

***Post-consumer wood, potential, system approach, physical and mechanical models, woodworking techniques, practical recommendations.***

УДК 674.028.9

## **ІЧ-СПЕКТРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СТРУКТУРУВАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОЇ КЛЕЙОВОЇ ПЛІВКИ**

***Б.Я. Кшивецький, кандидат технічних наук  
Національний лісотехнічний університет України***

*Наведено результати інфрачервоного дослідження процесів структурування термопластичної клейової плівки залежно від дії вологи. Здійснено аналіз результатів досліджень та встановлено закономірності впливу вологи на термопластичні клейові з'єднання деревини.*

***Деревина, клеї, термопластичні клейові плівки, міцність, довговічність, спектри, водневі зв'язки, смуги поглинання, напружено-деформаційний стан.***

На довговічність термопластичних клейових з'єднань з деревини впливатиме зміна вологи навколишнього середовища, порода деревини, її структура та сорбційна здатність. Додаткова волога, яка попадатиме у клейовий шов впливатиме на фізико-хімічні та фізико-механічні процеси у клейовому з'єднанні. Зміни даних процесів відбуватимуться за рахунок групи –ОН, які поряд з силами міжмолекулярних зв'язків можуть утворювати, за наявності невеликого вмісту вологи у клейовому шві, водневі зв'язки, що зумовить збільшення величини когезії у самому клейовому шві, та адгезії клею до деревини. Одночасно надмірна вологість у клейовому шві призводить до збільшення лінійних розмірів та росту внутрішніх напружень як у деревині, так і в клейовому шві, що сприяє послабленню і розриву міжмолекулярних зв'язків між компонентами клейового шва та клейовим швом і деревиною [4,5,6].

Підтвердити можливість утворення додаткових водневих зв'язків, як під час формування термопластичних клейових з'єднань деревини, так і в процесі його експлуатації, можна за допомогою експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей термопластичної полівінілацетатної (ПВА) клейової плівки при циклічній дії вологи і температури на термопластичну клейову плівку [1,2,3].

© Б.Я. Кшивецький, 2013

Крім досліджень фізико-механічних властивостей термопластичної ПВА клейової плівки, підтвердити можливість утворення додаткових водневих зв'язків у клейових з'єднаннях деревини за дії підвищеної вологості можна за допомогою спектрального аналізу.

Для цього сформували клейову плівку товщиною 0,5 мм. із структурованої термопластичної клейової композиції марки Jowacoll 102.20 із затверджувачем 195.30 та неструктурованої – марки Jowacoll 102.20 без затверджувача. Клейову плівку до повного формування клейового шва витримували протягом 72 год. у лабораторних умовах. Після цього контрольні зразки ПВА плівки зберігали без доступу повітря за кімнатної температури і вологості. Інші зразки ПВА плівки були поділені на дві частини. Одні піддавали впливу вологісним навантаженням відповідно до стандарту ГОСТ 17580-82, згідно з яким зразки плівки протягом 20 год. вимочували у воді за кімнатної температури, інші витримували впродовж 72 год. у природних умовах.

Після цього зразки ПВА клейових плівок піддавали інфрачервоному (ІЧ) спектральному аналізу, який здійснювали за допомогою спектрофотометра "Specord-M80" (виробн. Karl Zeiss, Jena, Німеччина) у діапазоні  $4000 - 400 \text{ см}^{-1}$ .

Оскільки неструктурована ПВА клейова плівка після вимочування практично розчинилась у воді, то спектральному аналізу піддавали контрольні зразки структурованої і неструктурованої ПВА клейової плівки, що витримувалась у природних умовах, та зразки структурованої ПВА клейової плівки після вимочування.

Фізико-хімічні властивості гідрофільних полімерів суттєвим чином залежать від характеру взаємодії окремих функціональних груп цих сполук з молекулами гідратної води. У комірках просторової полімерної сітки полівінілацетату, з частково гідролізованими складноєфірними групами, який слугує основним компонентом клейових композитів для склеювання дерев'яних конструкцій, при гідратації виникає особлива для кожного конкретного випадку сітка гідратних структур, які впливатимуть на міцність виробів під час їх експлуатації у динамічних та статичних силових полях.

