

УДК 687.17:620.193

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НВЧ-ПОЛЯ ДЛЯ
СТРУКТУРНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ГОТОВИХ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК**

В.О. ПРИВАЛА

Хмельницький національний університет

Пористі полімерні матеріали малої та надмалої товщини у всьому світі широко використовують для виготовлення різноманітних фільтраційних систем медичного і промислового призначення, мембран, створення захисних пакетів та матеріалів, упаковки з певними водо- і вітрозахисними властивостями. Наукові дослідження проводяться в напрямку синтезу полімерних матеріалів із комбінованих полімерів різних структур: поліамід, поліетерблокамід, поліамід + поліетилен, поліамід на основі модифікованих каучуків тощо.

На сьогодні існують такі основні методи по виготовленню пористих полімерних матеріалів:

1. введення в полімер спеціальних речовин – порофорів, які при певних умовах розпадаються з утворенням газоподібних продуктів, що викликає “розбухання” полімеру з наступною фіксацією отриманої пористої структури;

2. введення в мономері суспензій органічних або неорганічних твердих речовин певних розмірів з послідовним вилученням їх з отриманого полімеру;

3. проведення синтезу або формування виробу у присутності розчинника з наступним вилученням його, після чого в полімері залишаються порожнини досить великих розмірів, які до цього були наповнені розчинником; в процесі вилучення розчинника шляхом сушіння виникають деформації зсідання полімеру по всій його площі, що дозволяє зменшити первинні пустоти до необхідних, тобто, оптимальних розмірів пор;

4. отримання пористої структури інклюдуванням, тобто послідовна заміна “якісних” розчинників “неякісними”;

5. отримання пористої структури шляхом ліофільного сушіння. Цей метод полягає у заморожуванні розчину полімеру при температурі рідкого азоту і вакуумуванні його при цій же температурі, внаслідок чого розчинник сублімується, а заморожена структура полімеру порівняно мало змінюється.

Зазначені методи є недосконалими і мають наступні недоліки:

– багатостадійний і енерговитратний технологічний процес пороутворення, оскільки це відбувається на етапі виготовлення полімерних плівок, що потребує створення відповідного промислового устаткування, значних витрат енергоресурсів і часу, що впливає на його собівартість;

– використання хімічних речовин для пороутворення приводить до того, що частина з них все ж таки залишається у товщині полімеру навіть після ретельного їх вимивання, що звужує практичне використання такої пористої плівки за призначенням, і може завдавати шкоди навколишньому середовищу.

Перелічені недоліки вказують на необхідність розробки нових, більш досконалих методів, а саме тих, які передбачають використання екологічно чистих та енерго- і ресурсозберігаючих технологій. Це стає можливим у разі використання вже готових плівок поліамідної, поліетиленової та інших груп, які виробляються вітчизняною промисловістю, і які знайшли широке застосування як пакувальні матеріали для харчових, промислових і медичних

товарів, будівельні матеріали для парників і теплиць та інше. У зв'язку з цим пропонується новий метод пороутворення в термопластичних плівках, який полягає у синтезі таких фізичних процесів як нагрів і вакуумування.

В останній час інтенсивно використовуються наукові дослідження, які передбачають залучення електрофізичних методів з метою скорочення тривалості теплової обробки будь-яких матеріалів. Одним з найефективних і перспективних шляхів рішення проблем цього напрямку є використання енергії електромагнітного поля надвисокочастотного (НВЧ) діапазону. Нагрівання у такому полі дозволяє значно скоротити тривалість термічної обробки дослідних матеріалів, скоротити площу виробничих цехів, підвищити економічні показники роботи підприємств. Основна перевага об'ємного прогріву у НВЧ-полі перед іншими електромагнітними полями полягає у високій швидкості виконання такого нагріву. При взаємодії змінного електромагнітного поля з об'єктами, які є діелектриками, через наявність діелектричних втрат гріються, тобто енергія поля перетворюється у тепло. Ефективність такого перетворення пропорційна значенню коефіцієнта діелектричних втрат, або коефіцієнту поглинання енергії, частоті поля і квадрату напруженості електричного поля у дослідному об'єкті. Оскільки напруженість поля обмежена електричною міцністю діелектрика, то для прискорення нагріву підвищують частоту електромагнітних коливань. Для термічної обробки виробів використовують електромагнітні поля дециметрового діапазону – 433, 915 і 2450 мГц, що дозволяє отримувати високу швидкість нагріву необхідних розмірів матеріалів.

