

ФІЗИКО-ХІМІЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

УДК 665.7.035

Комашко О.В., Сіренко Г.О.

Фізико-хімія та технологія композитних матеріалів (огляд і методологія)

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна*

Мета дослідження: подальший розвиток хемо-механо-активаційної (ХМА) технології і покращення показників властивостей композитних матеріалів на основі політетрафторетилену (ПТФЕ) та інших флуоровмісних полімерів; та можливість ХМА-технології при екструзійній модифікації цих матеріалів [1-27].

Ключові слова: композитні матеріали, хемо-механо-активаційна технологія, екструзія.

Вступ

Композитний матеріал (композит) – гетерофазний матеріал, окремі фази якого виконують специфічні функції, забезпечуючи йому властивості, яких не має жодний із компонентів окремо [28].

Огляд складається із таких розділів:

1. Фізико-хімічні методи модифікування політетрафторетилену.
2. Вплив механічної активації полімерів та наповнювачів на властивості ПТФЕ-композитів.
3. Поняття екструзії.

1. Фізико-хімічні методи модифікування політетрафторетилену.

Огляд літературних джерел [29-31] дозволяє констатувати низький потенціал традиційних технологічних підходів при отриманні полімерних композитних матеріалів на основі ПТФЕ.

Однак, можуть бути здійснені різні прогресивні технологічні прийоми, що дозволяють забезпечити отримання композитних матеріалів і виробів з них з необхідними експлуатаційними властивостями:

- а) синтез полімерних матриць різного складу і будови [32];
- б) утворення сумішей поєднанням полімерів і олігомерів з різним рівнем взаємодії [32];
- в) модифікування матриць різного походження спрямованою зміною структури і структурної взаємодії енергетичним впливом [29, 33, 34];

г) матричне модифікування активуючими добавками різного розміру, форми і властивостей їх частинок [35, 36];

д) створення нанофазних матриць з істотно відмінними характеристиками [31, 37].

Модифікування полімерних композитних матеріалів (ПКМ):

1. Хімічне модифікування:
 - а) введення мономерів в процесі синтезу полімерів;
 - б) поверхнева обробка розтопами і розчинами.
2. Фізичне модифікування:
 - а) механічним впливом;
 - б) диспергуванням;
 - в) температурно-тимчасове;
 - г) газовим розрядом;
 - д) електричним розрядом;
 - е) вибуховим пресуванням;
 - ж) введенням наповнювачів.

2. Вплив механічної активації наповнювачів на властивості ПТФЕ-композитів

Відомо, що найбільш дефектним місцем структури наповнених полімерних систем є граничний шар між матрицею і частинками наповнювачів, оскільки руйнування матеріалу, як правило, відбувається по міжфазним межах [38].

Тому, для одержання необхідного рівня адгезійної взаємодії на межі розділу фаз наповненого композиту необхідно, щоби і полімерна макромолекула, і частинка

наповнювача мали достатню поверхневу активність.

Перспективним напрямком підвищення ефективності взаємодії ПТФЕ і наповнювача є вдосконалення операції змішування компонентів ПКМ.

Під час цієї операції відбувається не тільки механічне перемішування частинок полімеру і наповнювача, але і їх активація в результаті зіткнення частинок одна об одну і стінки змішувача. Крім того, при змішуванні відбувається трибоактивація суміші [39].

3. Поняття екструзії.

Екструзія – процес отримання виробів шляхом продавлювання (екструдуювання) матеріалу через формувальний отвір у матриці або серії матриць.

Класичний екструдер (екструзійний прес) – машина для формування пластичних матеріалів шляхом надання їм форми за допомогою продавлювання (екструзії) через профілювальний інструмент – екструзійну головку.

Види екструзії:

- а) холодна екструзія (без підведення енергії у формі тепла);
- б) тепла екструзія (попередній підігрів сировини);
- в) гаряча екструзія (забезпечується нагрівання сировини в зоні шнека та екструзійної головки).

У багатьох галузях поширення набув метод «гарячої екструзії», який здійснюється при високих швидкостях і тиску, при значному перетворенні механічної енергії у теплову.