Відомо, що наявність гідроксильної групи у молекулі органічної сполуки приводить до появи смуг поглинання, спричинених коливаннями атомів у зв'язках O – H, та C – O. Найбільш характерні смуги появляються в діапазоні  $3600-3000 \text{ см}^{-1}$  (валентні коливання O – H групи) та в діапазоні  $1400-1000 \text{ см}^{-1}$  (коливання, зв'язані з групою (C – O – H). Атом водню, який входить до складу гідроксильної групи, має здатність утворювати водневі зв'язки, як з

оксигеном сусідньої гідроксильної групи, так і іншими функціональними групами – донорами електронів. Утворення водневого зв'язку впливає на положення і форму смуг валентних коливань O – H, які зміщуються в менш частотний діапазон.

На рис. 1 наведено ІЧ- спектри ПВА структурованих і неструктурованих клейових плівок, експоновані насиченою водяною парою протягом 24 год.

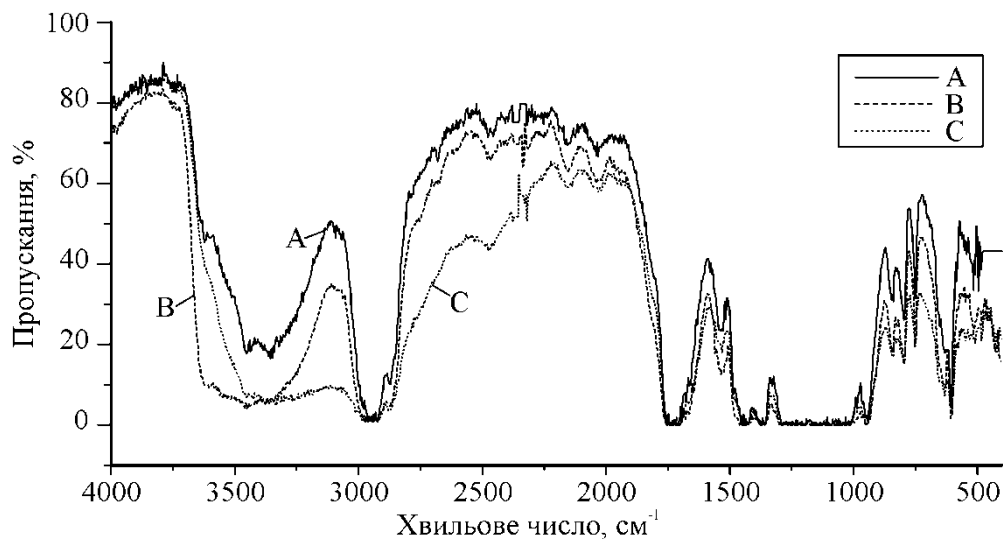


Рис. 1. ІЧ-спектр термопластичної клейової плівки: А – неструктурована клейова плівка без парів води, В – неструктурована клейова плівка у парах води, С – структурована клейова плівка у парах води.

Для неекспонованого парами води зразка неструктурованої клейової плівки (спектр А), смуга поглинання групи O – H спостерігається в діапазоні  $3600-3120\text{ см}^{-1}$ , проявляються невеликі піки при  $3620$  і плече при  $3520\text{ см}^{-1}$ , які характерні для залишків незв'язаних (O – H) груп у макромолекулах гідролізованого ПВА, зміна характеру спектрів і поява інтенсивних смуг поглинання в більш довгохвильовому діапазоні при  $3450$  і  $3650\text{ см}^{-1}$  є наслідком утворення димерів і поліасоціатів з участю молекул води, яка входить до складу клею.

Участь гідроксильної групи, яка входить до складу макромолекул гідролізованого ПВА, в утворенні міжмолекулярних водневих зв'язків проявляється у значному збільшенні інтенсивності смуг поглинання в діапазоні  $3600-3120\text{ см}^{-1}$  при витримуванні неструктурованої плівки в умовах 100 % -ної вологості і адсорбції парів води (рис. 2).

