

**Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт
з галузевих знань і спеціальностей у 2018/2019 році
зі спеціальності «Хімія»**

ПІДВИЩЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ПЛІВОК АКРИЛОВИХ КОПОЛІМЕРІВ

Зміст

Вступ.....	3
1. Літературний огляд.....	5
1.1. Формування плівок з дисперсій полімерів.....	6
1.2. Шляхи регулювання пористості полімерних плівок.....	7
2. Експериментальна частина.....	8
2.1. Хімічні матеріали.....	9
2.2. Методи аналізу.....	10
2.3. Дослідження впливу умов формування на властивості плівок стирол-акрилових кополімерів.....	12
2.3.1. Дослідження впливу добавки-пороутворювача на проникні властивості плівок стирол-акрилового кополімеру.....	12
2.3.2. Дослідження впливу температури формування полімерних плівок стирол-акрилового кополімеру із застосуванням добавок компонента-пороутворювача на їх проникність.....	15
2.3.3. Дослідження залежності деяких фізико-механічних властивостей плівок стирол-акрилових кополімерів від вмісту компонента-пороутворювача та температури їх формування.....	17
3. Можливості застосування запропонованого складу для підвищення проникності полімерних плівок на основі стирол-акрилового кополімеру.....	18
Висновки.....	20
Літературні джерела.....	21

Вступ

У наш час інтенсивний розвиток науки і техніки обумовлює нагальну необхідність створення широкого спектра матеріалів з комплексом цінних фізико-хімічних та механічних характеристик, властивості яких можна контролювано регулювати [1].

У даному відношенні перспективними функціональними матеріалами є полімери. На сьогоднішній час їх використовують як у вигляді самостійних матеріалів, так і у якості покриттів (фарб, лаків, клеїв, захисних плівок), нанесених на основи-підкладки (тканини, папір, штучні шкіри тощо). При цьому властивості останніх визначаються властивостями сформованих плівок.

Асортимент такої продукції дуже різноманітний. Наприклад, в шкіряно-взуттєвій промисловості нанесення полімерних покриттів використовується для просочування та фарбування натуральних шкір, виробництва матеріалів для внутрішніх деталей взуття. Нанесення покриттів на плоскі підкладки використовують і для інших галузей, такі як меблева, деревообробна, паперова [2].

У зв'язку з цим усе більш необхідним стає систематичне виявлення факторів, що визначають технологічні й експлуатаційні властивості та вартість полімерних матеріалів, а також потенційні можливості їх регулювання [3].

У вирішенні питання підбору полімерного матеріалу ключовим моментом стають його задовільні експлуатаційні характеристики, такі як пористість і проникність [4]. Природа і склад сумішей, з яких формують полімерні плівки, істотно впливають на їх структуру, а також дифузійні властивості та міцність. Змінюючи склад суміші для формування полімерної плівки, можна цілеспрямовано регулювати її фізико-механічні властивості [5].

Останнім часом ринок полімерних дисперсій поповнився за рахунок нових дисперсій на основі акрилових кополімерів вітчизняного виробництва. Проте недоліком плівок, що формують акрилові кополімери, є їх повітронепроникність. Усунення вказаного недоліку плівок акрилових полімерів сприятиме розширенню

області їх використання. Перспективним напрямом отримання полімерних плівок з покращеними властивостями є їх фізико-хімічне модифікування [6].

У зв'язку із зазначеним вище метою даної роботи є підвищення проникної здатності плівок акрилових кополімерів.

1. Літературний огляд

Проникність полімерних плівок – це властивість полімерного плівкового матеріалу пропускати проникаючі речовини (гази, пари або рідини). Процес проникнення не включає переміщення проникаючих речовин через отвори, тріщини або інші дефекти полімерної плівки.

Особливістю полімерів є те, що за величиною газопроникності вони займають проміжне положення між рідинами і неорганічними матеріалами.

На сьогодні існує два основних механізми проникнення через полімерні плівки: фазове перенесення, механізм активованої дифузії.

При фазовому перенесенні потік дифундуючої речовини проходить через пори, мікротріщини, капіляри плівкового матеріалу, не змінюючи свого фазового стану. Для реалізації зазначеного механізму розміри наявних мікроотворів повинні бути більше розмірів молекул проникаючої речовини [7].

