

УДК 678.027.74; 678.742.3; 678.046.3; 661.882; 547.1'127; 547.1'182

Вплив природи і кількості модифікаторів з атомами-комплексоутворювачами (Ті та В) на властивості композитів на основі поліпропілену

М.Я. Кузьменко¹, П.І. Баштаник¹, С.М. Кузьменко¹, Н.М. Ласковенко², В.П. Кіндрич¹

¹ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

8, пр. Гагаріна, Дніпро, 49005, Україна

²Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

Досліджено вплив природи модифікатора та його кількості для карбонату кальцію, як наповнювача поліпропілену. Показано, що в ряду використаних модифікаторів: тетрабутоксититану, тетрастеаратациклоксититану, трис[три(бутоксиди)титаноксид]борану і продуктів заміщення в останньому бутоксигруп на залишки стеаринової кислоти, найвищі показники фізико-механічних властивостей композиту на основі поліпропілену, а саме: міцності при розтязі до 82,1 МПа, ударної в'язкості за Шарпі до 59,0 кДж/м², досягнуто при використанні як модифікатора трис-[(бутоксиди)стеаратациклоксид]титаноксид]борану. Це зумовлено як гальмуванням деструктивних процесів у поліпропіленовій матриці, так і формуванням у ній додаткової сітки міцніших координаційних зв'язків між атомом бору у структурі модифікаторів і киснем наповнювача та продуктів деструкції поліпропілену.

Ключові слова: поліпропілен, карбонат кальцію, модифікатор, властивості, композит.

Одним з багатьох напрямів покращення властивостей композитних матеріалів і, одночасно, здешевлення їх собівартості є введення у полімерну матрицю наповнювачів різного виду та дисперсності [1]. Найчастіше використовують наповнювачі мінерального походження [2]. Як полімерну матрицю використовують полімери різних класів, а останнім часом частіше – термопласти, що дає змогу застосовувати для виробництва виробів з них доступне і потужне сучасне обладнання (литтєві машини і екструдери). Серед термопластів привертають увагу композити на основі поліпропілену, який має міцнісні характеристики вищі, ніж поліетилен, а також широку і потужну базу виробництва в Україні і у багатьох країнах світу.

Поліпропіленова матриця має ті ж самі закономірності, що і решта термопластів:

- чим вищий ступінь наповнення, тим менша текучість композиції;

- чим вища дисперсність наповнювача, тим меншу кількість його можна ввести у композицію, що призводить до меншого впливу неорганічного наповнювача на поліпшення властивостей отриманого композиту.

Такі негативні явища якоюсь мірою вдається подолати з використанням спеціальних речовин (модифікаторів), за рахунок хімічних реакцій між полімерною матрицею та наповнювачем, або за рахунок формування у

композиті, поряд з водневими зв'язками, додаткової сітки нових, міцніших фізичних взаємодій, що посилює адгезійні зв'язки між полімерною матрицею та наповнювачем, що приводить до покращення фізико-механічних характеристик композитного матеріалу.

Відомо [4, 5] використання як модифікатора, який підвищує текучість наповненої композиції, продуктів переетерифікації тетрабутоксититану аліфатичними монокарбоновими кислотами (насиченими або ненасиченими). Однак ці публікації (патенти) не розкривають питання впливу структури такого модифікатора та його кількості на зміну фізико-механічних характеристик композиційних матеріалів на основі поліпропілену.

Раніше [6] були виконані дослідження з модифікації карбонату кальцію титанорганічними сполуками, отриманими переетерифікацією тетрабутоксититану стеариновою кислотою. Використання такого наповнювача для поліпропілену дало змогу збільшити міцність композиту при розтязі до 74,5 МПа та ударну в'язкість за Шарпі до 52,9 кДж/м².