Процес пороутворення в готових плівках необхідно виконувати тоді, коли полімер знаходиться у в'язкотекучому стані, після чого, завдяки зниженню температури, полімер має можливість повернутися до свого первинного склоподібного стану. На підставі цього пропонується така методика пороутворення, яка передбачає виконання попереднього нагріву плівки у НВЧ-полі при частоті електромагнітних коливань 2450 мГц до термопластичного стану полімеру з наступним миттєвим вакуумуванням, що приводить до утворення наскрізних отворів – пор.

Складність фізичних процесів, які відбуваються у сучасних НВЧ-приладах, часто не дозволяє описувати їх аналітично, через що у багатьох випадках необхідно використовувати відповідні чисельні методи розрахунків.

При діелектричному нагріванні матеріалів поряд зі слабкими хімічними взаємодіями істотну роль грає реактивна взаємодія полярних молекул з навколишнім середовищем. У цих молекулах спостерігається зсув електронів, виникають невеликі електричні моменти. Поляризація навколишнього середовища – реакція на присутність у ній даної полярної молекули. Ця реакція (поляризація) призводить до виникнення реактивного поля, яке є рівноспрямованим з електричним моментом диполя даної молекули.

Для визначення впливу НВЧ-поля на полімерні плівки розроблена експериментальна установка, до складу якої увійшла робоча камера для СВЧ-нагріву, набір датчиків для визначення температури в середині робочої камери, таймер для відліку часу.

Експериментально встановлено, що НВЧ-поле не впливає на структуру і фізико-механічні властивостей плівкових матеріалів, на що вказують результати досліджень (таблиця 1).

Таблиця 1 – Розривальне навантаження поліетиленової плівки до і після обробки її у НВЧ-полі

Час перебування плівки під дією НВЧ, с	Розривальне навантаження дослідних зразків, кН для плівки товщиною:		
	60 мкм	80 мкм	100 мкм
0	3,23	3,50	4,10
60	3,20	3,52	4,20
120	3,20	3,50	4,10
180	3,23	3,60	4,20
240	3,20	3,58	4,20
300	3,22	3,50	4,30

Аналіз отриманих результатів (рис. 1) вказує на повну відсутність впливу НВЧ-поля на структуру дослідного матеріалу, оскільки значення розривного навантаження для зразків в межах однієї й тієї ж товщини знаходяться в межах похибки (5%) вимірювання, що і вказує на відсутність зміни внутрішньої морфології полімеру. Крім того встановлено, що температура в робочій камері під час НВЧ-нагріву практично не змінилась, а зразки полімерних плівок не нагрілися під впливом НВЧ-випромінення.

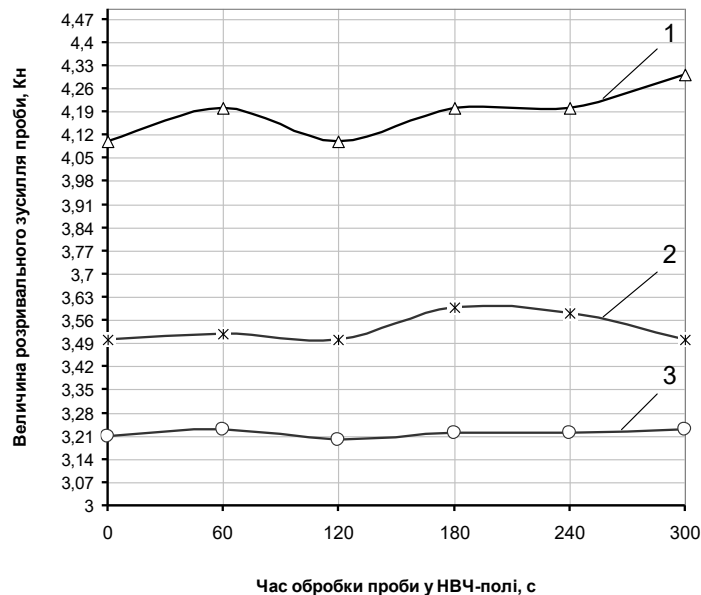


Рис.1. Графік залежності зміни величини розривального навантаження проби полімерної плівки від тривалості її обробки у НВЧ-полі: 1 – товщина проби 60 мкм; 2 – товщина проби 80 мкм; 3 – товщина проби 100 мкм

Отже, експериментально доведено, що НВЧ-поле не впливає на структуру полімерних плівок, а також не спричиняє їх нагрівання. Це означає, що для нагрівання готових полімерних плівок до температури, при якій вони стають термопластичними, в робочу НВЧ-камеру необхідно додати елемент (узгоджене навантаження), який би перетворював електромагнітне поле НВЧ-частоти у теплове. При цьому зазначений елемент повинен мати здатність швидко охолоджуватися після вимкнення НВЧ. Вказаним вимогам, на наш погляд, відповідає графіт, з якого шляхом пресування можна виготовляти деталі (складові) робочої камери необхідної форми і товщини.