Екструдований виріб (екструдат) необхідного профілю виходить з екструдера в сильно нагрітому стані (його температура часто становить від 125 до 350 °С), і для збереження форми потрібно його швидко охолодити. Екструдат надходить на конвеєрну стрічку, що проходить через чан з холодною водою, де він твердне. Для охолодження екструдата також застосовують обдування холодним повітрям і зрошення холодною водою. Сформований продукт надалі розрізається чи змотується в катушки.

Використані літературні джерела інформації

1. Сиренко Г.А. Материалы графелон и флубон для уплотнительных пар // Тез. докл. III Всесоюзного совещания по уплотнительной технике. Сумы ВНИИкомпрессормаш, 1982. – С. 42-43.
2. Сиренко Г.А. Антифрикционные карбопластики. – Київ: Техніка, 195. – 195 с.
3. Сиренко Г.А. Антифрикционные термостойкие полимеры / Г.А. Сиренко, В.П. Свидерский, В.Д. Герасимов, В.З. Никонов. – Київ: Техніка, 1978. – 246 с.
4. Применение антифрикционные материалов типа флубон в узлах трения проявочных машин // Г.А. Сиренко, В.Ф. Вельбой, Б.О. Таланкин и др. // Техника кино и телевидения. – 1988. - № 5. – С. 52-55.
5. Дослідження зносостійкості і теплопровідності деформованого композиційного матеріалу флубон-15 // В.П. Свідерський, Г.О. Вельбой, Г.О. Сиренко та ін. // Проблеми сучасного машинобудування. – Хмельницький, ТУП. – 1996. – С. 83-85.
6. Сиренко Г.А. Антифрикционные материалы графелон и флубон // Машиностроение и металлообработка. – Київ: Вища школа. – 1977. - № 20. – С. 44-45.
7. Сиренко Г.А. Новые антифрикционные пластмассы на основе термостойких полимеров // Производство и переработка пластмасс и синтетических смол. – М.: НИИТЭХИМ. – 1980. - № 2. – С. 6-11.
8. Сиренко Г.О., Свідерський В.П., Базюк Л.В. Теплофізичні властивості металів та сплавів: Монографія / За ред. Г.О. Сиренка. – Івано-Франківськ: Вид. Супрун В.П., 2015. – 230 с.
9. Сиренко Г.О., Свідерський В.П., Базюк Л.В. Теплофізичні властивості полімерних композитів: Монографія / За ред. Г.О. Сиренка. – Івано-Франківськ: Вид. Супрун В.П., 2016. – 292 с.
10. Будник А.Ф. Разработка абразивостойкого трехкомпонентного композитного материала на основе политетрафторэтилена // Дисер. канд. техн. наук за спец.: 05.16.06 – порошковая металлургия и композиционные материалы и 05.02.04 – трение и износ в машинах / Науч. руковод. канд. техн. наук, доцент Сиренко Г.А. – г. Киев: Институт проблем материаловедения АН Украины, 12.07.1993. – 132 с.
11. Дробот О.С. Разработка и исследование износостойких ориентированных карбопластиков для цилиндрико-поршневых уплотнений компрессорных машин // Дисерт. канд. техн. наук за спец. 05.02.04 – трение и износ в машинах / Науч. руковод. докт. техн. наук профессор Сорокин Г.М., науч. консульт. канд. техн. наук, доцент Сиренко Г.А. – г. Хмельницкий: Хмельницкий технологический институт, 24.12.1991. – 206 с.
12. Кузишин О.В. Формування та властивості наноплівки неорганічних та органічних рідин на металевих поверхнях під час динамічного контакту при надвисоких тисках // Дисерт. канд. фізико-матем. наук за спец. 01.04.18 – фізика і хімія поверхні / Наук. керівник доктор техн. наук, професор, акад. Академії технол. наук України Сренко Г.О. – м. Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. Василя Стефаника, 7.03.2014 р. – 167 с.

