

Табл. 2. Показники якості шкір зі спилку, оздоблених колагенвмісною акрилуретановою композицією

Найменування показників	Спилки із шкур	
	свинячих	великої рогатої худоби
Границя міцності у разі розтягання (σ), МПа	14,2	14,6
Видовження за напруження 10 МПа (ϵ_i), %	34	32
Повітропроникність (В), $\text{см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{год}$	73	52
Паропроникність (A_p), %	65,3	58,9
Гігроскопічність (Г), %	21,1	18,7

Одержані результати свідчать не тільки про відповідність нових шкір із спилку вимогам ГОСТ 1838-91 [4], але й про значне підвищення гігієнічних показників, порівняно з аналогами.

Висновки:

1. Вдосконалено технологію емульсійного оздоблювання натурального спилку. Використання розробленої технології дає змогу: утилізувати цінні колагенмісткі відходи шкіряного виробництва; отримати покривну фарбу, придатну для об'ємного оздоблення, що зменшує її витрату в два рази при збереженні якості оздобленого спилку; підвищити швидкість процесу оздоблення, що знижує енерговитрати та трудомісткість процесу в 1,5 рази за рахунок скорочення стадій нанесення; отримати спилки із підвищеними експлуатаційними властивостями та розширити асортимент матеріалів із натуральної сировини.
2. Створено шкіри із спилку, що мають полімерне покриття із вмістом у полімерній композиції шкіряного порошку. Одержані матеріали характеризуються підвищеною повітропроникністю, паропроникністю та гігроскопічністю.
3. Представлене розроблення дає змогу не тільки одержати спилки із поліпшеними споживними властивостями, але й зменшити навантаження на навколишнє середовище за рахунок повернення шкіряних відходів у виробництво та знизити вартість готових матеріалів.

Література

1. Оленко Л. Вплив шкіряного порошку на властивості композиційних полімерних матеріалів / Людмила Оленко, Анатолій Данилкович // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – К. : Вид-во КНУТД. – 2005. – № 2. – С. 81-86.
2. Данилкович А.Г. Практикум з хімії і технології шкіри та хутра / А.Г. Данилкович. – К. : КНУТД, 1999. – 428 с.
3. Оленко Л. Вдосконалення емульсійного оздоблювання натурального спилку / Людмила Оленко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – К. : Вид-во КНУТД. – 2005. – № 5. – С. 34-36.
4. ГОСТ 1838-91. Кожа из спилка. Общие технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.

Губа Л.Н. Формирование потребительских свойств кож из спилка

Рассмотрена возможность улучшения свойств кож из спилка путем использования в отделочных композициях отходов кожевенного производства в виде мелкодисперсного порошка. Исследованы физико-механические и гигиенические свойства спилка.

Ключевые слова: спилки, кожа, кожевенный порошок, отходы кожевенного производства, коллагенсодержащая акрилуретановая композиция, коллагенсодержащие отходы.

Guba L.N. Formation of consumer properties of sawed leather

The possibility of improving the properties of sawed leather by using of tannery waste in the finishing compositions in the form of a fines powder. The study of the physico-mechanical and hygienic properties of the sawed leather.

Keywords: sawed leather, leather, leather powder, tannery wastes, collagen acrylicurethane composition, collagen waste.

УДК 674.028.9:004.15:519.216.3

Доц. Б.Я. Кишинецький, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ КЛЕЙОВИХ З'ЄДНАНЬ ДЕРЕВИНИ

Наведено механізм формування термопластичних клейових з'єднань деревини. Доведено, що когезійна міцність у термопластичних клейових з'єднаннях деревини буде формуватися за допомогою міжмолекулярних та водневих зв'язків, а адгезійна – за допомогою фізичного контакту адгезиву і субстрату та за допомогою міжмолекулярної взаємодії і водневих зв'язків між компонентами клею та деревини.

