

**ПЛАЗМОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕКСТИЛЬНІЙ ТА ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

О. В. Колесник, А. М. Слізков

Київський національний університет технологій та дизайну

Чистота та екологічність навколишнього середовища сьогодні стала однією з основних глобальних проблем. В останні десятиліття спостерігається введення суворого екологічного законодавства в країнах світу та Україні. Однак, вирішення екологічних проблем текстильної та легкої промисловості є досить непростим завданням.

Численні види обробки текстилю із застосуванням різних хімічних реагентів, а також фарбування, друк, прання та інші види оздоблення супроводжуються виділенням різних токсичних, небезпечних та інших сполук, які майже не піддаються біологічному розкладанню.

Для отримання якісно нових полімерних текстильних матеріалів (надалі - ПТМ) з покращеними або заданими споживчими властивостями сьогодні успішно застосовують фізичні методи їх модифікації. З фізичних методів модифікації найбільш перспективними є плазмові технології, які дозволяють зменшувати екологічне забруднення навколишнього середовища. Тому застосування нових високоефективних технологій плазмової обробки ПТМ є актуальним.

Перспективним способом обробки ПТМ, що дозволяє проводити їх обробку по усьому об'єму, є застосування плазми високочастотного ємнісного розряду зниженого тиску. Така обробка є сухою, екологічно чистою та безпечною.

Найбільш простий і об'єктивний спосіб класифікації різних видів плазми полягає у поділі її різновидів на дві категорії: термічні (теплові) та нетермічні (нетеплові).

Теплові плазми можна генерувати за допомогою декількох способів. До них можна віднести наступні: електричні розряди постійного та змінного струму (вільне горіння, імпульсні та перенесені дуги, плазмотрони, лампи), лазерні, радіочастотні та мікрохвильові розряди майже при атмосферному тиску. Теплова плазма має надзвичайно високі температури (до тисяч градусів Цельсія) і характеризуються умовою теплової рівноваги між усіма різними видами, що містяться в газі. Таку теплову плазму можна спостерігати у зірок, блискавок, північного сяйва тощо. Поряд із цим жоден ПТМ не може витримати руйнування при дії теплової плазми, тому він не може бути застосований для модифікації та обробки поверхні волокон ПТМ.

До нетеплових видів плазми відносяться такі, у яких термодинамічна рівновага не досягається, навіть у локальних масштабах між електронами та частинками більшої маси (нейтральні атоми чи молекули, іони та фрагменти нейтральних молекул). Температура електронів у цьому типі плазми набагато вища, ніж температура інших частинок. Електрони можуть досягати температури 104–1058 К (1–10 eV), тоді як температура газу залишається близькою до кімнатної, тому такі нетеплові плазми також називаються холодною плазмою. Цей тип плазми підходить для модифікації та обробки поверхні ПТМ. Такі форми розряду в холодній плазмі мають велику перевагу при індукції значних поверхневих хімічних та морфологічних модифікаціях, чим покращуючи гідрофільність волокон ПТМ і роблячи їх більш доступними до різних хімічних обробних операцій не змінюючи при цьому властивостей ПТМ по усьому об'ємі. Холодна плазма може бути поділена на два різновиди: плазму атмосферного тиску і плазму низького тиску (вакууму). Кожен із цих різновидів має свої переваги та недоліки.

Вибір певного різновиду холодної плазми для обробки ПТМ залежить від швидкості обробки даних, розміру вибірки і ступеня передбачуваної модифікації. Так вакуумна плазма часто використовується для досягнення різних ефектів шляхом травлення, полімеризації або утворення вільних радикалів на поверхні волокон ПТМ. Поряд із цим технологія вакуумної

плазми потребує вартісних вакуумних систем. Ці фактори значно обмежують застосування вакуумної плазми в текстильній промисловості.

Так для обробки ПТМ використовується низькотемпературна плазма, яка утворюється різними газовими розрядами: тліючим, коронним, високочастотним та ін. Для ефективної обробки поверхні ПТМ час взаємодії атмосферної плазми з їх поверхнею може бути значно меншим, ніж при застосуванні плазми низького тиску.

Перехід від обробки ПТМ вакуумною плазмою до обробки їх газовим розрядом атмосферного тиску в більшості потребує використання більших енергетичних витрат і відповідного обладнання. Поряд із цим потрібно зазначити, що установка та обслуговування такого обладнання є значно простішою та дешевшою.

Очисний ефект від дії плазми в основному пов'язаний зі змінами здатності до змочування та зміни текстури поверхні волокон ПТМ, а також він дозволяє підвищити поглинання обробленими плазмою волокнами барвника або оздоблювальних речовин. Підвищена мікропористість може покращити адгезію оздоблювальних речовин та друкування текстильних полотен, а також стійкість їх фарбування до різних дій. Утворення вільних радикалів може викликати вторинні реакції, такі як зшивання, надаючи таким чином гідрофобні або гідрофільні властивості поверхні волокон. Полімеризація в плазмі дозволяє здійснювати осадження на поверхні волокон твердого полімеру з бажаними властивостями.

Аналіз останніх досліджень застосування плазми атмосферного тиску зазначив гарні результати стабільної та рівномірної модифікації поверхні волокон ПТМ. Атмосферні плазми є альтернативним та економічним способом обробки ПТМ у порівнянні з плазми низького тиску та обробкою вологими хімічними речовинами. Це дозволяє зменшити вартість обладнання та отримувати тривалу та рівномірну обробку поверхні волокон ПТМ з надання їм нових заданих властивостей.

Розрізняють чотири основних типи атмосферної плазми, які можуть бути використані для обробки ПТМ. До них відносять коронний розряд (корона), діелектричний бар'єрний розряду, світловий розряд та плазмовий струмінь атмосферного тиску.

Коронний розряд або корона є найбільш відомою технологією атмосферної плазми, яка застосовується на модифікації полімерних поверхонь. Такий тип атмосферної плазми не можна застосовувати для отримання швидкої та рівномірної обробки товстих ПТМ (сукно, драп тощо). Обробка ПТМ коронним розрядом може збільшити площу поверхні волокон та їх шорсткість. Поряд із цим вона нерівномірно обробляє ПТМ, оскільки має більш слабку іонізацію будучи неоднорідною, і модифікує тільки поверхневі волокна ПТМ не проникаючи при цьому глибоко в їх структуру.

Діелектричний бар'єрний розряду у повітря є однією з найбільш ефективних типів нетермічної атмосферної плазми. Ця технологія має значний інтерес для промислового застосування завдяки можливості застосування для дуже великих систем.

Світловий розряд має відносно велику тривалість, рівномірність та низьку середню густину потужності. При цій обробці значно зменшується нагрівання поверхні волокон ПТМ або їх пошкодження.

Плазмовий струмінь атмосферного тиску створює значно меншу дію на волокна ПТМ, ніж плазмотрони. Він може створювати рівномірну обробку ПТМ, а також може бути нанесений на поверхню будь-якого фігурного предмета. Плазмовий струмінь атмосферного тиску можна застосовувати для обробки лише одного боку оброблюваного ПТМ, який знаходиться безпосередньо перед плазмовим струменем.

Плазми атмосферного тиску можуть з успіхом застосовуватися в текстильних процесах, які працюють в режимі відкритого периметра, що дозволяє отримувати безперервну обробку ПТМ. Така її особливість дозволяє достатньо оперативно та легко інтегрувати її в звичайні текстильні оздоблювальні лінії.

З постійним зростанням витрат на сировину, енергію і воду, збільшуються переваги застосування атмосферної плазми у порівнянні з іншими видами обробки ПТМ.