Метою роботи було дослідити властивості композитів на основі поліпропілену, наповненого карбонатом кальцію, який попередньо був би оброблений модифікаторами ряду: трис[три(бутоксиди)титаноксид]бораном і продуктами його переетерифікації стеариновою кислотою, а також порівняти отримані результати з

Таблиця 1. Хімічні формули сполук, які використовували для модифікації поверхні карбонату кальцію

№ з/п	Хімічна формула	№ з/п	Хімічна формула
1	$Ti(OC_4H_9)_4$	6	$V[OTi(OC_4H_9)_2(OOCC_{17}H_{35})_3]$
2	$Ti(OOCC_{17}H_{35})_4$	7	$V\langle [OTi(OC_4H_9)(OOCC_{17}H_{35})_2]$ $[OTi(OC_4H_9)_2(OOCC_{17}H_{35})_2]$
3	$V[OTi(OC_4H_9)_3]$	8	$V\langle [OTi(OC_4H_9)(OOCC_{17}H_{35})_2]$ $[OTi(OC_4H_9)_2(OOCC_{17}H_{35})]$
4	$OTi(OC_4H_9)_2(OOCC_{17}H_{35})$ $V\langle [OTi(OC_4H_9)_3]$	9	$V[OTi(OC_4H_9)(OOCC_{17}H_{35})_2]_3$
5	$[OTi(OC_4H_9)_2(OOCC_{17}H_{35})_2]$ $V\langle [OTi(OC_4H_9)_3]$	10	$V[OTi(OOCC_{17}H_{35})_3]_3$

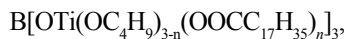
описаними у роботі [6].

Експериментальна частина.

Як полімерну матрицю для отримання композитного матеріалу використовували поліпропілен марки А4-71К (виробництва ПРАТ «ЛИНІК», м. Лисичанськ, Україна), ТУ У 24.1-32292929-003:2007 з показниками: $T_{пл} = 165-170$ °С; показник текучості розплаву 2,13 г/10 хв.; міцність при розтязі 34,9 МПа; ударна в'язкість за Шарпі 44,9 кДж/м².

Як наповнювач використовували карбонат кальцію (крейду) марки ММС-2 з дисперсністю ≤ 40 мкм, вологістю 1,8 % мас. (виробництва Слов'янського крейдовапняного заводу). Це – порошкоподібний білий продукт, який широко використовують у будівництві як наповнювач для фарб, замазок і т.п. Він екологічно безпечний для людини, не виділяє шкідливих речовин при нагріванні аж до температури 500 °С, практично не мігрує із композитного матеріалу у навколишнє середовище.

Як модифікатори для карбонату кальцію (крейди) використовували трис[три-(бутоксигитанокси)боран (ТТБТОБ) та продукти його переестерифікації стеариновою кислотою за різного ступеня заміщення бутоксигруп на залишок стеаринової кислоти загальної формули:



де: $n = 3 \div 0$.

Для порівняння впливу природи модифікаторів на фізико-механічні властивості композитів використовували тетрабутоксититан (ТБТ) і тетрастеаратациклоксититан формули $Ti(OOCC_{17}H_{35})_4$, з використанням якого у роботі [6] досягнуті найкращі властивості композиту на основі поліпропілену: міцність при розтязі 74,6 МПа, ударна в'язкість за Шарпі 54,3 кДж/м².

Обробку наповнювача модифікатором (5 % за масою розчином у бутанолі) виконували за методом, оприлюдненим у [7]. Кількість модифікатора на 100 % речовини від маси наповнювача варіювали від 0,00 до 1,25 % мас. з кроком 0,25 % мас. Синтез модифікаторів і їхні фізико-хімічні константи оприлюднені у джерелах

[8, 9].

Попередню гомогенізацію поліпропілену як з не модифікованим, так і з модифікованим карбонатом кальцію проводили з використанням черв'ячно-дискового екструдера ЕД-2,2, а виготовлення дослідних зразків композитів – на литтєвій машині Kuasy 25x32/1 за температури 210–230 °С по зонах циліндра.

Раніше [6] було встановлено, що оптимальною кількістю немодифікованого карбонату кальцію в поліпропіленовому композиті є 20 % мас. Саме ця композиція і була вихідною для проведення досліджень.

Показники фізико-механічних властивостей дослідних зразків композитних матеріалів визначали як середньоарифметичну величину з п'ятьох паралельних випробувань через 72 год. після виготовлення, згідно з діючими стандартами.