Довговічність клейових з'єднань деревини залежить від адгезійної і когезійної міцності клейового шва і процесів, пов'язаних із механізмом формування та руйнування клейових з'єднань під час експлуатації. Тобто для того, щоб клейові з'єднання були довговічними, передусім їм необхідно забезпечити відповідну когезійну та адгезійну міцність [1, 2]. Когезія – зчеплення частин одного і того ж однорідного тіла. Когезія виникає за допомогою хімічних зв'язків між складовими частинами тіла, атомами та іонами або за допомогою міжмолекулярної взаємодії.

Міжмолекулярна взаємодія – взаємодія молекул між собою, що не призводить до розриву, або утворення нових хімічних зв'язків. Від міжмолекулярних зв'язків залежать структурні, спектральні, термодинамічні, теплофізичні й інші властивості полімерів. Основу міжмолекулярних зв'язків формують кулонівські сили взаємодії між електронами і ядрами атомів одної молекули та ядрами і електронами атомів іншої молекули. Енергія міжмолекулярних зв'язків залежить від відстані між молекулами, їх взаємної орієнтації, будови і фізичних характеристик. Сили міжмолекулярної взаємодії можна поділити на три види – електростатичні, поляризаційні і дисперсійні [3-6].

Електростатичні – взаємодія постійних диполів, що утворились у молекулі внаслідок полярних ковалентних зв'язків. Чим полярніший зв'язок, тим більші заряди виникають на атомах і, відповідно, сильніша орієнтаційна взаємодія. Енергія такої взаємодії сягає до 20 кДж/моль.

Індукційні – взаємодія постійного диполу з наведеним, що утворюється за рахунок поляризації неполярного, або мало полярного ковалентного зв'язку під впливом полярних груп. Чим більший постійний диполь і чим легше поляризуються зв'язки, тим сильнішою буде індукційна взаємодія. Енергія такої взаємодії сягає до 2 кДж/моль.

Дисперсійні – взаємодія, обумовлена законами квантової механіки і зв'язаною з виникненням миттєвих диполів в атомах, під час обертання елек-

тронів навколо ядер. Енергія такої взаємодії є універсальною і сягає до 40 кДж/моль.

Міжмолекулярні сили слабші за звичайні (валентні) приблизно у 10...100 разів. Дія їх зменшується з віддаленням молекули одна від одної. Разом з тим, у разі збільшення молекулярної маси речовини, ефект міжмолекулярних сил стає відчутнішим, оскільки кожен атом є джерелом їх утворення. У високомолекулярних сполуках, де розміри молекул і кількість атомів дуже великі, сумарний ефект міжмолекулярних сил може бути більший за енергію хімічних зв'язків. Крім міжмолекулярних зв'язків між молекулами, які містять групи -ОН, -NH, домінуючий вклад в когезію і адгезію можуть вносити і водневі міжмолекулярні зв'язки.

Водневі зв'язки – це особливий тип трьохцентрового хімічного зв'язку типу X-H-Y, в який атом Н з'єднаний ковалентним зв'язком з електронегативним атомом Х (N, O, S), утворює додатковий зв'язок з атомом Y (N, O, S), що має неподільну пару електронів. Водневий зв'язок можна розглядати як окремий тип координаційного зв'язку, тому що кількість зв'язків, що утворюються центральним атомом Н, більший за його формальну валентність. Енергія водневих зв'язків знаходиться переважно в межах до 20...40 кДж/моль. Міжмолекулярні водневі зв'язки є причиною сильної когезії для багатьох полімерів, зокрема і для целюлози [4].

Чим вищий позитивний електростатичний потенціал поблизу атома Н, тим сильніші водневі зв'язки. Тому найбільш міцні водневі зв'язки утворюються у тих випадках, коли атом і групи-замінники, які входять в молекулу, мають найбільш негативний заряд, а також коли молекула здатна сильно поляризуватися. Водневі зв'язки утворюються в основному у рідкій фазі, а при кристалізації вони, як правило, зберігаються.

