

УДК 678.027.3; 678.029.46; 678.744; 547.1' 1824' 26; 547.1' 1824 231.1

*П.І. Баштаник, М.Я Кузьменко, С.М. Кузьменко, Ю.В. Ропай, Я.Ю Дацько,  
М.М. Тимошук*

### ЕТОКСИАМІНОПОХІДНІ КОНДЕНСОВАНОГО БУТИЛОВОГО ЕТЕРУ ОРТОТИТАНОВОЇ КИСЛОТИ В ЯКОСТІ АПРЕТІВ БАЗАЛЬНОГО ВОЛОКНА ДЛЯ БАЗАЛЬНОПЛАСТИКІВ

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ

Досліджено застосування в якості апретів базального волокна аміноетоксипохідних продуктів гідролітичної конденсації бутилових етерів ортотитанової кислоти різної молекулярної маси. Показано, що використання таких олігомерних сполук, у молекулі яких присутні внутрішньомолекулярноциклізовані і драбиноподібні структури, дозволяє отримувати базальнопластики із більш високою міцністю при розтязі (162,3 МПа), що на 20,0% вище від досягнутої при використанні для апретування ді-(аміноетокси)ди(бутокси)титанату. Підвищення фізико-механічних властивостей нових базальнопластиків гарантує надійну експлуатацію виробів з них і в більш широкому діапазоні навантажень.

Термопласти використовуються у різних областях господарства, у тому числі і для виробів конструкційного призначення. Введення наповнювачів у них не тільки знижує собівартість виробів із композиційного матеріалу, але й сприяє одночасному підвищенню фізико-механічних характеристик. Особливу доцільність забезпечує введення волокнистих наповнювачів (неорганічної і органічної природи) [1–3]. При цьому, посилюються такі властивості композиційного матеріалу, як: опір до удару, міцність при розтязі, стійкість до зносу, до розтріскування, теплостійкість.

Разом з цим, найбільший ефект досягається у тому випадку, коли між волокнами наповнювача і полімерної матриці на межі розподілу фаз реалізуються не тільки фізичні, але і хімічні зв'язки, які посилюють адгезійну взаємодію і, як результат, забезпечують підвищення фізико-механічних характеристик композиту.

У продовження раніше опублікованих результатів робіт з розробки базальнопластиків на основі суміші термопластів: (поліаміду 6 та вторинного поліетилентерефталату), армованих базальтовим волокном [4], у даній роботі наводяться дані з використання в якості агенту для оброблення базального волокна аміноетоксипохідних продуктів гідролітичної конденсації бутилового етеру ортотитанової кислоти різної молекулярної маси. Вони були синтезовані методом переетерифікації продуктів часткової гідролітичної конденсації бутилових етерів ор-

тотитанової кислоти різної молекулярної маси, одержаних за методикою [5], моноетаноламіном при співвідношенні на 1 г.екв. відповідного бутокси-похідного – 0,5 г.екв. (або 0,5 моль) моноетаноламіну. У процесі гідролітичної конденсації тетрабутоксититанату, в залежності від взятої в реакцію кількості води, формуються олігомерні продукти різної молекулярної маси з внутрішньомолекулярноциклізованими і драбиноподібними структурами у ланцюзі, і в тим більшій кількості, чим більше води введено у реакційну суміш. А це неодмінно повинно відобразитися на зростанні величини адгезійної міжмолекулярної як фізичної, так і, за рахунок функціональних груп, хімічної взаємодії.

Як і в попередніх роботах [4], у якості полімерної матриці використовували суміш поліаміду 6 марки 210/310 (виробництва ВО «Гроднохімволокно», Республіка Білорусь) з вторинним поліетилентерефталатом (густина – 1350 кг/м<sup>3</sup>, показник текучості розплаву – 4,52 г/10 хв, міцність при розтязі – 56 МПа, відносне видовження при розриві – 16%, теплостійкістю за Віка – 194°C) при їх співвідношенні 96:4, мас.%.