Результати дослідження та їх обговорення.

Оскільки карбонат кальцію не має функціональних груп з рухомим атомом водню у структурі і не здатний вступати у хімічні реакції з бутоксигрупами біля атома титану у структурі апрета, то взаємодія поліпропілену з крейдою може проявлятися тільки за рахунок реалізації фізичних зв'язків і механічних зачеплень.

У табл. 1 наведені хімічні формули сполук, які використовували як модифікатори.

На першому етапі досліджень вивчали вплив кількості та природи розглянутого ряду сполук на фізико-механічні властивості отриманих композитів на основі поліпропілену за ступеня наповнення 20 % мас.

Спочатку визначились з двома модифікаторами з табл. 1, а саме: з ТБТ (сполука 1) і ТТБТОБ (сполука 3), яка відрізняється від ТБТ наявністю у структурі додаткового атома бору.

У табл. 2 наведені порівняльні дані властивостей отриманих композитів при використанні як модифікатора карбонату кальцію ТБТ і ТТБТОБ та їх кількості.

Результати табл. 2 свідчать, що при використанні як модифікатора для карбонату кальцію ТТБТОБ, у порівнянні з композицією з немодифікованою крейдою у її складі, зростають показники властивостей композитного

Таблиця 2. Порівняльні дані показників фізико-механічних властивостей композитів на основі поліпропілену, наповнених 20 % мас. карбонату кальцію

Модифікатор	Показники властивостей	Кількість модифікатора на наповнювачі, % мас. від маси наповнювача					
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
ТБТ	Показник текучості розплаву, г/10 хв.	2,88	3,02	3,25	3,70	3,73	3,86
	Густина, кг/м ³	948	976	1005	1010	1020	1027
	Міцність при розтязі, МПа	60,8	61,2	62,2	63,1	60,2	58,1
	Відносне подовження, %	130	123	117	118	120	128
	Ударна в'язкість за Шарпі, кДж/м ²	45,9	46,3	46,9	47,3	45,9	44,2
ТТБТОБ	Показник текучості розплаву, г/10 хв.	2,88	2,90	3,01	3,09	3,30	3,46
	Густина, кг/м ³	948	972	990	998	1002	1005
	Міцність при розтязі, МПа	60,8	61,8	63,9	64,3	63,7	62,8
	Відносне подовження, %	130	121	116	122	126	130
	Ударна в'язкість за Шарпі, кДж/м ²	45,9	46,3	47,1	47,5	46,8	45,7

матеріалу, а саме: показник текучості розплаву, густина (оскільки підвищується упорядкування макромолекул матриці), міцність при розтязі та ударна в'язкість за Шарпі. І хоча зростання цих показників не набагато вище за аналогічні показники для зразків композитів, в яких як модифікатор використовували ТБТ, однак в усіх випадках вони вищі. Разом з тим, привертає увагу той факт, що, незважаючи на наявність у ТТБТОБ у два рази більшої кількості реакційноздатних бутоксигруп біля атомів титану, це практично ніяк не позначилося на зростанні фізико-механічних показників композитів, тобто реакції за участю бутоксигруп біля атомів титану у композиційному матеріалі практично відсутні.

На другому етапі досліджень вивчали вплив природи використаного модифікатора (з ряду похідних ТТБТОБ і стеаринової кислоти з різним ступенем заміщення бутоксигруп на стеаратні) та його кількості на основні показники фізико-механічних властивостей (міцності при розтязі та ударної в'язкості за Шарпі) композитів. Такі дані наведені на рис. 1 і 2.