Когезія характеризується роботою W_c , яку визначають як роботу, обернену ізометричному руйнуванню однорідного тіла:

$$W_c = 2\gamma, \quad (1)$$

де γ – поверхнева енергія (для твердих тіл) або поверхневий натяг (для рідин). Оскільки полівінілацетат (ПВА) і полівініловим спирт (ПВС) містять сильно полярні групи (C(O)CH₃, -ОН), то когезійна міцність для структурованих і неструктурованих термопластичних клеїв на основі ПВА буде характеризуватися як всіма видами міжмолекулярної взаємодії між макромолекулами полівінілацетату і полівінілового спирту, так і утворенням між ними водневих зв'язків [3, 4].

Утворення можливих водневих зв'язків між компонентами клею показано на рис. 1.

Кількість як міжмолекулярних, так і водневих зв'язків між макромолекулами клейової композиції і, відповідно, енергія когезії буде залежати від ступеня упорядкованості між макромолекулами у ній.

Адгезія – це комплекс явищ, які здатні утворити зв'язки між матеріалами, що склеюються. Адгезія може виникати внаслідок ван-дер-ваальсових взаємодій між макромолекулами адгезиву і субстрату, утворенням між ними

водневих зв'язків, дифузії макромолекул з одної поверхні в іншу, затіканню клею у макротріщини або у мікропори, хімічної взаємодії між макромолекулами, які знаходяться у контакті, тощо [3, 4]. У термопластичних клейових з'єднаннях деревини, на відміну від термореактивних, хімічна взаємодія між компонентами адгезиву і субстрату неможлива.

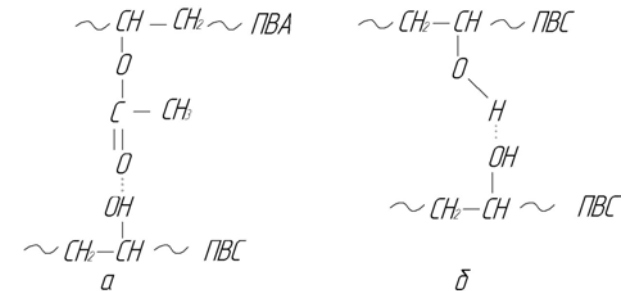


Рис. 1. Приклади водневих зв'язків, що можуть утворювати компоненти клейової композиції ПВА між собою (а) та (б)

Адгезію оцінюють за результатами механічних випробувань на міцність [1]. Міцність і довговічність адгезійних з'єднань залежить як від міжфазної взаємодії, так і від деформаційних властивостей адгезиву і субстрату, які відрізняються в об'ємі і приповерхневих шарах фаз, а також напруженнями, які виникають у них при адгезійному контакті.

Єдиного погляду на механізм утворення адгезійних зв'язків між клеями і деревиною та їх природи на сьогодні немає. Деякі дослідники вважають, що адгезійна взаємодія відбувається на молекулярному рівні, або за допомогою фізичного контакту, тобто зближення атомів і молекул взаємодіючих тіл на таку відстань, коли виникають міжмолекулярні сили або хімічні зв'язки (10⁻⁸ см). Термопластичні однокомпонентні ПВА клеї можуть формувати лінійну, а двокомпонентні – рідкосітчасту структуру клейового шва. Сформовані лінійні та рідкосітчасті клейові з'єднання деревини, повинні дещо по-різному реагувати на дію вологості та температури, що впливає на довговічність з'єднання.

Однокомпонентні полівінілацетатні клеї мають високу рухомість макромолекул, що надає клейовому з'єднанню невисокої теплостійкості та повзучості за дії навантаження. Але повзучість клейового шва дає змогу релаксуватися внутрішнім напруженням, які виникають при дії температури і вологості, що робить довговічнішими клейові з'єднання.