Як наповнювач використовували рубане базальтове волокно із джгута марки О 330 (ТУ.У. 00292729001 – 96). Підготовку волокна та виготовлення зразків здійснювали за методикою, описаною у [4], з використанням екструдера ЭД-2,2 і литевої машини Quasy 25×32/1. Апретування волокна здійснювали 5 мас.% розчином відповідного апрету у бутиловому спирті.



Властивостi базальтопластикiв, армованих апретованим базальтовим волокном

№ п/п	Структурна формула апрету	Властивостi базальтопластикiв	Кiлькiсть апрету на базальтовому волокнi, мас. %						
			0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
1	Ti(OС <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>2</sub> -(OСH <sub>2</sub> СH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> М.М=134; г.екв.(по бутоксигрупам)=157,0	Показник текучостi розплаву, г/10хв	1,05	1,15	1,26	1,30	1,40		
		σ <sub>р</sub> , МПа	92,8	118,5	128,4	134,0	130,5		
		ε, %	10	9	8	8	8		
		Ударна в'язкiсть за Шарпi, кДж/м <sup>2</sup>	39	39	40	43	44		
		Теплостiйкiсть за Вiка, °С	208	209	210	211	211		
2	[(H <sub>9</sub> C <sub>4</sub> O)-TiO <sub>0,565</sub> -(OС <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>0,435</sub> -(OСH <sub>2</sub> СH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> ) <sub>1,435</sub> ] <sub>1,2,59</sub> М.М=642; г.екв.(по бутоксигрупам)=172,73	Показник текучостi розплаву, г/10хв	1,05	1,15	1,24	1,32	1,28		
		σ <sub>р</sub> , МПа	92,8	117,0	128,8	138,2	132,8		
		ε, %	10	10	8	8	10		
		Ударна в'язкiсть за Шарпi, кДж/м <sup>2</sup>	39	40	41	42	40		
		Теплостiйкiсть за Вiка, °С	210	212	215	216	216		
3	[(H <sub>9</sub> C <sub>4</sub> O)-TiO <sub>0,705</sub> -(OС <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>0,295</sub> -(OСH <sub>2</sub> СH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> ) <sub>1,295</sub> ] <sub>1,3,16</sub> М.М=754,5; г.екв.(по бутоксигрупам)=184,37	Показник текучостi розплаву, г/10хв	1,05	1,19	1,25	1,38	1,36		
		σ <sub>р</sub> , МПа	92,8	127,0	133,0	145,0	136,3		
		ε, %	10	8	8	8	8		
		Ударна в'язкiсть за Шарпi, кДж/м <sup>2</sup>	39	41	45	44	41		
		Теплостiйкiсть за Вiка, °С	208	213	216	216	213		
4	[(H <sub>9</sub> C <sub>4</sub> O)-TiO <sub>0,94</sub> -(OСH <sub>2</sub> СH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> ) <sub>1,02</sub> ] <sub>1,04</sub> М.М=796,7; г.екв.(по бутоксигрупам)=197,2	Показник текучостi розплаву, г/10хв	1,05	1,09	1,10	1,18	1,16		
		У <sub>р</sub> , МПа	92,8	116,8	136,4	162,3	138,7		
		ε, %	10	8	8	8	9		
		Ударна в'язкiсть за Шарпi, кДж/м <sup>2</sup>	39	42	44	46	44		
		Теплостiйкiсть за Вiка, °С	208	211	217	218	215		
5	[(H <sub>9</sub> C <sub>4</sub> O)-TiO <sub>1,15</sub> -(OСH <sub>2</sub> СH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> ) <sub>0,85</sub> ] <sub>1,5,4</sub> М.М=994,15; г.екв.(по бутоксигрупам)=211,11	Показник текучостi розплаву, г/10хв	1,05	1,15	1,23	1,28	1,28		
		σ <sub>р</sub> , МПа	92,8	120,8	147,5	158,5	133,0		
		ε, %	10	8	7	7	8		
		Ударна в'язкiсть за Шарпi, кДж/м <sup>2</sup>	39	39	42	40	39		
		Теплостiйкiсть за Вiка, °С	208	215	222	221	220		

значення міцності при розтязі характеризують їх сумісну сумарну дію. Подальше збільшення молекулярної маси використаного апрету призводить до зниження міцнісних характеристик досліджуваних зразків базальтопластиків, скоріш за все, з причини підвищення внутрішніх напружень. Що стосується показника текучості розплаву, то його зростання у всіх випадках свідчить про те, що всі розглянуті сполуки на першому етапі виступають як внутрішня маслильна речовина, яка сприяє підвищенню текучості композиції при перероблення.

