



УДК 677-19.615.46

ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗПЛАВІВ СУМІШЕЙ ПОЛІПРОПІЛЕН/ПОЛІВІНІЛОВИЙ СПИРТ

Студ. Давиденко М.О., гр. МгХВ-18
Науковий керівник доц. Резанова Н.М.
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Мета – дослідження впливу вмісту компонентів на реологічну поведінку розплавів термодинамічно несумісних сумішей полімерів для встановлення взаємозв'язку між властивостями виробів на їх основі та визначення параметрів переробки. Завдання – вивчити методом капілярної віскозиметрії в'язко-пружні характеристики та здатність до поздовжньої деформації розплавів сумішей поліпропілену з водорозчинною матрицею.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єкт дослідження – закономірності процесу зсувової течії в термодинамічно несумісних сумішах полімерів в залежності від співвідношення інгредієнтів. Предмет дослідження – реологічні властивості та здатність до переробки розплавів поліпропілену з пластифікованим полівініловим спиртом (ПП/ПВС).

Методи та засоби дослідження. Для досліджень використали ізотактичний поліпропілен та полівініловий спирт зі ступенем гідролізу 88,3 % та їх суміші, які містили (10÷90) мас. % ПП. Для переводу ПВС у в'язко-текучий стан його пластифікували гліцерином, який вводили у кількості 20,0 мас. %. Ефективну в'язкість (η) розплавів вивчали за допомогою мікрорезистометра МВ-2. Еластичність визначали за величиною рівноважного розбухання екструдатів «В». Здатність до поздовжньої деформації оцінювали за величиною максимальної фільтрної витяжки (F_{\max}).

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Набули подальшого розвитку знання щодо взаємозв'язку між реологічними властивостями, процесами структуроутворення компоненту дисперсної фази в матриці та умовами їх переробки, що сприятиме розробці нових матеріалів і виробів з наперед заданими характеристиками. Встановлено, що в'язкість всіх досліджених розплавів сумішей поліпропілен/полівініловий спирт є нижчою за η вихідних компонентів. Крива залежності впливу концентрації ПП на еластичність розплавів має також екстремальний характер. При цьому мінімальній в'язкості відповідає максимальна величина розбухання. Встановлена закономірність обумовлена деформацією крапель ПП з утворенням рідких струменів в матриці ПВС. Анізотропні структури сприяють зменшенню η розплавів та підвищенню їх еластичності, оскільки вони є основними релаксуючими елементами, характерними тільки для двофазних систем. З практичної точки зору, зниження в'язкості розплавів сприятиме зменшенню механічних і енергетичних затрат на їх переробку.

Результати дослідження. Термодинамічно несумісні суміші полімерів – це колоїдні дисперсні системи типу “полімер в полімері”. Їх особливістю є утворення між інгредієнтами суміші перехідного шару, властивості якого відрізняються від аналогічних характеристик розплавів окремих полімерів. В залежності від складу композиції, співвідношення в'язкостей і еластичностей компонентів та ступеню взаємодії на межі поділу фаз один із них буде дисперсною фазою, а інший – дисперсійним середовищем. Реологічні властивості розплавів двофазних систем визначаються рядом чинників: ступенем взаємодії між функціональними групами макромолекул полімерів, величиною міжфазного натягу, типом структури, які утворює дисперсна фаза в матриці тощо [1,2].

Виконані дослідження показали, що всі розплави ПП/ПВС є типовими неньютонівськими рідинами – їх ефективна в'язкість, як і вихідних полімерів, зменшується з ростом напруги зсуву, підпорядковуючись степеневому закону. При цьому вплив швидкості деформації на η для сумішей вищий, ніж для матричного полімеру, що обумовлено



