

УДК 678.743.22

Савчук А.П., аспірант,
Плаван В.П., докт. техн. наук, професор,
Сова Н.В., докт. техн. наук, доцент,
Савченко Б.М., докт. техн. наук, професор,
Київський національний університет технологій та дизайну, plavan.vp@knutd.com.ua

ФІЗИЧНА МОДИФІКАЦІЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ

Полівінілхлорид (ПВХ) – один із найбільш багатотоннажних полімерів в світі, що обумовлюється доступністю сировини, низькою вартістю, гарними фізико-механічними властивостями. Унікальне поєднання властивостей полімеру дозволяє створювати на його основі низку полімерних матеріалів, від твердих і жорстких до м'яких і високо еластичних. Унаслідок підвищення вимог до експлуатаційних і технологічних характеристик матеріалів і виробів на основі ПВХ зростає необхідність у модифікуванні полімеру [1]. Найбільш поширеними є фізичні методи модифікації, що мають на меті вплив на споживчі та технологічні властивості полімеру. Застосування фізичних методів модифікації у поєднанні з хімічною стабілізацією дозволяє успішно конвертувати ПВХ у вироби різноманітного призначення. Найпоширенішим методом фізичної модифікації ПВХ є пластифікація полімеру за допомогою низькомолекулярних речовин різних класів, які мають різний ступінь сумісності з полімером. Введення пластифікатору збільшує відстань між макромолекулами полімеру та послаблює їх взаємодію, що призводить до зниження в'язкості розплаву і модуля пружності [2]. Під час синтезу полімеру, що здійснюється у суспензії або емульсії, утворюються частинки полімеру з різним розміром та ступенем пористості. Суспензійна технологія призводить до утворення монолітних частинок великого розміру, а емульсійна до утворення маленьких та пористих частинок. Дані особливості синтезу призводять до різної кінетики взаємодії з пластифікаторами та іншими модифікаторами і визначають сферу застосування матеріалу.

В сучасній промисловості найбільшого практичного застосування набули пластики, утворені на основі жорсткого ПВХ. При створенні композиційних матеріалів на основі жорсткого ПВХ типовим є застосування змащувачів для фізичної модифікації полімеру. Змащувачами можуть бути не лише спеціальні добавки низькомолекулярних речовин, але й стабілізатори та інколи і наповнювачі. Надмірний вміст змащувачів будь якої природи призводить до впливу на процес пластикації і в кінцевому випадку на властивості виробу. За неналежних умов здійснення переробки, пластикація може бути надмірною і призводити до надмірної дисипації теплової енергії та неконтрольованого зростання температури розплаву.

Обладнання для переробки ПВХ має ряд технологічних особливостей. Висока в'язкість розплаву та схильність до деструкції зумовлюють невисоку довжину зони переробки в екструзійному устаткуванні, а низька термостабільність зумовлює необхідність швидкого плавлення полімеру та короткої тривалості перебування у зоні переробки.

Надзвичайно важливим процесом у технології ПВХ є пластикація полімеру під час переробки. Макромолекули полімеру перебувають у частинках у вигляді скручених клубків. Під час пластикації відбувається перетворення частинок у гомогенний розплав, де макромолекули мають хаотичне просторове розміщення. Повнота здійснення пластикації суттєво впливає на властивості полімеру після формування з розплаву. В загальному розумінні пластикацією є комплексний термомеханічний вплив на полімер, що призводить до утворення гомогенного розплаву. Пластикація відбувається в екструзійному обладнанні під дією температури робочих поверхонь, тиску та напруження зсуву. Ключовим фактором для пластикації є дисипація механічної енергії від робочих поверхонь у теплову енергію в

матеріалі. В інших процесах переробки ПВХ пластикація може бути викликана тиском та або лише температурним впливом. В лабораторних умовах для дослідження пластикації використовують мініатюрне модельне устаткування Plastograph EC (Brabender, Germany).

Для екструзійних виробів з непластифікованого ПВХ з ростом молекулярної маси полімеру підвищуються міцність на вигин, опір тепловій деформації, стійкість до стирання, хімічна стійкість матеріалу, в той час як легкість переробки погіршується. Тому при розробці композицій, заснованих на застосуванні ПВХ з високою молекулярною масою, необхідні добавки, які підвищують його текучість, а при використанні полімеру з низькою молекулярною масою – модифікатори, які можуть компенсувати відповідні недоліки. З іншого боку, збільшення вмісту модифікаторів викликає зниження міцності непластифікованого ПВХ, допоки вони не підвищують температуру деформації полімеру при нагріванні. Додавання наповнювача до певної концентрації здатне підвищувати міцність ПВХ на вигин і збільшувати його здатність до деформації до тих пір, поки розмір і форма частинок наповнювача і його вміст сприяють створенню в матеріалі просторової структури [3].

Метою досліджень фізичної модифікації ПВХ є встановлення сукупного впливу на процес пластикації типових та новітніх видів стабілізаторів та змащувальних агентів. В результаті досліджень можливо досягнути зниження вмісту стабілізаторів, зниження енергетичних витрат на переробку на екструзійному устаткуванні за умов підтримання оптимального рівня пластикації з досягненням високих фізико-механічних показників.

Правильна організації розробки композицій на основі ПВХ передбачає створення оптимальної композиції з найкращим співвідношенням "ціна-якість", вибір і встановлення відповідного обладнання для переробки для досягнення максимальної продуктивності і найкращої якості отриманих матеріалів. Визначення впливу витрати модифікаторів на властивості готового профілю ПВХ і технологічні параметри процесу екструзії забезпечить скорочення часу на підготовку виробництва, зменшення кількості браку за умов отримання продукції належної якості. Причому для стабільності виробництва, забезпечення якості виготовленого профілю і довговічної роботи екструзійного обладнання вирішальне значення має як правильний підбір компонентів рецептури, так і суворе її дотримання.

Список посилань

1. Особливості модифікування полівінілхлориду полістирольними пластиками / В. Є. Левицький, Ю. В. Ларук, Л. М. Білий, В. В. Кочубей, Т. В. Гуменецький. *Фізико-хімічна механіка матеріалів* – 2015. – №3. – 83-89.
2. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів [Електронний ресурс]: навч. посіб. / І. О. Мікульонок. 2-ге вид., переробл. та доповн. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,21 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 292 с.
3. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ/ Под ред. Р.Ф. Гроссмана; пер. под ред. Гусеева В.В. – СПб.: Научные основы и технологи, 2009. – 608 с