13. Мідак Л.Я. Фізико-хімія та антифрикційні властивості композитів термостійких полімерів під час взаємодії з титановими сплавами // Дисерт. канд. хіміч. наук за спец. 02.00.21 – хімія твердого тіла / Наук. керів. д.т.н., професор Сіренко Г.О. – м. Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. Василя Стефаника, 24.02.2006 р. – 135 с.
14. Свидерський В.П. Исследование работоспособности поршневых уплотнений из новых самосмазывающихся материалов // Дисерт. канд. техн. наук за спец. 05.04.06 – вакуумная и компрессорная техника / Наук. руков. канд. техн. наук, старший науч. сотруд. Новиков И.И., науч. консул. канд. техн. наук, доцент Сиренко Г.А. – г. Ленинград: Ленинград. политехн. ин-т им. М.И. Калинина. – 16.06.1981 г. – 124 с.
15. Сіренко Г.О. Створення антифрикційних композитних матеріалів на основі порошків термостійких полімерів та вуглецевих волокон // Дисерт. доктора технічних наук за спец. 05.16.06 – порошкова металургія та композиційні матеріали. – Київ: Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАНУ. – 08.12.1997 р. – 537с.
16. Складанюк М.Б. Фізико-хімія металізації поверхонь та трибологічні властивості високодисперсних карбонізованих вуглецевих волокон, отриманих за хемо-механо-активаційною технологією // Дисерт.канд. фіз.-мат. наук за спец. 01.04.18 – фізика і хімія поверхні / Наук. керів. д.т.н., професор Сіренко Г.О. – м. Івано-Франківськ: Прикарп. ун-т ім. Василя Стефаника, 29.08.2015 р. – 262 с.
17. Солтис Л.М. Вплив мікрошорсткості поверхонь полімерного композиту та металу на фізико-хімічні трибоконттактні процеси // Дисер. канд. хім. наук за спец. 01.04.18 – фізика і хімія поверхні / Наук. керів. д.т.н., професор Сіренко Г.О. – м.Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. Василя Стефаника, 07.12.2012 р. – 247 с.
18. Тараненко С.Н. Исследование трения металлополимерных пар при ограниченной смазке и разработка антифрикционных термостойких композитов для тяжело нагруженных сопряжений // Дисер. канд. техн. наук за спец. 05.02.04 – трени и знос в машинах / Науч. руков. докт. техн. наук, професор Сорокин Г.М.; науч. консул. канд. техн. наук, доцент Сиренко Г.А. – г. Гомель: Інститут механіки металло-полімерних систем 15.03.1990 р. – 206 с.
19. ТУ 20.6 – 02071234-001: 2016 «Заготовки фторопластових композицій флубон – Ф4ВВ15, Ф4ВВ20, Ф4ВВ15ДМ10», введено в дію від 16.02.2016 р./Розроблено Г.О. Сіренко, В.П. Свидерський, Л.М. Кириченко/ Затверджено: Проректор з наук. роботи Хмельницького нац. ун-ту Г.Б. Параска (16.02.2016 р.)
20. Отчет по научно-исследовательской теме № 18 «Разработка и создание самосмазывающихся материалов для узлов уплотнений компрессоров без смазки высокого давления» / Заказчик: ЛенНИИХиммаш (г. Ленинград), 1972 // Исполнитель: Хмельницкий технологический институт // Исполнители: Г.А. Сиренко (науч. руков.); Л.И. Ганзюк, Э.И. Дружинин, В.И. Кириченко, А.А. Лысенко и др., 1972. – 86 с.
21. Отчет по научно-исследовательской теме № 43 «Разработка и свойства самосмазывающихся материалов на основе термостойких полимеров для машин и аппаратов химического машиностроения» / Заказчик: ЛенНИИХиммаш (г. Ленинград), 1973 // Исполнитель: Хмельницкий технологический институт // Исполнители: Г.А. Сиренко (науч. руков.), В.П. Свидерский, И.А. Гриневич (ХТИ); В. Герасимов, и др. П. Журавлев (ВНИИСС), 1973.
22. Отчет по научно-исследовательским темам № 43 (гос. регистрация № 73041345; № 4015009) / Заказчик: ЛенНИИХиммаш (г. Ленинград), та № 57 (гос. регестация № 74015009) / Заказчик: ВНИИСС (г. Владимир). «Разработка термостойких материалов на основе фенилона» // Исполнитель ХТИ: исполнители: Г.А. Сиренко (науч. руков.); В.П. Свидерский, И.А. Мандзюк, Р.В. Гриневич, В.Д. Герасимов и др., 1976. – 316 с.
23. Исследование и подбор смазок и антифрикционных материалов для этиленовых компрессоров // Отчет по научно-исследовательской работе по теме № 101 (Гос. регистр. № 76045562) по договору с ЛенНИИХиммаш / Г.А. Сиренко (науч. руков.) И.А. Мандзюк, Р.В. Гриневич, А.С. Дрышук и др., 1977. – 49 с.
24. Разработка и исследование свойств антифрикционных материалов на основе фенилона и полиарилата // Отчет по научно-исследовательской работе по теме № 102 (Гос. регистр. № 76045559) по договору с ЛенНИИХиммаш / Г.А. Сиренко (науч. руков.); исполн.: И.А. Мандзюк, В.П. Свидерский, А.С. Чиркина, Р.В. Гриневич, Л.М. Кириченко и др., 1977. – 100 с.
25. Разработка, исследование и промышленное внедрение антифрикционных материалов для работы в морской воде // Отчет по научно-исследовательской работе по теме № 100-96 / 76 (Гос. регистр. № 7701443) по договору с предприятием п/я 2962) / Г.А. Сиренко (науч. руков.); виконав.: И.А. Мандзюк, Л.М. Кириченко, А.С. Чиркина, Н.Ф. Семенюк и др., 1978. – 153 с.
26. Проведение работ по применению антифрикционных полимерных материалов для подшипников та насоса НШ-10 Е // Отчет по научно-исследовательской работе по теме № 161 (Гос. регистр. №