зростанням структурної неоднорідності їх розплавів. Введення в ПВС 10 % мас. поліпропілену, в'язкість якого на 30 % більша за η розплаву ПВС, зумовлює її зниження в 1,2 рази. Підвищення вмісту компоненту дисперсної фази супроводжується подальшим зменшенням η розплаву, яка досягає мінімальної величини за вмісту ПП 40 мас. %. За співвідношення компонентів 50/50 мас. % і вище в'язкість розплавів починає зростати. При цьому величини ефективної в'язкості композицій всіх складів є нижчими за η вихідних ПП і ПВС та адитивних значень ($\eta_{ад}$). Це характерна закономірність для розплавів сумішей термодинамічно несумісних полімерів. Слабкі міжмолекулярні зв'язки в перехідному шарі обумовлюють низьку адгезію на межі поділу фаз. Величина міжфазної в'язкості у цьому шарі \sim у 100 разів менша за η розплаву суміші в цілому [1]. Саме тому залежності «властивість – склад» мають від'ємне відхилення від адитивності. Різке зниження в'язкості може бути також пов'язане з деформацією і орієнтацією крапель полімеру дисперсної фази у напрямку течії. Так, у роботі [2] показано, що для забезпечення течії розплаву суміші з краплями, які деформуються, потрібен менший перепад тиску (що відповідає меншій в'язкості), ніж під час течії індивідуальних полімерів.

Визначення еластичних характеристик за величиною рівноважного розбухання екструдатів свідчить, що показники «В» для сумішей у (3,7÷5,0) разів вищі, порівняно з вихідними компонентами. Крива залежності «В» = f (склад) проходить через максимум в точці, що відповідає складу композиції з мінімальною в'язкістю. Реологічні властивості розплавів значною мірою визначаються їх структурою. Значне розбухання екструдатів сумішей (збільшення розмірів струменя) обумовлене релаксацією напруг, накопичених макромолекулами в кожній фазі та краплями дисперсної фази, які деформуються і зливаються у струмені (мікрофібрили). Анізотропні структури є новими релаксуючими елементами, характерними тільки для двофазних систем, і вони вносять основний вклад в еластичність розплавів. Величини розбухання екструдатів сумішей полімерів, за течії яких полімер дисперсної фази утворює *in situ* мікрофібрили в матриці, є опосередкованою характеристикою цього процесу: чим більша кількість мікрОВОЛОКОН утворюється і чим вони тонші, тим вищими є значення «В» [3]. Аналіз залишків ПП після екстракції ПВС із композиційних екструдатів підтвердив утворення мікрОВОЛОКОН в сумішах, що містили (10÷40) мас. % компоненту дисперсної фази.

Для порівняння технологічних властивостей (прядомості) різних матеріалів використовують показник максимально можливої фільтрної витяжки – чим вища допустима величина F_{max} , тим краща здатність розплаву до волокноутворення. Здатність до поздовжньої деформації сумішей ПП/ПВС падає, в порівнянні з вихідними полімерами. Це пов'язано зі зменшенням міцності струменя розплаву, що обумовлено нижчою зсувою в'язкістю всіх досліджених композицій.

Висновки. Встановлено, що співвідношення компонентів в суміші ПП/ПВС суттєво впливає на реологічні властивості та здатність до переробки їх розплавів. Ефективна в'язкість сумішей є нижчою за η вихідних компонентів: мінімум досягається для композиції складу 40/60 мас. %. Залежність еластичності розплавів від вмісту інгредієнтів має протилежний характер – композиції з мінімальною в'язкістю відповідає максимальна величина розбухання. Здатність до поздовжньої деформації для сумішей нижча, ніж для вихідних полімерів, проте є достатньою для переробки їх у волокна та плівки. Подальші дослідження щодо впливу складу суміші ПП/ПВС на реологічну поведінку і фазову морфологію дозволять створити нові тонковолокнисті матеріали з покращеними характеристиками.

Ключові слова: реологічні властивості, суміші, поліпропілен, полівініловий спирт

ЛІТЕРАТУРА

1. Utracki L.A., Wilkie C.A. Polymer blends handbook. London: Springer New York Heidelberg Dordrecht. – 2014. – 2373 p.
2. Полимерные смеси. Т. 1: Систематика / под ред. Д.Р. Пола, К.Б. Баклелла. пер. с англ. В.Н. Кулезнева. СПб: Научные основы и технологии.– 2009.– 618 с.
3. Резанова Н.М., Будащ Ю.О., Плаван В.П. Інноваційні волокна, нитки та системи. Навчальний посібник – К.: КНУТД. – 2017. – 240 с.