

СТВОРЕННЯ ФТОРОПЛАСТОМАТРИЧНИХ ВУГЛЕВОЛОКНИСТИХ КОМПОЗИТІВ ШЛЯХОМ ВПЛИВУ НА ПАРАМЕТРИ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОТРИМАННЯ

П.В. Руденко, асистент;

М.В. Бурмістр, д-р хім. наук, професор;*

А.Ф. Будник, канд. тех. наук, доцент

Сумський державний університет, м. Суми;

**Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпропетровськ*

В статті розглядається питання вибору технології та обладнання змішувача для отримання композитного матеріалу методом сухого змішування матриці з політетрафторетилену з вуглеволокнистим наповнювачем. Аналізується вплив різних факторів на технологічний процес отримання композитного матеріалу.

У статті розглядається питання вибору технології та обладнання змішувача для отримання композитного матеріалу методом сухого змішування матриці з політетрафторетилену з вуглеволокнистим наповнювачем. Аналізується вплив різних чинників на технологічний процес отримання композитного матеріалу.

ВСТУП

Завдяки поєднанню низької густини з високими показниками міцності, пружності електропровідності, зносостійкості та низьким коефіцієнтом лінійного розширення вуглепластики займають особливе положення серед сучасних композитних матеріалів [1, 2].

У цьому ряді, при використанні у вузлах тертя й ущільненнях високоенергетичного обладнання (насоси, компресори, кульові крани, центрифуги, реактори і т. д.) виділяються вуглепластики на основі політетрафторетилену (фторопласту-4, Ф-4) [3] і вуглецевих волокон (ВВ).

Як було зазначено раніше [4], структура і службові властивості полімерного композитного матеріалу з матрицею з політетрафторетилену і вуглеволокнистим наповнювачем закладаються на стадії змішування компонентів композиції і залежать від ряду чинників.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Процес вибору технології та обладнання змішувача для отримання композитного матеріалу методами сухого поєднання на основі Ф-4 та ВВ наповнювача є одним із найважливіших завдань під час розроблення технологічного процесу отримання полімерного композитного матеріалу (ПКМ). Його можна розбити на основні етапи.

1. Визначення фізико-механічних властивостей початкових компонентів суміші:

- гранулометричного складу;
- насипної густини;
- вогкості;
- адгезії;
- злежування;
- механічних властивостей;

– вибухо- та пожежебезпеки.

2 Вибір типу змішувача (беручи за основу устаткування підприємств, працюючих у галузі отримання матеріалів з матрицею ПТФЕ, та результати патентно – літературного пошуку).

3 Проведення пробного змішування й отримання композиції на вибраному типі змішувача.

4 Науково-експериментальна оцінка якості суміші одержаної композиції:

- вибір критерію якості суміші;
- вибір необхідного числа проб для оцінки якості суміші;
- вибір мінімально допустимої за вагою проби;
- перевірочний контроль якості суміші;
- вибір техніки відбору проб із суміші;
- вибір методу аналізу проб;
- оцінка якості суміші.

Проводячи детальний аналіз усіх етапів, пов'язаних з вибором устаткування змішувача, можна зробити висновок, що якість суміші головним чином залежить від типу вибраного змішувача і режимів його роботи. Поза сумнівом, тип змішувача визначає гідродинаміку руху частинок, продуктивність процесу, якість і дисперсність композиції. А від технічних можливостей змішувача (потужності, швидкості, можливості зміни циклу завантаження і вивантаження компонентів суміші) залежать різноманітність вжитих технологічних методів і можливість термодинамічної дії (охолодження, нагрівання, вакуум) на змішуваний композиційний матеріал.

У результаті аналізу та проведених попередніх експериментів нами був вибраний змішувач із «лопастним» ротором, що обертається, який використовується для змішування в умовах псевдозрідження порошкоподібних матеріалів. Даний тип змішувачів у порівнянні з барабанними змішувачами володіє високою швидкістю змішування і необхідною механічною дією на суміш, що попереджують огламерацію компонентів суміші. Порівняно з відцентровими і планетарними він відрізняється простотою конструкції. Цей пристрій не вимагає пилловловлювачів як пневмозмішувачі.

