



УДК 677.027.622

ВЛАСТИВОСТІ НАНОНАПОВНЕНИХ КОМПЛЕКСНИХ НИТОК ІЗ ПОЛІПРОПІЛЕНОВИХ МІКРОВОЛОКОН

Студ. Д.С. Мельниченко, гр. МГХВ-16
Науковий керівник проф. В.П. Плаван

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Мета роботи – дослідження властивостей комплексних ниток із поліпропіленових мікрОВОЛОКОН, наповнених нанодобавками різної хімічної природи. Завдання – вивчення впливу нанодобавок на процес волокноутворення в розплавах сумішей поліпропілен/співполіамід (ПП/СПА) та на властивості комплексних ниток із ПП мікрОВОЛОКОН.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єкт дослідження – фізико-хімічні закономірності явища специфічного волокноутворення в термодинамічно несумісних нанонаповнених сумішах полімерів. Предмет дослідження – вплив хімічної природи нанодобавок на волокноутворення ПП в матриці СПА та на властивості нанонаповнених ниток із ПП мікрОВОЛОКОН.

Методи та засоби дослідження. Для модифікації ПП мікрОВОЛОКОН були вибрані тришарові вуглецеві нанотрубки (ВНТ), пірогенний кремнезем марки А-300, метилкремнезем (МК) та комбіновані добавки срібло/кремнезем (Ag/SiO_2) і оксид титану/кремнезем ($\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$). Вміст наповнювача у суміші складав 1,0 мас. % від маси ПП. Про морфологію екструдатів судили за кількістю і розмірами всіх типів структур поліпропілену в залишку після екстракції матричного полімеру (СПА). Міцність ниток при розриві визначали на розривній машині марки КТ 7010 AZ. Питому поверхню мікрОВОЛОКОН розраховували термогравіметричним методом, бактерицидні властивості визначали за діаметром зони затримки росту мікроорганізмів.

Наукова новизна і практична значимість. Встановлено, що за течії розплавів нанонаповнених сумішей чітко реалізується явище специфічного волокноутворення: полімер дисперсної фази утворює тонкі струмені, які залишаються у вигляді пучка мікрОВОЛОКОН після екстракції полімеру матриці із композиційної мононитки. Наночастинки не перешкоджають реалізації явища специфічного волокноутворення при течії розплавів сумішей ПП/СПА, а, навпаки, покращують його – збільшується масова доля мікрОВОЛОКОН, зменшуються їх діаметр та кількість небажаних структур (плівки, частинки). Освоєння виробництва таких ниток сприятиме розширенню сировинної бази легкої промисловості.

Результати досліджень. Виконані мікроскопічні дослідження показали, що за течії розплавів нанонаповнених композицій чітко реалізується явище специфічного волокноутворення: поліпропіленові мікрОВОЛОКОН є переважаючим типом структури і складають (75÷91) мас. %, в порівнянні з 55 мас. % для вихідної суміші ПП/СПА. Введення нанодобавок покращує процес волокноутворення – середній діаметр мікрОВОЛОКОН зменшується від 4,0 мкм до 1,8 мкм для суміші ПП/СПА/ $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$. При цьому хімічна природа нанонаповнювача суттєво впливає на ступінь диспергування компоненту дисперсної фази – найменші діаметри досягаються при введенні кремнезему та змішаного оксиду. Результати проведених досліджень свідчать про те, що всі використані добавки проявляють модифікуючу дію – міцність комплексних ниток із нанонаповнених ПП мікрОВОЛОКОН зростає. Як і слід було очікувати, максимальний ефект досягається при введенні вуглецевих нанотрубок. При цьому одержані результати узгоджуються з раніше зробленим висновком, згідно з яким властивості комплексних ниток, сформованих із розплавів сумішей полімерів, значною мірою визначаються типом структур дисперсної фази в матриці: чим тонші