При перенесенні речовини згідно з другим механізмом, а саме активованою дифузією, вищезгаданий процес розглядається як сума послідовно протікаючих процесів:

- 1) сорбція і розчинення проникаючої речовини на межі розділу «плівка – оточуюче середовище»;
- 2) власне дифузія атомів (молекул) усередині полімерної плівки з області більшої концентрації в область меншої концентрації проникаючої речовини;
- 3) десорбція і виділення речовини зі зворотної сторони плівки [8].

На проникність полімерних плівкових матеріалів по відношенню до газів і парів впливають умови протікання процесу проникнення (температури, тиску і концентрації проникаючої речовини), а також комплекс фізико-хімічних властивостей полімерних плівкових матеріалів: хімічний склад полімеру (природа і кількість функціональних груп), орієнтація, ступінь кристалічності, температура склування, енергія когезії (полярність), вільний об'єм, температура, вологість полімерів [8].

Здатність речовини проникати крізь плівку значною мірою залежить від вільного об'єму полімеру – це незайнятий молекулами полімеру простір, тобто пористість між молекулами полімеру або між їхніми сегментами [9].

1.1. Формування плівок з дисперсій полімерів

Особливістю водних дисперсій акрилових кополімерів є здатність до плівкоутворення.

Процес плівкоутворення з дисперсій полімерів розглядається як тристадійний [10].

На першій стадії відбувається концентрування дисперсії полімеру, що супроводжується гелеутворенням. Після цього починається друга стадія плівкоутворення – стиснення гелю. Стадія завершується практично повним видаленням води з плівки і супроводжується деформацією полімерних частинок.

Схематично процеси, що протікають на першій і другій стадіях, показані на рис. 1, де представлено схему колоїдно-хімічних перетворень при формуванні плівок з дисперсій полімерів [11]:

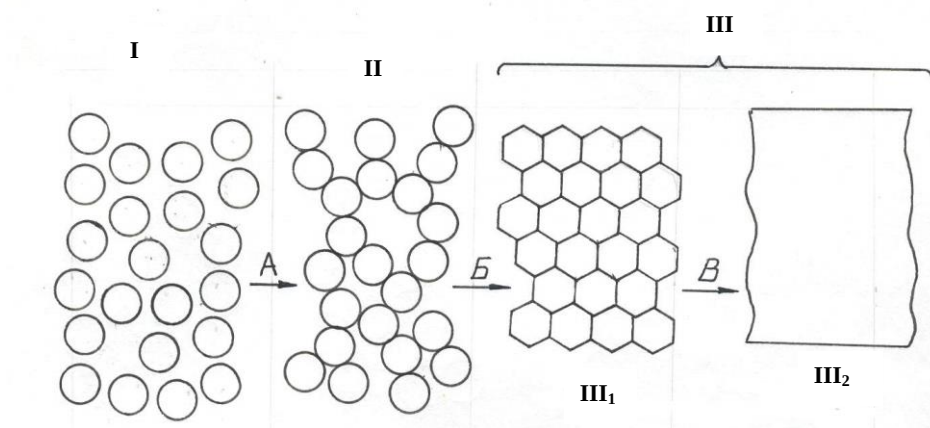


Рисунок 1. Схема перетворення полімерної дисперсії в плівку при випаровуванні води

З наведеної схеми видно, що після повного видалення води з плівки настає остання стадія плівкоутворення, коли плівка набуває характерної структури та властивостей.

Основу третьої стадії складають аутогенні процеси, які полягають в ліквідації фізичних меж між полімерними частинками в результаті сегментальної дифузії макромолекул. Результатом цих процесів є утворення монолітної плівки (на схемі плівка III₂) [12].

1.2. Шляхи регулювання пористості полімерних плівок

Формування експлуатаційних властивостей полімерних плівок відбувається, в основному, під час процесу їх отримання [13, 14].

Плівки, сформовані акриловими кополімерами, характеризуються непроникністю [15].

З метою підвищення проникності полімерних плівок створюють умови для формування у їх структурі пор.