Важливий вплив на вибір типу змішувача, ефективність процесу змішування та фізико-хімічні властивості компонентів композиції має можливість зміни гідродинаміки руху частинок суміші в апараті змішувача. Гідродинаміка руху частинок залежить від:

- розмірів робочої камери змішувача;
- геометрії і розмірів робочих органів змішувача;
- швидкості обертання робочих органів;
- об'єму або маси композиції в апараті.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У загальному випадку гідродинаміку руху частинок фторопластоматричної композиції в апараті змішувача з лопатевим ротором можна розділити на три режими залежно від швидкості обертання ротора.

Перший режим ($V < 5 \text{ м/с}$). Цей режим характеризується «перелопачуванням» шару композиції з ПТФЕ і ВВ робочим органом змішувача. Відбувається зсув області суміші під впливом лопасті змішувача і заповнення пустоти, що утворилася вище лежачим шаром композиції. Зі збільшенням швидкості весь шар починає рухатися по колу зі швидкістю, близькою до швидкості обертання лопасті змішувача.

При такому режимі суміш практично не нагрівається ($t=25^{\circ}\text{C}$), диспергування часток ПТФЕ і ВВ наповнювача незначне.

При змішуванні в початковий момент часу відбувається перерозподіл часток на рівні макрооб'ємів. Коли компоненти, що змішуються, в основному перерозподілені за об'ємом, змішування відбувається на рівні окремих часток, а однорідність суміші залежить від оптимального часу її змішування, при досягненні якого однорідність суміші вже не змінюється.

Другий режим ($V=5\text{ м/с}$). При такому режимі композиція переходить у псевдозріджений стан [5]. На поверхні суміші з'являються великі хвилі, дифузійний рух часток стає бурхливим і супроводжується періодичним викидом матеріалу. Весь матеріал, що знаходиться в апараті, втягується в циркуляційний рух і відбувається інтенсивне перемішування.

При такому режимі відбувається нагрівання суміші до ($t=40^{\circ}-65^{\circ}\text{C}$) і збільшується диспергування часток суміші за рахунок збільшення сил тертя і взаємодії часток між собою, лопастями і стінками змішувача.

Третій режим ($V>5\text{ м/с}$). При цьому режимі псевдозрідження порушується внаслідок утворення повітряної пробки, весь шар композиції пересувається до стінки корпусу апарата і рухається уздовж неї по колу, утворюючи кільце певної висоти. Подальше збільшення швидкості обертання приводить до збільшення висоти шару «кільця». Дифузійний рух часток в шарі незначний, оскільки велике значення мають відцентрове прискорення, діюче на частки композиції, та сили тертя між частками. Змішання відбувається в основному в результаті скочування верхніх шарів по колу внутрішнього кільця до лопаток змішувача, де і відбувається інтенсивне диспергування і змішання. У зв'язку із збільшенням сил тертя за рахунок збільшення тиску суміші на стінки апарата, відбувається інтенсивне нагрівання стінок апарата і суміші ($t=100^{\circ}\text{C}$). Відбувається також інтенсивне диспергування частинок композиції в результаті тертя частинок між собою та зі стінками апарату.

Особливістю змішування ПТФЕ і ВВ є те, що вже при засипанні інгредієнтів суміші в змішувачий апарат та взаємному терті часток композиції вони електризуються і покриваються по поверхні зарядами різного знаку. Електризація проходить і під час тертя рухомих часток одна об одну та стінки апарата. В результаті електролізації, відбувається злипання та агрегація часток [6]. Даний процес утрудняє отримання гомогенної суміші, істотно впливаючи на фізико-механічні показники фторопластоматричного вуглеволокнистого композиту.

Необхідно зазначити, що композиція ПТФЕ і ВВ складається з часток, більшість розмірів яких становить 50-180 мкм. Для такої розмірності часток поверхневі взаємодії, за рахунок електризації і поляризації сил, дуже інтенсивні, наслідком чого є агрегація і неоднорідність суміші.

Різні режими гідродинаміки процесу змішання ПТФЕ і ВВ впливають не тільки на гомогенність і дисперсність одержуваної фторопластоматричної композиції, але й внаслідок механо-термічної дії, приводять до фізико-хімічних змін в обох компонентах суміші. Це, безумовно, напряду впливає на фізико-механічні властивості та зносостійкість одержуваного композиту. Результати випробувань наведено в таблиці 1.

Такі результати пов'язані з тим, що процес тертя ВВ приводить до модифікації його поверхні і створення сприятливого для адгезії з ПТФЕ матриці рельєфу [7]. З іншого боку, він пов'язаний з подрібненням ВВ та термоокисленням поверхні внаслідок підвищення температури під час тертя [8].

