, кандидат технічних наук, старший преподаватель, кафедра екології, Інститут хімічних технологій Восточноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Рубежное, Украина.

Попов Евгений Вадимович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии, Інститут хімічних технологій Восточноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Рубежное, Украина.

Ruban Olesya, Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian University, Rubizhne, Ukraine, e-mail: rubanlesya@yandex.ua.

Kiseliova-Loginova Yekaterina, Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian University, Rubizhne, Ukraine, e-mail: perkiara@yandex.ru.

Popov Yevgeniy, Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian University, Rubizhne, Ukraine, e-mail: popov@iht.lg.ua