У двокомпонентні ПВА-клеї під час формування клейового шва додають затверджувач, що утворює трьохвимірну рідкосітчасту структуру і цим самим дещо підвищує водостійкість клейового з'єднання, і дещо зменшує еластичність клейового шва. Разом з тим, у клейових з'єднаннях деревини на основі однокомпонентних і двокомпонентних термопластичних ПВА-клеїв адгезійна міцність формується за допомогою фізичного контакту адгезиву і субстрату, тобто механічним зчепленням, та за допомогою міжмолекулярної взаємодії і водневих зв'язків між компонентами клею та деревини.

Утворення можливих водневих зв'язків між компонентами клею та деревини показано на рис. 2.

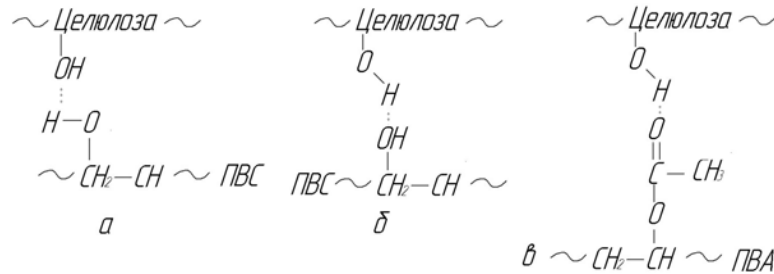


Рис. 2. Приклади водневих зв'язків, що можуть утворювати компоненти клейової композиції (а), (б) та деревина (в)

Утворення фізичного контакту між підкладкою і адгезивом зумовлене змочуванням рідиною твердої поверхні. Формування контакту прискорюється підвищенням тиску (p), часу (τ) і зниженням в'язкості (η):

$$S_m + \ln(1 - S_m) = -\frac{p\tau}{\eta}, \quad (2)$$

де S_m – максимальна площа міжфазного контакту.

Швидкість встановлення міжфазного контакту визначається величиною утворення крайового кута змочування (θ), що утворює крапля адгезиву на субстраті:

$$\frac{d \cos \theta}{d\tau} = \frac{\gamma\tau}{\eta}, \quad (3)$$

де γ – поверхнева енергія адгезиву.

Якщо клей має невисоку в'язкість, а швидкість розтікання є рівномірною, тоді розподіл клею по поверхні відбувається завдяки саморозтіканню, якщо ні – то необхідна механічна дія.

Змочування і розтікання клею супроводжується проявленням міжмолекулярних сил на границі розподілу фаз, які залежать від хімічної природи клею і матеріалу. Коли буде кращим змочування, тоді буде більша площа контакту клею з матеріалом. Найчастіше змочування характеризується співвідношенням поверхневої енергії цих матеріалів. Поверхнева енергія – це надлишок енергії в поверхневому шарі і є термодинамічною характеристикою матеріалу.

Змочування відбувається лише тоді, коли виконується така умова:

$$1/2W_k < W_a < W_k, \quad (4)$$

де W_k – робота когезії; W_a – робота адгезії.

Якщо $W_a > W_k$, відбувається розтікання рідини по поверхні тіла. Якщо $W_a < 1/2W_k$ – тіло не змочується.

Змочування і розтікання ускладнюється макро- і мікронерівностями на поверхні деревини. Це збільшує фактичну площу контакту і веде до підвищення міцності склеювання завдяки заповненню нерівностей клеєм і утво-

рення фізичного контакту по всій площині. Підвищення температури і тиску дає змогу краще заповнити нерівності. У термопластичних клеях на основі ПВА процес формування клейового шва відбувається завдяки переходу адгезиву з в'язко текучого стану у склоподібний (клеї-розплави), або випаровуванням із клейового шару рідкої фази і складається із стадій, які можна регулювати з метою отримання з'єднання відповідної якості.

На першій стадії проходить процес утворення міжфазного контакту внаслідок розтікання клею по поверхні субстрату, швидкість якого залежить від крайового кута змочування.