Як бачимо з даних рис. 1 і 2, залежність величини міцності при розтязі та ударної в'язкості за Шарпі отриманих композитних матеріалів від кількості модифікатора

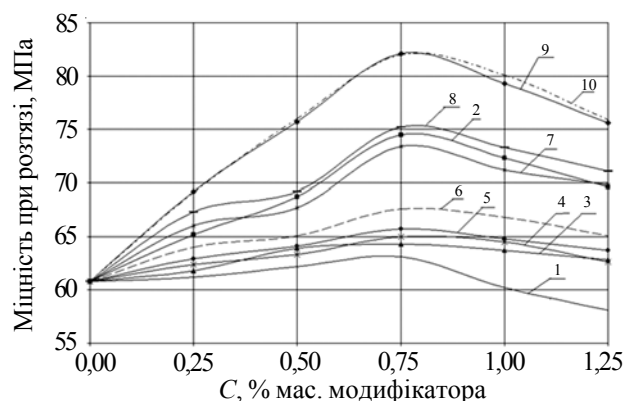


Рис. 1. Залежність міцності при розтязі композиту від кількості модифікатора, використаного з ряду сполук, вказаного у табл. 1. Номер кривої відповідає номеру модифікатора у табл. 1

на поверхні карбонату кальцію в усіх випадках має екстремальний характер, що свідчить про ідентичність процесів, які мають місце у полімерній наповненій системі, з максимумом за вмісту модифікатора на наповнювачі на рівні 0,75÷1,00 % мас. від маси наповнювача. Якщо на початку процесу зі збільшенням кількості використаного модифікатора спостерігали зростання таких показників в отриманих композитах, то при подальшому введенні модифікатора, понад оптимальну кількість, він починає виступати як пластифікатор, руйнуючи частину вже сформованих фізичних зв'язків і тим сильніше, чим більший надлишок модифікатора введено.

Щодо впливу природи використаного модифікатора у розглянутому гомологічному ряду, то зі зростанням у молекулі трис[три(бутокси)титанокси]борану кількості бутоксигруп біля атома титану, заміщених на стеаратацилоксильний залишок, величина максимальних показників міцності при розтязі та ударної в'язкості за Шарпі постійно зростають для ТТБТОБ від 64,3 МПа та 47,5 кДж/м² відповідно до 82,1 МПа та 59,0 кДж/м² для сполуки 9 (табл. 1), яка містить у структурі шість стеаратацилоксильних радикалів.

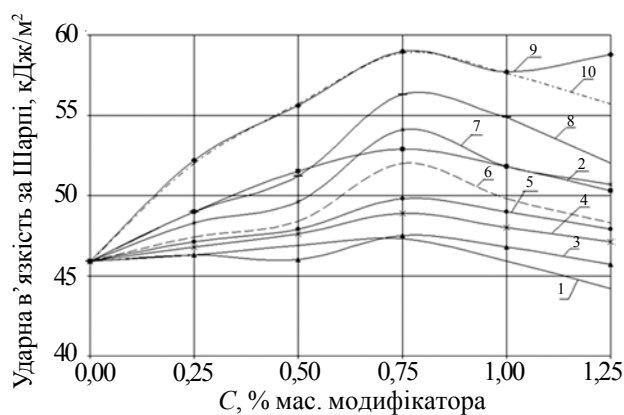


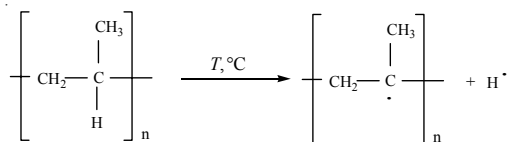
Рис. 2. Залежність ударної в'язкості за Шарпі у композиту від кількості модифікатора, використаного з ряду сполук, вказаного у табл. 1. Номер кривої відповідає номеру модифікатора у табл. 1

У подальшому, при використанні як модифікатора сполук з більшим числом стеаратацилоксильних радикалів у структурі, істотних змін механічних показників композитів не спостерігали.

Отримання таких високих фізико-механічних показників композитів на основі поліпропілену можна пояснити таким:

- на полярній поверхні наповнювача адсорбуються тонким шаром молекули модифікатора, які фіксуються за рахунок реалізації як водневих зв'язків, так і координаційних між атомами-комплексоутворювачами (В і Тi) і киснем карбонату кальцію, а також за рахунок механічних зачеплень більш високомолекулярних продуктів гідролізу молекул модифікатора та за рахунок вологи, адсорбованої у порах часток карбонату кальцію. Крім того, при переробці такої поліпропіленової композиції методом лиття під тиском за температури 210–230 °С спостерігали два різних механізми деструкції полімерної матриці [11]:

- *термічна*, з розпадом деяких ланок поліпропілену на радикали за схемою:



з подальшою рекомбінацією їх і зростанням внутрішніх напружень і, нарешті, руйнуванням композиту.