Таблиця 1- Вплив режиму змішування композиції (80%-ПТФЕ, 20%-ВВ) на її властивості (час змішування – 30 хвилин)

Режим змішування	Міцність при розриві σ_v , МПа	Інтенсивність зношування J , $\frac{мм^3}{(H \times M)}$
Перший режим ($V < 5 м/с$)	15,6	$0,0116 \times 10^{-6}$
Другий режим ($V = 5 м/с$)	22	$0,0073 \times 10^{-6}$
Третій режим ($V > 5 м/с$)	14,6	$0,0322 \times 10^{-6}$

При змішуванні під дією ударних навантажень і температури також виникає зміна конфігурації молекул ПТФЕ та окремих її часток, що приводить до зміни ступеня кристалічності і рухливості макромолекул матриці композиту і її ділянок [9], що призводить до активізації адгезійних процесів на поверхні поділу.

ВИСНОВКИ

Таким чином, з метою запобігання диспергування суміші під час змішування і порушення, в результаті цього необхідного рівномірного розподілу наповнювача по довжинах, фракціях і об'єму композиції [10] необхідно забезпечити оптимальну гідродинаміку технологічного процесу змішування Ф4-ВВ шляхом обґрунтованого розрахунку оптимальної частоти обертання робочих органів і встановлення оптимальної тривалості процесу. Виконати цю задачу можливо методами фізичного і математичного моделювання з обробкою й узагальненням експериментальних даних математично-статичними методами на ЕОМ за допомогою програмного забезпечення.

SUMMARY

CREATION OF FLUOROPLASTIC MATRIX ALL-CARBON FIBRE COMPOSITES BY THE INFLUENCE ON THE THEIR TECHNOLOGY PARAMETERS

P.V. Rudenko, M.V. Burmistr, A.F. Budnik*

Sumy State University;

**Ukrainian State University of Chemical Technology, Dniepropetrovsk*

The optimal type of the mixer was named and the dependence of the produced composite features on the technological characteristics of its operation got to be defined. Results of the experiment were electronically processed; thereafter certain mathematical relations were obtained. The work is an attempt to study the influence of blending technological processes and its quality on the technology of producing composites with a polytrifluoroethylene-based matrix and carbon fiber filler.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фитцер Э., Углеродные волокна и углекомпози́ты: Пер. с англ. / Под ред. А.А. Берлина. – М.: Мир, 1988. – 336с.
2. Композиционные материалы: Справочник / Под ред. В.В. Васильева. – М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.
3. Шелестова В.А., Гракович А.Н., Данченко С.Г., Смирнов В.А. Новые антифрикционные материалы группы Флувис на основе модифицированных углеродных волокон // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2006. – №11. – С.39-41.
4. Будник А.Ф., Руденко П.В., Бурмистр М.В. Влияние процесса смешения наполнителя и матрицы на технологию композитного материала на основе политетрафторэтилена // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2007. – №1. – С.72-79.
5. Торнер Р.В., Акутин М.С. Оборудование заводов по переработке пластмасс. – М.: Химия, 1986. – 400 с.,

6. Аэров М.С., Тодес О.М. Гидравлические и тепловые основы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем. – Л.: Химия, 1968. – 512с.
7. Будник А.Ф., Руденко П.В., Будник О.А, Ильиных А.А. Разработка уплотнительного углефторопластового композитного материала с требуемыми служебными свойствами технологией его получения // Труды Междунар. конф. «HERVICON 2008» – Kielec-Przemysl. – 2008. – С.299-306.
8. Будник А.Ф., Будник О.А., Бурмістр М.В. Вплив та місце технологічних процесів підготовки наповнювачів і композиції у технології виробництва композитів на основі фторопласту-4 // Вісник Сумського державного університету. Серія технічні науки. – 2007. – №1. – С.64-71.
9. Паншин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская Ц.С. Фторопласты.– Л.: Химия, 1978.– 472с.
10. Дудукаленко В.В., Шаповаленко С.П., Будник А.Ф. Выбор структуры карбопластика для изготовления уплотнений: Сб. науч. трудов // Химическое машиностроение: расчет, конструирование, трение, технология.– 1992. – С.94-100.

Надійшла до редакції 26 березня 2009 р.