- 78022195 по договору с Винницким заводом тракторных агрегатов / Г.А. Сиренко (науч. руковод.), Р.В. Гриневич, Л.М. Кириченко, А.С. Чиркина, Н.Ф. Семенюк и др., 1978. – 24 с.
27. Разработка и исследование свойств антифрикционных материалов на основе фенилона и полиарилата // Отчет по научно-исследовательской работе по теме № 102 (Гос. регистр. № 76045559) по договору с ЛенНИИХиммаш / Г.А. Сиренко (науч. руковод.), Р.В. Гриневич, Л.М. Кириченко, А.С. Чиркина, Н.Ф. Семенюк и др., 1979. – 122 с.
 28. ДСТУ 2241-93 Матеріали композитні. Склопластики. Терміни та визначення.
 29. G.A. Sirenko, Antifrikcionnye karboplastiki (Tehnika, Kiev, 1985).
 30. A.K. Pugachev, O.A. Rosljakov, Pererabotka ftoroplastov v izdelija (Himija, Leningrad, 1987).
 31. A.A. Skaskevich, V.A. Struk, O.V. Holodilov, Materialy, tehnologii, instrumenty 5(2), 47 (2000).
 32. Tribohimicheskie tehnologii funkcional'nyh kompozicionnyh materialov / pod red. V.A. Struka, F.G. Lovshenko (GGAU, Grodno, 2007).
 33. Dzh. Mjenson, L. Sperling, Polimernye smesi i kompozity / pod red. Ju.K. Godovskogo (Himija, Moskva, 1979).
 34. Ju.S. Lipatov, Fizicheskaja himija polimerov (Himija, Moskva, 1977).
 35. O.A. Budnik, V.A. Sviderskij, K.V. Berladir, A.F. Budnik, P.V. Rudenko, Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova» 5, 10 (2014).
 36. V.M. Buznik, V.M. Fomin, A.P. Alhimov, Metallpolimernye nanokompozity (poluchenie, svojstva, primenenie) (Izd-vo SO RAN, Novosibirsk, 2005).
 37. A.A. Ohlopkova, A.V. Vinogradov, L.S. Pinchuk, Plastiki, napolnennye ul'tradispersnymi neorganicheskimi soedinenijami (IMMS NANB, Gomel', 1999).
 38. Липатов Ю. С. Физико-химические основы наполнения полимеров / Ю. С. Липатов. – Москва : Химия, 1991. – 260 с.
 39. Фізико-хімічні аспекти механічної активації політетрафторетиленової композиції при отриманні та рециклінгу / А. Ф. Будник, Х. В. Берладір, В. А. Свідерський, О. А. Будник, П. В. Руденко, А. А. Ільїних // Восточноєвропейський журнал передових технологій. – 2014. – № 2/11 (68). – С. 9–15.

Укладачі:

Комашко О.В. – аспірант кафедри хімії

Сіренко Г.О. – доктор технічних наук, професор кафедри хімії.