Пористість плівки можна регулювати різними шляхами [16-20]:

1. Введенням сполук:

- а)** які розкладаються при високій температурі з виділенням газоподібної речовини, що буде розпушувати плівку;
- б)** органічних розчинників, які будуть випаровуватися з плівки в процесі її формування і утворювати пори;
- в)** сумішей поверхнево-активних речовин, одна з яких є піноутворювачем, а інша – піногасником;
- г)** інертних до полімеру, які вимиваються зі сформованої плівки і утворюють пори;
- д)** полімерів, для яких характерна рухливість ланцюгів макромолекул.

2. Зміною умов конденсаційного структуроутворення (властивості плівок визначаються умовами їх формування):

а) отримання пористої структури інклюдуюванням, тобто послідовною заміною “якісних” розчинників “неякісними”;

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

3. Різними впливами на вже сформовану плівку (наприклад, бомбардуванням полімерних плівок α -частинками з наступним протравленням для видалення уламків).

2. Експериментальна частина

Проаналізувавши можливі шляхи регулювання пористості полімерних плівок, увагу зупинили на використанні хімічних речовин для пороутворення, які видаляються вже зі сформованої плівки. Цей метод є одним з екологічних, енергоощадних, а отже, найбільш перспективних для отримання пористих плівок, що володіють підвищеною проникністю.

При полімеризації (або поліконденсації) полімера-плівкоутворювача у присутності спеціально введеного пороутворювача можна сформувати полімерну плівку з ділянками-«шаблонами». Після видалення «шаблонів» в полімерній матриці утворюватимуться порожнини і канали – відбитки пороутворювача (рис. 2):

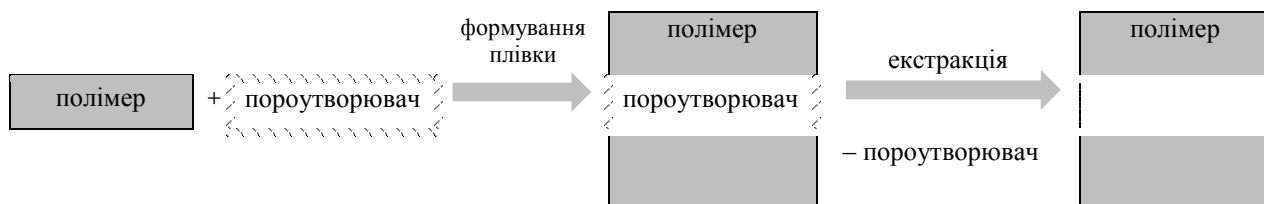


Рисунок 2. Схема процесу формування пор у полімерній плівці за участі «шаблона»-пороутворювача

Таким чином, введенням компонентів-пороутворювачів – «шаблонів» різної природи з наступним їх видаленням з полімерної матриці можна забезпечити різний рівень пористості і, відповідно, повітро- і водопроникності.

Отже, даний метод модифікування структури полімерних плівок може бути використаний для направленої регулювання їх фізико-механічних характеристик, що дасть змогу розширити спектр застосування полімерних матеріалів.

2.1. Хімічні матеріали

Для формування полімерної плівки у роботі було використано водну дисперсію акрилового кополімеру (табл. 1) вітчизняного виробництва (виробник «Полімер-Лак» (м. Херсон)). Для синтезу полімеру даної дисперсії виробником використано наступні мономері: бутилакрилат, стирен, метакрилову кислоту.

Таблиця 1. Характеристика полімерної дисперсії.

Тип полімеру	Вміст метакрило- вої кислоти, %	Поверхневий натяг, мДж/м ²	Властивості плівки, що формує полімер		
			Зовнішній вигляд	Розчинність	Гриф
Стирол-акриловий кополімер з підвищеним вмістом карбоксильних груп	8	37,4	Глянцева, прозора	Стійка до дії розчин- ників	Еластичний

Аналізуючи дані літературного пошуку та спираючись на властивості речовин у якості пороутворювача для реалізації обраного методу формування пористої структури плівок було обрано водорозчинний лінійний поліетер двохатомного спирту (ПДС).

ПДС – лінійний полімер, який практично не має функціональних груп, здатних утворювати водневі зв'язки і тим самим впливати на процес формування акрилатної плівки. Натомість здатен кристалізуватися. ПДС відноситься до речовин 4 класу небезпеки (безпечна речовина).

