

# Поліамідні системи

дата публікації: 2024.10.31



**Перші наукові розробки в області поліамідів призвели до отримання промислових полімерів відомих під назвою нейлон, який було розроблено в лабораторії «DuPont». Комерційна назва нейлон стала синонімом для всієї групи поліамідних полімерів, і він використовується взаємозаміно з назвою поліаміди, і до сьогодні.**

Розробка нейлону призвела до створення широкого сімейства поліамідів, які почали використовуватись як формувальні порошки, екструдовані плівки та трубки, поверхневі покриття, клеї тощо.

Існує три основних способи виробництва поліамідів для термопластичних ПЛС :

1. Комерційний поліамід, так званий нейлон-6,6, був отриманий шляхом конденсації адипінової кислоти і гексаметилендіаміна. Даний полімер отримується в два етапи. На першому етапі відбувається утворення солі з дикислоти і діаміну при змішуванні компонентів в чистій воді. На другій стадії процесу сіль зневоднюється при нагріванні. Видалення води призводить до утворення амідної групи, що з'єднує мономерів в періодичній ланці. Реакцію поліконденсації проводять при температурах між 260 і 290 °С, без каталізатора або в присутності кислотних сполук, що виявляють каталітичний ефект.
2. Наступним способом є отримання поліамідів з використанням амінокислот, який не має принципової різниці між процесом поліконденсації діамінів та діацидів. Слід відмітити, що амінокислоти, які придатні для полімеризації в поліаміди, повинні містити більше 6 атомів вуглецю для отримання термостабільного полімера.
3. Третім способом отримання поліамідів є термічна полімеризація лактамів, які є циклічними амідами карбонових кислот.



Номенклатуру поліамідів було створено із врахуванням способу отримання полімеру. Так, коли полімер отримують конденсацією діамінів та діацидів, слово "поліамід" (або загальна назва нейлон) супроводжується двома цифрами. Перша цифра представляє кількість атомів вуглецю в діаміні, а друга - кількість атомів вуглецю в діациді. Наприклад, нейлон-6,6 - поліамід, що утворюється конденсацією гексаметилендіаміну та адипінової кислоти.

При цьому коли продукт отримують шляхом самоконденсації амінокислот або відповідних лактамів, то число, яке слідує за назвою поліамід (або нейлон), дорівнює кількості атомів вуглецю у відповідній амінокислоті. Наприклад, нейлон-6 - назва полімеру, одержуваного конденсацією 6-аміногексанової кислоти або її лактаму.

Стандартна температура тверднення термопластичних ПЛС на основі нейлону становить близько 200 °С. Тому дані системи є більш енергозберігаючими порівняно з іншими термопластичними ПЛС.

Перші нейлонові порошкові покриття були введені в Європі з використанням нейлону-11 та нейлону-12 в якості в'язучої речовини. Нейлон-11 має відносно низьку температуру плавлення 185 °С. Разом з нейлоном-12, який має температуру плавлення 178 °С, вони практично є найбільш поширеними поліамідами, які знайшли широке застосування в якості плівкоутворювачів для отримання ПЛС.

ПЛС на основі нейлону характеризуються високими фізико-механічними характеристиками. Однак основним недоліком вказаних систем є їх низька атмосферостійкість. Тому для збільшення терміну служби поліамідів було розроблено різні типи стабілізаторів у вигляді солей міді, марганцю та органічних антиоксидантів, які були зареєстровані як ефективні стабілізатори поліамідів при дії атмосферних чинників на систему покриття.

Можливість стабілізації ПЛС на основі нейлону при дії атмосферних чинників зробив даний матеріал ефективним не тільки для отримання внутрішніх функціональних покриттів, але і для зовнішнього застосування, при забезпеченні регламентованої атмосферостійкості порошкового покриття в поєднанні з високою стійкістю до хімічних розчинників, ударної стійкістю та високими показниками зносостійкості. Так, в роботі було отримано порошкове покриття на основі нейлону для зовнішнього застосування, термін служби якого перевищив 10 років. Аналогічні результати отримано при використанні ПЛС на основі нейлону для зовнішніх облицювальних панелей.

Кавітаційна корозія нейлону спостерігається значно менше, порівняно з іншими покриттями. Навіть нержавіюча сталь не відповідає високим характеристикам нейлону.

Однак, як і для більшості термопластичних порошкових систем, при застосуванні нейлонових порошкових покриттів рекомендується використовувати попередній ґрунтувальний шар для підвищення адгезії до субстрату. Як правило, придатними ґрунтовками для нейлонових порошкових покриттів є традиційні рідкі покриття на основі органо-розчинних фарб.

Одним з ефективних способів підвищення адгезійних властивостей ПЛС на основі нейлону є додаткове введення незначної кількості реактивної епоксидної смоли та вінілацетату. Рецептурний склад запропонованих ПЛС на основі нейлону-11 як основного плівкоутворювача, наведена в таблиці 2.4.

*Таблиця 2.4 – Рецептурний склад ПЛС на основі нейлону з підвищеною адгезією до субстрату.*

Таблиця 2.4 – Рецептурний склад ПЛС на основі нейлону з підвищеною адгезією до субстрату.

Найменування матеріалу	Вміст, %
Нейлон-11	90
Епоксидна смола	5
Полівінілбутираль	2
TiO <sub>2</sub>	3

Для нанесення термопластичних ПЛС на основі нейлону переважно використовується метод псевдозрідженого шару. Тому, покриття із товщиною розміром від 250 до 600 мкм можна наносити шляхом одностадійного нанесення покриття. Залежно від швидкості ланцюга конвеєра, на якому розміщують вироби та площі виробу, що підлягають покриттю, температура плавлення нейлонових порошкових покриттів знаходиться в межах від 200 до 230 °С. Слід відмітити, що для нанесення тонких плівок ПЛС на основі нейлону можна також успішно використовувати метод електростатичного розпилення, що забезпечує отримання товщини плівки покриття із розміром від 100 до 150 мкм.

Було виявлено, що інфрачервоні печі не підходять для розплавлення нейлонових порошкових покриттів. Високий коефіцієнт теплоізоляції полімеру і різка температура плавлення є двома факторами, що перешкоджають успішному використанню печей інфрачервоного затвердіння. Тому, найбільш ефективним є використання печей з рециркуляцією повітря тунельної або коробчастої конструкції з температурою повітря від 200 до 230 °С.

Завдяки своїм високим експлуатаційним характеристикам, ПЛС на основі нейлону можуть бути ефективними при захисті будівельних виробів та конструкцій, які постійно піддаються впливу різних видів солей та кислот.

Ще одним важливим аспектом використання нейлонових порошкових покриттів в будівельній сфері є їх відмінна ударостійкість, низький коефіцієнт тертя та висока стійкість до стирання, які зберігаються в широкому температурному діапазоні від -40 до 80 °С.

*Автор статті – Ластівка О.В.,  
головний технолог ТОВ«Лаковер»,  
к.т.н, доц. кафедри ТБКіВ КНУБА*