При використанні як модифікатора ненасичених сполук (стирол, акрилати та ін.) вдалося цей негативний наслідок перетворити на позитивне явище, спрямувавши радикальний процес деструкції на модифікацію радикалів ненасиченими сполуками, тобто перетворивши процес руйнування на процес кополімеризації.

- *термоокиснювальна деструкція*, яка супроводжується окисненням киснем повітря, адсорбованого у механічній суміші композиції, що завантажена у литтєву машину, у першу чергу, водню біля третинного атома карбону ланки поліпропілену, з утворенням пероксидних, потім гідроксильних, а далі – альдегідних, карбоксильних і інших кисневмісних груп.

У цьому випадку наявність у структурі модифікатора

атомів-комплексоутворювачів (В і Тi) позитивно впливає на гальмування процесу подальшого окиснення як зв'язуванням кисневмісних продуктів окиснення координаційними, міцнішими за водневий зв'язками, так і утворенням нової кількості водневих зв'язків між дуже сильно поляризованою групою $\equiv\text{TiOCOR}$ і поверхнею карбонату кальцію, або киснем продуктів окиснення поліпропіленової ланки, або зв'язуванням з атомами бору і титану сусідніх молекул модифікатора. Це підтверджується тим, що, при заміні у молекулі трис-[три(бутоксититанокси)борану шести бутоксигруп на стеаратацилоксильні радикали, за інших однакових умов, спостерігали зростання міцності при розтязі композиту на 17,8 МПа, а ударної в'язкості за Шарпі – на 11,5 кДж/м².

Слід також підкреслити, що, зі зростанням у структурі використаного модифікатора кількості стеаратацилоксильних радикалів одночасно зростає показник текучості розплаву композиції від 2,88 г/10 хв. для вихідної (наповненої неапретованою крейдою) композиції до 3,70 г/10 хв. у випадку використання як модифікатора 0,75 % мас. ТБТ, до 3,09 г/10 хв. у випадку використання як модифікатора 0,75 % мас. ТБТОБ і до 4,51 г/10хв. у випадку використання як модифікатора 0,75 % мас. сполуки №9 (табл. 1). Збільшення текучості наповненої композиції дає змогу підвищити ступінь її наповнення дешевшим наповнювачем і знизити собівартість виробів з неї.

Для підтвердження цього висновку з використанням як модифікатора сполуки №9 (табл. 1) були проведені експерименти з підвищення ступеня наповнення композиції карбонатом кальцію. У табл. 3 подані результати цих експериментів.

Як бачимо з наведених даних, з підвищенням ступеня наповнення дослідних зразків поліпропілену від 20 до 30 % мас. (при використанні як модифікатора сполуки № 9, табл. 1) фізико-механічні показники цільового композитного матеріалу дещо зростають, а потім, при збільшенні ступеня наповнення карбонатом кальцію до 35 і 40 % мас. – зменшуються. Отже, для виробів на основі розробленої композиції, для яких не потрібно дуже великих фізико-механічних показників, з метою здешевлення їх собівартості, можна рекомендувати

Таблиця 3. Вплив кількості карбонату кальцію, модифікованого сполукою № 9 у кількості 0,75 % від маси наповнювача, на властивості отриманих композитів

Показники	Ступінь наповнення карбонатом кальцію, % мас.				
	20,0	20,0	30,0	35,0	40,0
Кількість модифікатора № 9 (табл. 1), % мас. від кількості наповнювача	0	0,75	0,75	0,75	0,75
Показник текучості розплаву, г/10 хв	2,88	4,51	3,90	3,45	3,05
Густина, кг/м ³	948	1031	1045	1058	1070
Міцність при розтязі, МПа	60,8	78,3	79,8	77,6	64,3
Відносне подовження, %	130	123	117	109	101
Ударна в'язкість за Шарпі, кДж/м ²	45,9	59,0	61,5	58,7	56,1

ступінь наповнення поліпропілену до 35–40 % мас.