2.2. Методи аналізу

2.2.1. Отримання вільних плівок

Плівки отримували у відповідності з ГОСТ 14243-78 «Материалы лакокрасочные. Методы получения свободных пленок».

2.2.2. Кондиціонування зразків полімерних плівок

Всі дослідження проводилися зі зразками плівок після їх кондиціонування, які здійснювали у відповідності з ГОСТ 12423-66 «Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)».

2.2.3. Оцінка пористості плівок за дифузійною проникністю [21].

В основу методу оцінки пористості плівок покладено суть методу сухого термодрукування полотен і тканин з хімічних волокон: на спеціальний папір наноситься рисунок за допомогою друкарської фарби з водонерозчинними барвниками, що легко сублімуються під дією сухого тепла і переводяться на тканину.

Інформацію про пористість отримували шляхом оцінки кількості барвника, що продифундував через плівку як через мембрану.

З цією метою кубовий барвник, що здатний до сублімації, із загущувачем наносили за допомогою сітчастого шаблону на папір, що використовується для сублімаційного способу друкування тканин, папір з барвником висушували і приводили у тепловий контакт (1 хв) зі зразками лавсанової тканини. Між папером і тканиною розташовували плівки, сформовані в різних експериментальних умовах.

Під час теплової обробки відбувається сублімація барвника, який проникає через плівку на тканину. В залежності від проникності плівки на тканину переходила різна кількість барвника.

Кількість барвника, що перейшов при сухому термодруці з паперу-основи на синтетичний субстрат (тканину) крізь полімерну плівку можливо визначити методом прямого колориметрування забарвлених волокнистих матеріалів з розрахунками на основі функції Гуревича-Кубелки-Мунка, тобто оцінкою інтенсивності забарвлення тканини.

2.2.4. Оцінка інтенсивності забарвлення тканини [22].

Для оцінки інтенсивності забарвлення тканини використовують оптичні методи.

В даній роботі для порівняльної оцінки ступеня зафарбованості зразків тканини використано фотометричний метод.

Інтенсивність забарвлень оцінювали за величиною функції Гуревича-Кубелки-Мунка K/S на приладі «Spesol-11»:

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} - \frac{(1-R_0)^2}{2R_0},$$

де K – коефіцієнт поглинання світла забарвленим зразком;

S – коефіцієнт розсіювання світла забарвленим зразком;

R – коефіцієнт віддзеркалення забарвленого зразка;

R_0 – коефіцієнт віддзеркалення незабарвленого зразка.

Зміст використання даної функції полягає у тому, що вона відповідає лінійній залежності між концентрацією барвника на волокні і даними спектра віддзеркалення. За законом Бера коефіцієнт поглинання світла (K) пропорційний концентрації барвника на волокні. Коефіцієнт розсіювання (S) не залежить від концентрації барвника, і його можна вважати постійним для обраного волокнистого матеріалу. Таким чином $K/S = a \cdot C$, де a – розрахунковий коефіцієнт; C – концентрація барвника [23].

2.3. Дослідження впливу умов формування на властивості плівок стирол-акрилових кополімерів

2.3.1. Дослідження впливу добавки-пороутворювача на проникні властивості плівок стирол-акрилового кополімеру

Низька проникність плівок є однією з причин, які заважають широкому застосуванню акрилових кополімерів. Проникність – важлива фізико-механічна характеристика полімерних плівок. Проникність газів через плівки пов'язана з рухомістю полімерних ланцюгів і величиною вільного об'єму плівки.

З метою підвищення повітропроникності плівок акрилових кополімерів частіше створюють умови для формування плівки пористої.

Формування досліджуваних плівок відбувалось в такій послідовності:

- 1) приготування суміші полімерів змішуванням водної дисперсії стирол-акрилового кополімеру з лінійним пороутворювачем (1-20 % мас.), попередньо розчиненим у воді;
- 2) виливання приготованої суміші на скло та формування полімерної плівки при температурі 80 °С;
- 3) видалення лінійного пороутворювача, піддаючи плівки з ним екстракції у воді.

Як пороутворювач для дослідження використовували другий полімер – водорозчинний лінійний поліетер двохатомного спирту у кількості 1-20 % мас. Він здатен утворювати комірки, в яких розташовується під час формування плівки, а при промиванні водою легко вимивається. Це призводить до того, що залишаються пори.