Найбільш наглядно вплив структури, кількості і природи використаного апрету на міцнісні характеристики одержаних базальтопластиків прослідковується з кривих на рис. 1.

На рис. 2 показана залежність адгезійної міцності у системі «термопласт-базальтове волокно» від концентрації апретів.

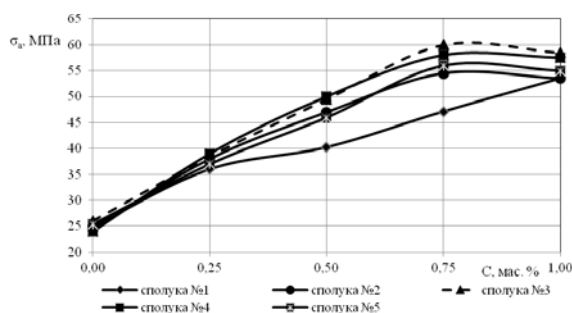


Рис. 2. Залежність адгезійної міцності у системі «термопласт-базальтове волокно» від концентрації апретів на волокні (поліамідна матриця модифікована вторинним ПЕТФ)

Дослідження адгезійної міцності здійснювали прямим методом, відповідно [6]. Одержані залежності підтверджують, що оптимальна кількість апретів ряду, що розглядається, на базальтовому волокні при армуванні суміші термопластів складає не менше 0,75 мас.%.

Отримані результати свідчать, що:

– зі збільшенням концентрації апрету на волокні до визначеної кількості у всіх випадках спостерігається зростання фізико-механічних

показників базальтопластиків. Найвищі значення були досягнуті при вмісті апрету на волокні 0,75 мас.%;

– розроблений базальтопластик на основі суміші термопластів поліаміду-6 і поліетилентерефталату, армований апретованим базальтовим волокном, за своїми фізико-механічними показниками, наприклад, міцності при розтязі, перевищує склонаповнений поліамід марки «Гродноамід ПА6-Л-СВ 30» [7,8] на 20% (досягнута міцність при розтязі, склала  $\sigma_p=162,3$  МПа проти відповідно 135 МПа);

– за рахунок використання у складі розроблених базальтопластиків більш доступних і дешевших сировинних матеріалів деталі на їх основі можуть бути конкурентоспроможними для використання в різноманітних механізмах та конструкціях.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тростянская Е.Б. Термопласты конструкционного назначения. – М.: Химия, 1975. – 240 с.
2. Липатов Ю.С. Физико – химические основы наполнения полимеров. – М.: Химия, 1991. – 259 с.
3. Зеленский Э.С., Куперман А.М., Горбаткина Ю.А. Армированные пластики – современные конструкционные материалы // Рос. хим. журн. – 2001. – № 2. – С.56-74.
4. Властивості базальтопластиків на основі сумішей термопластів / Баштаник П.І., Кузьменко М.Я., Коляда С.Ю., Маласай В.Г. // Вопр. химии и хим. технологии. – 2012. – № 6. – С.66-68.
5. Кузьменко С.Н., Бурмистр М.В., Кузьменко Н.Я. Синтез и свойства продуктов гидролитической конденсации тетрабутоксититана // Вопр. химии и хим. технологии. – 2007. – № 1. – С.67-72.
6. Горбаткина Ю.А. Адгезионная прочность в системе полимер-волокно. – М.: Химия, 1987. – 192 с.
7. Гродненское ПО «Химволокно». Развитие производства композиционных материалов на основе полиамида-6 // Пластические массы. – 2000. – № 10. – С.3-4.
8. Гродненское ПО «Химволокно». Особенности новых конструкционных материалов на основе полиамида-6 // Пластические массы. – 2003. – № 11. – С.5-6.

Надійшла до редакції 17.06.2013