Висновки.

Отже, виконані дослідження поліпропілену, наповненого карбонатом кальцію, попередньо модифікованого похідними трис[три(бутокси)титанокси]борану, переетерифікованого стеариною кислотою, показали, що:

- максимальна кількість модифікатора на наповнювачі, при якій реалізуються найбільш високі механічні показники отриманих композитів, становить ~0,75 % мас. від маси наповнювача і мало залежить від природи модифікатора у використаному гомологічному ряду;
- найкращими механічними показниками (міцність при розтязі 82,1 МПа і ударна в'язкість за Шарпі 59,0 кДж/м²) характеризуються композити, в яких карбонат кальцію оброблений модифікатором (сполука 9, табл. 1), що вище показників для матеріалів з наповнювачем, необробленим модифікатором (міцність при розтязі 60,8 МПа і ударна в'язкість за Шарпі 45,9 кДж/м²), або кращо-

го зразка, в якому карбонат кальцію оброблений тетрастеаратацилоксититаном [6] (міцність при розтязі 74,5 МПа і ударна в'язкість за Шарпі 52,9 кДж/м²);

- введення модифікатора у полімерний композиційний матеріал на основі поліпропілену, наповненого карбонатом кальцію, обробленого похідними трис[три(бутокси)титанокси]борану і стеариною кислотою, дає змогу отримувати термопластичні композиційні матеріали не тільки з вищими фізико-механічними показниками, у порівнянні з використанням карбонату кальцію, обробленого продуктами переетерифікації тетрабутоксититану стеариною кислотою, а й дешевші, за рахунок можливості підвищити ступінь наповнення композиту до 35–40 % мас.;

- розроблені нові поліпропіленові композитні матеріали конкурентоспроможні, оскільки мають більш високі механічні показники, і, одночасно, меншу, у порівнянні з матеріалами на основі вихідного поліпропілену, собівартість.

Література

1. Mikulenas I. A. Klassifikatsiya termoplasticheskikh kompozitsionnykh materialov I ikh napolnitelei [Classification of thermoplastic composite materials and fillers]. *Plasticheskie Massy*, 2012, no. 9: 29-38. (in Russian).
2. Katz G. S. Napolniteli dlya polimernykh kompozitsionnykh materialov [Fillers for polymer composites]. *Khimiya*, Moscow, 1981: 736 (in Russian).
3. Sirotkin E. E. Kompozitsionnye materialy na osnove polipropilena [Composite materials on the basis of polypropylene]. *Plasticheskie Massy*, 1997, no. 2: 27. (in Russian).
4. Pat. 4094853 USA, CL. 260/40R, C08K 9/04. Alkoxy titanate salts useful as coupling agents / Salvatore J. Monte, Gerald Sugerman; Kenrich Petrochemicals, Inc. No 4094853; Appl. 15.05.1975, No. 577922; Publ. 13.06.78.
5. Pat. 221568 Japan. MKI: C07F7/28, C08K5/56 (Rehim. 14H186П.1988). Technologicheskoe compound and an agent for surface treatment, comprising its as active component. Also Masayuki, Kobayashi-Ninuki, Andsave Mamoru, Nippon Soda. Application 62 – 89690 Jap. Appl. 1.10.85 No. 60 – 221568. Publ. 24.04.87.
6. Bashtannik P. I., Kuzmenko M. Ya., Kuzmenko S. M., Kindrich V. P. Vlastivosti kompozity na osnovi polipropilenu, napovnenogo apretovanim karbonatom kal'siya [Properties of compo on the basis of the polypropylene filled with the dressed calcium carbonate]. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii*, Dnipropetrovsk: 2016, no. 4: 38-42. (in Russian).
7. Bashtannik P. I., Kuzmenko M. Ya., Kuzmenko S. M., Golovan, A. G. Doslidzhennia vlastivitei polimernykh materialiv na osnovi polipropilenu, napovnenogo gidroksidom alyuminiyu [Study of properties of polymer materials based on polypropylene filled with aluminium hydroxide]. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii*, Dnipropetrovsk: 2015, no. 6 (104): 25-31. (in Russian).
8. Kuzmenko M. Ya., Kuzmenko S. M., Skrynnik O. V. Sintez i svoistva [(butoksi)titanoksi]boranov [Synthesis and properties [(butoxy)titanoxyl]boranes]. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii*, Dnipropetrovsk: 2014, no. 1: 53-57.
9. Kuzmenko M. Ya., Kuzmenko S. M., Skrynnik O. V. Sintez i fiziko-khimicheskie svoistva [(butoksi)(stearatatsiloksi)titanoksi]boranov [Synthesis and physical and chemical properties [(butoxy)(stearateacyloxy)titanoxyl]boranes]. *Izv. VUZov RF. ser. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*. 2015, **58**, no. 9: 10-14.
10. Kuzmenko M. Ya., Kuzmenko S. M., Skrynnik O. V. Sintez i svoistva [(butoksi)(stearatatsiloksi)titanov i poly[(butoksi)(stearatatsiloksi)titanoksanatov] [Synthesis and properties [(butoxy)(stearateacyloxy)titan and poly[(butoxy)(stearateacyloxy)titanoxanates]. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii*, Dnipropetrovsk. – 2015, no. 1: 19-26.
11. Ambroz I. Polipropilen [Polypropylene] (Russ. ed.). Leningrad, *Khimiya Publ.* 1967: 316.