Оцінку пористості плівок проводили за дифузійною проникністю та функцією K/S.

Дослідженнями показано, що використання ПДС у якості пороутворювача має доволі значний вплив на проникність досліджуваних полімерних плівок. У таблиці 2 наведено результати досліджень залежності проникної здатності плівок,

сформованих на основі водної дисперсії стирол-акрилового кополімеру, від величини добавки лінійного пороутворювача.

Таблиця 2. Вплив добавки ПДС на проникність полімерних плівок, сформованих з дисперсії стирол-акрилового кополімеру.

№ зразка плівки	Добавка ПДС, %	Інтенсивність забарвлення тканини, K/S
1	0	1,7
2	1	2,4
3	2	1,2
4	5	1,2
5	10	1,2
6	20	2,5

Аналіз експериментальних даних таблиці 2 дозволяє констатувати, що у випадку використання ПДС як компонента суміші полімерів для формування пористих плівок при його вмісті від 1 до 20 % мас. проникні властивості сформованих плівок змінюються по-різному.

Про це свідчать значення функції Гуревича-Кубелки-Мунка K/S, отримані суміщенням мембранного та дифузійного методів оцінки проникності плівок. Плівки, отримані з сумішей стирол-акрилового кополімеру та ПДС і без нього, поміщались між папером (з фіксованим на ньому кубовим барвником) і лавсановою тканиною. При тепловій обробці, як було зазначено вище, деякі кубові барвники переходять в газоподібний стан і зафарбовують поліестерну тканину. Інтенсивність забарвлення лавсанової тканини залежить від ступеня проникності плівки, поміщеної між папером з барвником та тканиною. З наведених даних видно, що інтенсивність забарвлення тканини однаково найнижча у випадку добавок ПДС 2, 5 і 10 %.

У випадку використання пороутворюючої добавки ПДС у кількості 20 % інтенсивність забарвлення має найбільше значення. Крім того, у випадку використання ПДС як добавки-пороутворювача у кількості 1 % отримано плівки, через які здатна проникати така кількість барвника, що наближається до кількості барвника, який проникає через плівку, сформовану з 20 % добавкою ПДС.

Для плівки кополімеру, яка сформована в тих самих умовах, але без добавки ПДС спостерігається нижча проникність, ніж для зразків 2 та 6.

Проте проникність плівок, сформованих у присутності добавки ПДС 2-10 %, є ще нижчою.

Інтерпретація отриманих результатів дослідження може бути здійснена, опираючись на особливості формування полімерних плівок і взаємодії між лінійним компонентом та плівкою. Очевидно, при формуванні плівки додатково введений компонент, що прийматиме участь у її формуванні – ПДС, буде відігравати роль перешкоди. З підвищенням кількості цієї «перешкоди» її вплив стає більш істотним. Ймовірно, 1 % вміст ПДС не є тією критичною концентрацією, яка б могла вплинути на топологію і на досконалість або дефектність сформованої плівки. Таким чином плівка під час формування може витіснити ПДС на поверхню. Тому при наступному його вимиванні відбувається утворення відкритих пор. Зі зростанням же концентрації ПДС стає істотною перешкодою для формування бездефектної плівки. Додавання ПДС до дисперсії кополімеру може сприяти збільшенню відстані між окремими макромолекулами і їх рухливості у плівці. З цієї причини у товщі плівки утворюватиметься додатковий вільний об'єм, достатній для розподілення в ньому ПДС. Однак у зразку 6, імовірно, настільки велика концентрація ПДС, що деяка частина його приймає участь у формуванні і заповненні вільного об'єму в товщі плівки, а решта – у формуванні відкритих комірок.

Таким чином плівки, отримані з використанням ПДС у кількості 1 та 20 %, який було видалено після формування плівки, володіють вищою проникністю порівняно з плівками без пороутворювача.

2.3.2. Дослідження впливу температури формування полімерних плівок стирол-акрилового кополімеру із застосуванням добавок компонента-пороутворювача на їх проникність

Проникну здатність визначали для плівок стирол-акрилового кополімеру, сформованих за різних температур із додаванням ПДС у кількості 1 та 20 % з наступним його видаленням шляхом розчинення у воді.