мікрОВОлокна та більша їх кількість, тим вищу міцність мають нитки. Наявність плівок різко знижує їх механічні показники [1]. Так, утворення більшої кількості плівок у структурі комплексних ниток, сформованих із сумішей з добавками кремнезему марки А-300 та МК, зменшує їх міцність, порівняно з нитками, модифікованими Ag/SiO₂, хоча середній діаметр мікрОВОлокон у них менший, а їх масова доля більша. Для оцінки гігієнічних властивостей комплексних ниток із ПП мікрОВОлокон досліджували їх капілярність, гігроскопічність та величину питомої поверхні. Відомо, що поліпропілен є гідрофобним полімером з рівноважним водопоглинанням (0,1÷0,2) мас. %. Сорбція води поліпропіленовими мікрОВОлокнами зростає майже на порядок, у порівнянні з текстильними ПП нитками. Формування мікрОВОлокон в полімерній матриці обумовлює утворення унікальної структури філаментів – вся їх поверхня рівномірно покрита нанофібрилами. Це забезпечує мікрОВОлокнам розвинену питому поверхню та високу гігроскопічність [2,3]. Введення нанодобавок призводить до ще більшого росту питомої поверхні ($S_{\text{пит}}$) поліпропіленових мікрОВОлокон. Так, якщо $S_{\text{пит}}$ для мікрОВОлокон із вихідної суміші ПП/СПА складу 30/70 мас. % становить 84 м²/г, то в присутності 1,0 мас. % нанонаповнювача вона збільшується до (190÷270) м²/г. Така розвинена поверхня не може бути зумовлена введенням в структуру мікрОВОлокон всього 1,0 мас. % наночастинок з високою $S_{\text{пит}}$. Це, очевидно, пов'язано зі зменшенням діаметрів ПП мікрОВОлокон, а також з утворенням нанорозмірних філаментів. Підвищення питомої поверхні нанонаповнених волокон покращує їх гігієнічні властивості завдяки подальшому росту сорбції вологи. Комплексні нитки модифіковані МК, ВНТ і Ag/SiO₂ проявляють також бактерицидні властивості. Значною мірою на це впливає хімічна природа нанодобавки: ВНТ забезпечують слабку біологічну активність, срібло/кремнезем та метилкремнезем сприяють затримці росту всіх досліджених штамів мікроорганізмів. Найбільш ефективною є добавка Ag/SiO₂, оскільки вона поєднує антимікробну дію срібла в наностані з високими сорбційними властивостями кремнезему.

Висновки. Переробкою нанонаповнених сумішей поліпропілен/співполіамід одержані комплексні нитки із ПП мікрОВОлокон з новими характеристиками, які пов'язані з хімічною природою нанодобавок. Максимальний ефект підвищення міцності досягається при використанні як наповнювача вуглецевих нанотрубок. Досліджені нанодобавки забезпечують покращення гігієнічних властивостей ниток до рівня натуральних (завдяки росту у 2-3 рази питомої поверхні мікрОВОлокон), а також обумовлюють їх бактерицидну дію до ряду мікроорганізмів. Розроблені нанонаповнені ПП мікрОВОлокна можуть бути сировиною для створення нових прецизійних тонковолокнистих фільтрувальних матеріалів, виробів медичного призначення та товарів народного споживання.

Ключові слова: суміші, полімери, нанодобавки, комплексні нитки

ЛІТЕРАТУРА:

1. Високотехнологічні, конкурентоспроможні екологічно орієнтовані волокнисті матеріали та вироби з них / Глубіш П.А., Ірклей В.М., Клейнер Ю.Я., Резанова Н.М., Цебренко М.В., Кернер С.М., Омельченко В.Д., Турчаненко Ю.Т. – Київ: Арістей, 2007. – 263 с.
2. Tsebrenko M. Polypropylene microfibers with filler in nano state / Tsebrenko M., Rezanova V., Tsebrenko I. // Chemistry & Chemical Technology. – 2010. – V.4, N3. – P. 253-260.
3. Regularities of producing of nano-filled polypropilene microfibers / Rezanova N.M., Plavan V.P., Rezanova V.G., Bohatyrov V.M. // Vlakna a Textil. – 2016. – № 4. – P. 3-8.