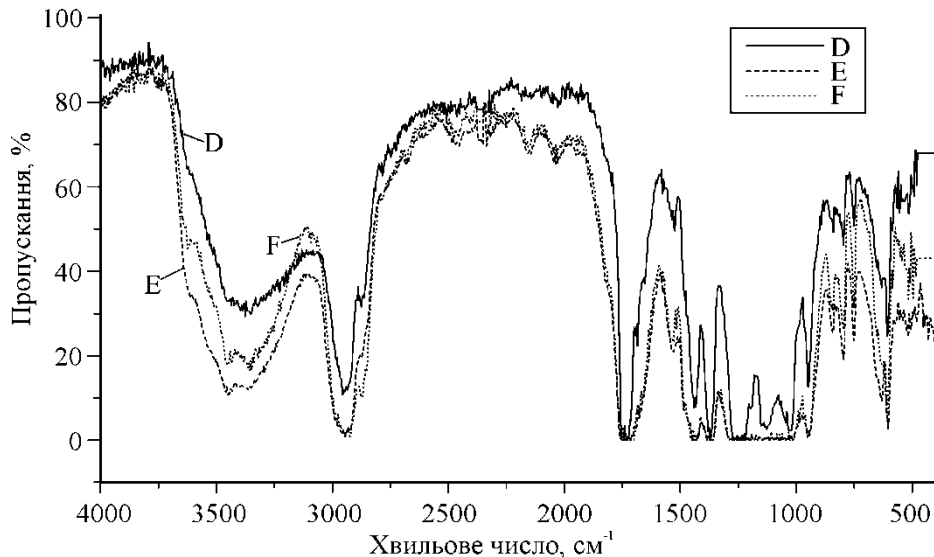


Рис. 2. ІЧ-спектр термопластичної клейової плівки: D – структурована клейова плівка без вимочування; E – структурована клейова плівка після вимочування; F – неструктурована клейова плівка без вимочування.

Утворення великої кількості асоційованих водневих зв'язків особливо яскраво проявляється під час витримання у водяних парах структурованої ПВА клейової плівки (спектр С). Спостерігається зміщення смуг поглинання зв'язаних (О–Н) груп у бік менших частот (при зсуві початкової границі смуги поглинання від 3620 до 3420  $\text{см}^{-1}$ , можна відмітити повне зникнення піків 3620, 3520  $\text{см}^{-1}$  поглинання неасоційованої (О–Н) групи), одночасно внаслідок утворення міжмолекулярних водневих зв'язків у діапазоні 3000-2500  $\text{см}^{-1}$  появляється група смуг, що перекриваються між собою.

Подібна картина спостерігається під час вимочування плівок у воді, з тією особливістю, що неструктуровані зразки повністю "розпливаються", а в структурованих зразках проявляється збільшення інтенсивності смуг поглинання асоційованих гідроксильних груп з одночасним вимиванням водорозчинної фракції полімеру. У спектрах усіх зразків присутня карбонільна смуга поглинання з максимумом при 1740-1750  $\text{см}^{-1}$ , та широка складноєфірна група С–О–С в діапазоні 1300 -1050  $\text{см}^{-1}$ .

Виходячи із спектрального аналізу, можна з впевненістю стверджувати про утворення додаткових водневих зв'язків у клейовій плівці на основі структурованого ПВА клею в разі потрапляння в нього невеликої кількості вологості. Аналогічна картина повинна відбуватися і в клейовому шві, оскільки ПВА клеї за хімічною будовою макромолекул нагадують основний компонент деревини – целюлозу.

## Список літератури

1. Кшивецький Б. Я. Дослідження релаксаційних властивостей клейової плівки на основі полівінілацетату залежно від кількості циклів волого-температурних навантажень / Б. Я. Кшивецький // Вісник НУ "Львівська політехніка". "Хімія, технологія речовин та їх застосування". – 2007. – С. 60-64.
2. Кшивецький Б. Я. Механізм формування термопластичних клейових з'єднань деревини / Б. Я. Кшивецький // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук-техн. праць. Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.12. – С. 117-122.
3. Kshyvetskyu B. Ya. Research on physical and mechanical properties of polyvinyl acetate-based (PVA) adhesive composition / B. Ya. Kshyvetskyu // Ліс. госп-во, ліс., папер. і деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2010. – Вип. 36. – С. 95-99.
4. Гупало О. П. Високомолекулярні сполуки: навч. посіб. / О. П. Гупало, Н. М. Ватаманюк. – К., НМК ВО, 1993. – 243 с.
5. Краткая химическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1963. – Т. 2 – 1086 с.
6. Энциклопедия полимеров.– М.: Советская энциклопедия, 1972. – Т. 1. – 1224 с.

*Приведены результаты инфракрасного исследования процессов структуризации термопластичной клеевой пленки в зависимости от действия влаги. Осуществлен анализ результатов исследований и установлены закономерности влияния влаги на термопластичные клеевые соединения древесины.*

***Древесина, клеи, термопластичные клеевые пленки, прочность, долговечность, спектры, водородные связи, полосы поглощения, напряженно-деформационное состояние.***

*Presented here are the results of infra-red research on processes of structuring thermoplastic glue tape depending on the action of moisture. The analysis of the research results has been carried out and patterns of moisture influence on thermoplastic adhesive wood jointing have been established.*

***Wood, glues, thermoplastic glue tapes, durability, strength, durability, spectrums, hydrogen bonds, bars of absorption, stress-storing state***