Найбільш сприятливі температурні режими плівкоутворення для досліджуваної дисперсії знаходяться в інтервалі від 80 °C та вище [12], що входить в температурний режим формування полімерних покриттів на поверхні різних матеріалів (тканин, паперу тощо).

Формування досліджуваних плівок відбувалось в послідовності, описаній в попередньому підпункті, з відмінністю в тому, що формування плівок проводили при температурах 80, 105, 130 °C. Отримані дані дослідження наведено у таблиці 3.

Проникність плівок, сформованих з додаванням 1 % ПДС, зменшується з підвищенням температури.

Даний факт може бути пов'язаний з впливом температурного фактору на формування однорідної структури, в порівнянні зі структурами, які мають частину глобул, що не зкоалесціювали при нижчих температурах.

Найвища проникність сформованих плівок спостерігалась для зразків з добавками пороутворювача 20 % при всіх температурах формування та 1 % при температурі 80 °C.

Таблиця 3. Вплив температури формування полімерних плівок з дисперсії стирол-акрилового кополімеру із застосуванням добавки ПДС на їх проникність

Температура, °C	Добавка пороутворювача, %	Інтенсивність забарвлення тканини, K/S
80	1	2,4
	20	2,5
105	1	1,8
	20	2,6
130	1	1,1
	20	2,7

Отримані дані дозволяють зробити висновок, що при застосуванні достатньо великих кількостей пороутворювача проникність плівок зростає з підвищенням температури їх формування. Однак при цьому в досліджуваному інтервалі температур немає яскраво вираженої різниці у значеннях K/S.

З аналізу даних, наведених у таблиці 3, видно, що діапазон значень функції K/S для зразків з 20 % добавкою ПДС, сформованих при різних температурах, знаходиться в інтервалі 0,3. За межами цього діапазону – величина K/S, виміряна для зразка плівки, сформованого при 80 °C з добавкою ПДС 1 %, однак вона менша від найменшого значення вказаного діапазону лише на 0,1.

Таким чином, результати дослідження дозволяють зробити висновок, що добавка пороутворювача у кількості 1 % у поєднанні з порівняно низькою температурою формування плівки 80 °C забезпечує зростання проникності отриманих плівок стирол-акрилового кополімеру, що дозволяє розглядати такі умови як основу для розробки технологічних схем створення повітропроникних покриттів на твердих поверхнях.

2.3.3. Дослідження залежності деяких фізико-механічних властивостей плівок стирол-акрилових кополімерів від вмісту компонента-пороутворювача та температури їх формування

При створенні «дихаючих» покриттів на основі полімерів одним з основних є питання про фізико-механічні властивості останніх. Метою даного етапу роботи було визначення впливу температури формування плівки та величини добавки ПДС на такі характеристики плівок як прозорість, жорсткість, еластичність, липкість, схильність до деформації, стійкість до розриву. Результати досліджень узагальнено в таблиці 4.

Таблиця 4. Залежність властивостей плівок стирол-акрилових кополімерів від вмісту ПДС та температури їх формування

Добавка ПДС, %	Характеристика плівок		
	Температура плівкоутворення, °С		
	80	105	130
0	Прозора, середньої м'якості	Прозора, середньої м'якості	Прозора, середньої м'якості
1	Прозора, м'яка, еластична	Прозора, м'яка, еластична	Прозора, м'яка, еластична, знижена міцність до розриву
20	Прозора, м'яка, еластична, схильна до деформації, стійкість до розриву середня	Прозора, м'яка, еластична, липка, схильна до деформації, стійкість до розриву середня	Прозора, м'яка, еластична, липка, легко деформується і рветься.

Як видно, при введенні ПДС у якості пороутворювача з наступним його вимиванням з утвореної плівки кополімеру спостерігаються різкі зміни властивостей плівок при різних температурах їх формування.

Підвищення температури з 80 °С до 130 °С призводить до збільшення схильності до деформації, зменшення стійкості до розриву та підвищення липкості плівок, у формуванні структури яких приймав участь пороутворювач.