Надійшла до редакції 30 березня 2017 р.

Влияние природы и количества модификатора с атомами-комплексообразователями (Ті и В) на свойства композитов на основе полипропилена

Н.Я. Кузьменко, П.И. Баштаник, С.Н. Кузьменко, Н.Н. Ласковенко, В.П. Кіндрич

¹Государственный химико-технологический университет

7, ул. Гагарина, Днепропетровск, 49005, Украина

²Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины

48, Харьковское шоссе, Киев, 02160, Украина

Исследовано влияние природы модификатора и его количества для карбоната кальция, как наполнителя полипропилена. Показано, что в ряду использованных модификаторов: тетрабутоксититан, тетрастеаратацилоксититан, трис[три(бутокси)титанокси]боран и продуктов замещения в последнем бутокси групп на остатки стеариновой кислоты, наивысшие показатели физико-механических свойств композита на основе полипропилена, а именно: прочности при растяжении – до 82,1 МПа, ударной вязкости по Шарпи – до 59,0 кДж/м²), достигнуты при использовании в качестве модификатора трис[(бутокси)ди(стеаратацилокси)-титанокси]борана. Это обусловлено как замедлением деструктивных процессов в матрице полипропилена, так и формированием в ней дополнительной сетки более крепких координационных связей между атомом бора в структуре модификаторов и кислородом наполнителя и продуктов деструкции полипропиленовой матрицы.

Ключевые слова: полипропилен, карбонат кальция, модификатор, свойства, композит.

Influence of nature and amount of the modifikators with complex-forming atoms (titanium and boron) on properties of polypropylene-based compos

М. Ya. Kuzmenko, P.I. Bashtanyk, S.M. Kuzmenko, N.N. Laskovenko, V.P. Kindrich

¹State University of Chemical Technology

7, Gagarin str., Dnepropetrovsk, 49005, Ukraine

²Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine

48, Kharkivske shose, Kyiv, 02160, Ukraine

The results of investigations of the influence of nature of the modifikator and his amount are brought for a calcium carbonate, as filler of polypropylene. It has been shown that in a number of the used coupling agents: tetrabutoxytitanium, tetrastearateacyloxytitanium, tris[tri(butoxy)titanoxy]borane and substitution products in the last butoxy groups on the remains of the stearic acid, the higher the physico-mechanical properties of the composite based on polypropylene, namely: tensile strength – up to 82,1 Mpa, impact strength Charpy – up to of 59,0 kJ/m², achieved by using as the dressing of tris[tri(butoxy)titanoxy]borane. This fact is caused both by slowing down the destructive processes in the matrix of polypropylene, and forming additional grid stronger coordination bonds between the boron atom in the structure of coupling agents and oxygen filler and degradation products of polypropylene matrix.

Keywords: polypropylene, calcium carbonate, modifikator, properties, composite.