На другій стадії проходить процес адсорбції – концентрування макромолекул адгезиву із його об'єму на поверхню розподілу фаз, внаслідок прояви сил міжмолекулярної взаємодії між адгезивом і деревиною.

На третій стадії проходить процес переходу рідкої клейової суміші у в'язко-текучий стан, тобто структуроутворення полімеру, який супроводжується додатковим утворенням адгезійних та когезійних зв'язків.

На четвертій стадії відбувається твердіння клейового з'єднання – перехід клею із в'язко текучого стану у твердий в утворення клейової плівки, яка характеризується повним видаленням летких речовин, або завершальним етапом міжмолекулярної взаємодії.

Механізм формування термопластичного клейового з'єднання на основі ПВА можна описати механічною та адсорбційною теоріями.

Виходячи з будови клею та деревини, як основних елементів клейового з'єднання, механізм формування термопластичних клейових з'єднання деревини відбувається, в основному, за допомогою механічного зчеплення та міжмолекулярних зв'язків між адгезивом та субстратом. Теоретично доведено, що у термопластичних клейових з'єднань деревини, під час формування клейового шва на міжмолекулярному рівні, можуть утворюватися додаткові водневі зв'язки, як між компонентами клейової композиції, так і між компонентами клейової композиції і деревини. Все це повинно привести до зростання адгезійної і когезійної міцності, а в кінцевому результаті до підвищення довговічності структурованих термопластичних клейових з'єднань деревини.

Література

1. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений древесины. А.С. Фрейдин. – М. : Изд-во "Химия", 1981. – 270 с.
2. Хрулев В.М. Долговечность клеевых соединений древесины / В.М. Хрулев. – М. : Гослесбумиздат, 1962.
3. Гупало О.П. Високомолекулярні сполуки / О.П. Гупало, Н.М. Ватаманюк. – К. : Вид-во НМК ВО. – 1993. – 243 с.
4. Химическая энциклопедия словарь. – М. : Изд-во "Советская энциклопедия". – 1990. – Т. 1. – 623.
5. Химическая энциклопедия словарь. – М. : Изд-во "Советская энциклопедия". – 1990. – Т. 2. – 671.
6. Энциклопедия полимеров. – М. : Изд-во "Советская энциклопедия". – 1972. – Т. 1. – 1224 с.

Кшивецкий Б.Я. Механизм формирования термопластических клеевых соединений древесины

Приведен механизм формирования термопластических клеевых соединений древесины. Доказано, что когезионная прочность в термопластических клеевых соединениях древесины формируется за счет межмолекулярных и водородных связей, а адгезионная – за счет физического контакта адгезива и субстрата и при помощи межмолекулярных и водородных связей между компонентами клея и древесины.

Kshyvetskyi B.Ya. The mechanism of formation of thermoplastic adhesive wood joints

The article deals with the mechanism of formation of thermoplastic adhesive wood joints. It was established that cohesive strength in thermoplastic adhesive wood joints is formed by means of intermolecular and hydrogen bonds, while adhesive strength is formed by way of physical contact of the adhesive with the substrate as well as by intermolecular interaction and hydrogen bonds between the adhesive components and the wood.

УДК 658.527.011.56

Доц. Р.Я. Оріховський, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів

ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Розглянуто питання застосування сучасних методів визначення надійності автоматизованих систем управління технологічними процесами для вирішення завдань підвищення ефективності функціонування автоматизованих виробничих систем на підприємствах лісопромислового комплексу.

Ключові слова: надійність, автоматизовані системи управління технологічними процесами, імітаційне моделювання, структурно-параметрична оптимізація, резервування.

Однією з основних властивостей технічних засобів автоматизації виробничих процесів, яка істотно впливає на ефективність функціонування автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСК ТП), є надійність. Значні втрати часу функціонування технологічного обладнання спричиняються насамперед ненадійністю техніки, недоліками в організації праці та іншими чинниками зовнішнього впливу. Надійність технічних засобів АСК ТП визначається такими складовими: безвідмовністю, ремонтоздатністю, довговічністю, властивістю зберігати задані характеристики протягом заданого терміну.