Було виявлено, що отримані зразки плівок стирол-акрилового кополімеру з використанням добавки ПДС є прозорими, м'якими, еластичними (табл. 4). Слід зазначити загальну тенденцію зниження міцності до розриву при збільшенні добавки ПДС у складі суміші полімерів, з якої формуються плівки, що свідчить про можливість припущення, зробленого у підпункті 2.3.1 щодо особливостей структури полімеру з 20 % добавкою ПДС.

Також в результаті проведених досліджень було виявлено, що збільшення вмісту ПДС в суміші полімерів значно знижує стійкість плівок до деформації. Особливо сильно це проявляється у випадку плівок, сформованих при підвищених температурах у присутності 20 % добавки ПДС: сформована при 105 °С плівка характеризується схильністю до деформації, а при 130 °С – найнижчою стійкістю до деформації.

Такі результати дослідження дають можливість додатково підтвердити вірність вибору 1 % добавки пороутворювача та температури формування плівки 80 °С, що дозволить отримувати полімерні покриття з заданими покращеними властивостями.

3. Можливості застосування запропонованого складу для підвищення проникності полімерних плівок на основі стирол-акрилового кополімеру

Проникність полімерів є необхідною умовою для можливості їх застосування у різних галузях промисловості, а зокрема у текстильній та паперовиробництві.

Рівень проникності плівок, що наносяться на тканини, визначає ступінь їх комфортності.

Сьогодні акрилові кополімери складають одну з найбільш застосовуваних груп полімерів для заключного оброблення тканин. В залежності від виду акрилових кополімерів та їх співвідношення поліакрилати мають комплекс корисних властивостей. Це створює передумови для їх використання з метою надання тканинам наповненого грифу, м'якості або жорсткості, а також для надання текстильним матеріалам підвищеної зносостійкості. Однак вони характеризуються тим, що формують непроникні плівки. При застосуванні цих полімерів для апретування тканин треба враховувати цей фактор, щоб не погіршити комфортність тканин. Застосуванням пороутворювача, який видаляється при промиванні сформованої плівки водою, в роботі вирішена задача із забезпечення проникності плівок. Причому одночасно вирішується задача енергозбереження, оскільки оптимальною температурою для формування плівок є достатньо низька температура 80 °С.

Також слід зазначити, що обраний у якості пороутворювача ПДС належить до класу безпечних речовин, а отже, може використовуватися у якості компонента складів для апретування тканин як технічних, так і одягових.

Запропонований склад та режим теплової обробки можуть бути використані для оброблення інших об'єктів – різних видів паперу, зокрема пакувального, який має поєднувати декілька корисних властивостей, серед яких є міцність до пошкоджень та достатня повітропроникність. Сказане підтверджується актом впровадження розробки у виробництво (акт впровадження наукових досліджень у виробництво від 19.11.2018 р.; ПрАТ «Малинська паперова фабрика-ВАЙДМАН»).

Висновки

1. Підвищено проникність полімерних плівок на основі стирол-акрилового кополімеру завдяки введенню у робочий розчин добавки екологічно безпечного пороутворювача з наступним його видаленням зі сформованої полімерної матриці.
2. Визначено вплив добавки-пороутворювача на проникні властивості плівок стирол-акрилового кополімеру.
3. Визначено вплив температури формування полімерних плівок стирол-акрилового кополімеру із застосуванням добавок компонента-пороутворювача на їх проникність.
4. Визначено залежність деяких фізико-механічних властивостей плівок стирол-акрилових кополімерів від вмісту поліетеру двохатомного спирту та температури їх формування.
5. Показано ефективність застосування лінійного водорозчинного пороутворювача в процесі формування плівок стирол-акрилового кополімеру для покращення їх проникних властивостей.
6. Показано, що добавка пороутворювача у кількості 1 % забезпечує зростання проникності плівки стирол-акрилового кополімеру при порівняно низькій температурі її формування – 80 °С, що є вигідним з точки зору енергозбереження.

Літературні джерела

1. *Бойко В.В., Рябов С.В., Кобріна Л.В., Керча Ю.Ю.* Молекулярно-імпринтовані полімери – перспективні полімерні матеріали для моніторингу навколишнього середовища // Полімерний журнал. – 2008. – т. 30. – № 2. – С. 95-108.
2. *Горященко С.Л.* Передача покриття на поверхню матеріалів легкої промисловості після розпилення // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 4. – С. 199-201.
3. *Курта С.А.* Наповнювачі – синтез, властивості та використання: Навч. посіб. – Івано-Франківськ: Вид-во Прикарпат. нац. ун-ту ім. В. Стефаника, 2012. – 296 с.
4. *Гончарова Л.А., Сергеева Л.М., Климчук Д.О., Бровко О.О.* Морфологічні дослідження пористих полімерних плівок, отриманих на основі напів-взаємопроникних полімерних сіток // XIII Українська конференція з високомолекулярних сполук: Тези доп. – Київ. – 2013. – С. 174-176.
5. *Гончарова Л.А., Бровко О.О., Сапсай В.І., Климчук Д.О., Сергеева Л.М., Сергеева Т.А.* Водопроникність і морфологія пористих полімерних плівок на основі акрилатних напів-ВПС // Полімерний журнал. – 2015. – т. 37. – № 1. – С. 20-26.
6. *Мельник Ю.Я., Яцульчак Г.В., Гіль Н.В., Суберляк О.В.* Тонкоплівкові полімерні композити мембранного типу з підвищеними фізико-механічними властивостями // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2013. – № 761. – С. 433-436.
7. *Колосов О.Є., Сокольський О.Л., Малецький С.В.* Дослідження бар'єрних властивостей пакувальних полімерних плівкових матеріалів // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 6/3(32). – С. 9-16.

8. *Selke S., Culter J., Hernandez R.* Plastics Packaging: Properties, Processing, Applications, and Regulations. – Ed. 3. – Munich: Carl Hanser Verlag, 2015. – 487 p.
9. *Колосов О.Є., Сідоров Д.Е., Малецький С.В.* Проектування пакувальних полімерних плівкових матеріалів із бар'єрними властивостями // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2016. – № 1. – С. 15-20.
10. *Зубов П.И., Сухарева Л.А.* Структура и свойства полимерных покрытий. – М.: Химия, 1982. – 256 с.
11. *Верхоланцев В.В.* Физико-химия пленкообразующих систем. – Л.: Изд. ЛТИ и Ленсовета, 1973. – 185 с.
12. *Попович Т.А.* Підвищення ефективності пігментної технології при друкуванні текстильних матеріалів із целюлозних волокон: Дис....канд. техн. наук: 05.19.03. – Херсон: ХНТУ, 2006. – 172 с.
13. *Рейтлингер С.А.* Проницаемость полимерных материалов. – М.: Химия, 1974. – 272 с.
14. *Мэнсон Дж., Сперлинг Л.* Полимерные смеси и композиты. – М.: Химия, 1979. – 439 с.
15. *Глубиш П.А.* Применение полимеров акриловой кислоты и её производных в текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1975. – 205 с.
16. *Касьянова А.А., Нипот Н.О., Павлов С.А.* Получение пористых поливинилспиртовых пленок коагуляционным методом // Изв. ВУЗов. Технология легкой промышленности. – 1969. – № 1. – С. 36-41.
17. *Давыдов В.Я., Еремеева Г.В., Киселев А.В.* Исследование проницаемости пара воды в полиуретановых пленках методом инфракрасной спектроскопии // Коллоидный журнал. – 1980. – № 4. – С. 144-147.

18. *Влодавец И.Н., Ребиндер П.А.* Конденсационное структурообразование как метод получения пористых полимерных материалов // Доклады Академии Наук СССР. – 1962. – № 3. – С. 617-620.
19. *Swihart T.D., Awe P.W.* Silicone materials for a covering of fabrics // Journal of coated fabrics. – 1986. – Vol. 16. – No. 7. – P. 11-24.
20. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. – М.: Химия, 1978. – 544 с.
21. *Мищенко А.В., Назарова В.В., Мищенко Е.В.* Полиуретановые иономеры как связующее пигментных печатных систем: Научное издание. – Херсон: Гринь Д.С., 2013. – 360 с.
22. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов: Учеб. пособ. для вузов / Под ред. Г.Е. Кричевского. – М., 1994. – 377 с.
23. *Богословский Б.М., Лантев Н.Г.* Химия красителей: Учебник для хим. отделений текстильных техникумов. – Москва: Издательство научно-технической литературы РСФСР, 1960. – 280 с.