Безвідмовність визначається як властивість технічного засобу (ТЗ) зберігати роботоздатність протягом певного часу, є найбільш важливою складовою надійності ТЗ і визначається надійністю елементів, схемою їх з'єднання, функціональними, конструктивними і алгоритмічними особливостями, умовами експлуатації. Ремонтоздатність характеризує пристосованість ТЗ до попередження, знаходження і усунення наслідків відмов шляхом виконання технічного обслуговування і ремонтів, зумовлена конструктивними властивостями ТЗ, наявністю контрольно-діагностичної апаратури, властивостями використаних елементів, а також кваліфікацією обслуговуючого персоналу, організацією експлуатації і т.ін. Довговічність – це властивість ТЗ зберігати роботоздатність з необхідними перервами для технічного обслуговування і ремонтів до певного визначеного стану. Інколи моральне старіння більшості

ТЗ часто настає раніше, ніж фізичне. Важливою є властивість ТЗ зберігати задані експлуатаційні характеристики протягом терміну зберігання і транспортування.

Важливим фактором порушення заданих умов взаємодії між механізмами, інструментами і заготовками у технологічній лінії є не тільки шкідливі впливи на обладнання, що виникають у процесі його тривалої експлуатації, але також циклічна нестабільність параметрів роботи, яка проявляється з самого початку експлуатації технологічної лінії. Тому трактування явищ надійності автоматизованих виробничих систем (АВС) з позицій тільки зношування і нагромадження пошкоджень є недостатнім.

У технологічних лініях відмови впливають на технологічну надійність через випадковий характер розмірів і певних характеристик заготовок, параметрів верстатів та їх вузлів, інструментів. На відновлення нормального процесу функціонування автоматизованої виробничої системи потрібен певний час. Витрати часу на відновлення нормальної роботи устаткування збільшують тривалість інтервалів випуску і знижують фактичну продуктивність основного та допоміжного обладнання [1].

Необхідність підвищення надійності ТЗ в АСК ТП зумовлена істотними наслідками відмов ТЗ, які призводять до зменшення кількості продукції, що виготовляється, зниження її якості, до необґрунтованих витрат енергії, матеріалів сировини, палива. Ці небажані наслідки зростають з підвищенням потужності обладнання і підвищенням швидкості перебігу технологічних процесів. Внаслідок недостатньої надійності ТЗ і значного зростання їх кількості збільшується чисельність необхідного оперативного експлуатаційного персоналу АСК ТП, а також персоналу, який займається ремонтом автоматичних систем управління.

Для забезпечення необхідної надійності і, особливо, безвідмовності і ремонтоздатності ТЗ необхідне виконання комплексу науково-дослідницьких і організаційно-технічних заходів на всіх етапах "життєвого циклу" технічних засобів. На етапі розроблення до цих заходів відносять найкращий вибір комплектуючих елементів, визначення електричних, механічних, температурних режимів роботи елементів, застосування засобів діагностики несправностей і т.ін. Під час виготовлення основну увагу потрібно надавати удосконаленню технології виробництва. Для забезпечення надійності ТЗ під час експлуатації необхідно виконувати планово-профілактичні роботи, які є оптимальні за тривалістю і періодичністю проведення. Потрібно забезпечувати АСК ТП необхідною кількістю запасних частин комплектуючих елементів, використовувати раціональну структуру обслуговування [2, 3]. Проблема надійності АСК ТП є багатогранною і, звичайно, ще далека від свого повного вирішення. Тому для вирішення проблеми надійності АСК ТП пропонуємо вирішувати такі актуальні завдання:

1. Розробити методи формування науково обґрунтованих вимог до надійності промислових технічних засобів різних типів із врахуванням можливості їх резервування, використання цих засобів в різних АСК ТП, які відрізняються за рівнем необхідної надійності.