

точності, але забезпечує цілком прийнятний результат для застосування в інженерній практиці. Отримані таким чином залежності зведено у таблиці.

Як видно з таблиці, точність всіх отриманих залежностей більш ніж достатня для практичного застосування. Хоча залишається відкритим питання про найкращі значення коефіцієнтів цих апроксимант. Окрім того, обраний підхід із "опосередкованим" чи "інтегральним" врахуванням номінальних значень продуктивностей обладнання не забезпечує єдиного розв'язку задачі апроксимації. Тому для випадку $\mu_{\max}$ у табл. 1 наведено ще й інший можливий варіант апроксиманти.

Очевидно, що досліджені часткові варіанти АВС ще не перекривають простору можливих значень номінальних продуктивностей і стабільностей роботи деревообробного обладнання, але отримані емпіричні залежності вперше дозволяють оцінювати фактичну продуктивність АВС послідовного агрегування залежно від послідовностей номінальних продуктивностей у досить широкому діапазоні зміни коефіцієнта стабільності тривалостей операцій.

Література

1. Дудюк Д., Загвойская Л., Максимів М., Мысык М., Сорока Л. Обзор методов оценки эффективности автоматических линий// XII Konferencja Naukowa Wydziału Technologii Drewna SGGW, Warszawa, 1999.
2. Дудюк Д.Л., Загвойська Л.Д., Максимів В.М., Сорока Л.Я. Елементи теорії автоматичних ліній. – Київ-Львів: ІЗМН, 1998. – 192 с.
3. Максимів В.М. Моделирование процессов функционирования автоматизированных линий деревообработки. – Львів: УкрДЛТУ, 1997. – 184 с.
4. Мелентьев П.В. Приближенные вычисления. – М.: Государственное издание физико-математической литературы, 1962. – 388 с.
5. Попов Б.А., Теслер Г.С. Приближение функций для технических приложений. – К.: Наук. думка, 1980. – 350 с.

УДК 667.663.26+577.4

Инж. О.В. Яриш – УкрДЛТУ

РОЗШИРЕННЯ ГАМИ КОЛЬОРІВ ПІГМЕНТОВАНИХ ПОКРИТТІВ ШЛЯХОМ МОДИФІКАЦІЇ РЕЦЕПТУРИ КОМПОЗИЦІЇ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ УФ-ОБЛАДНАННЯ

За рахунок введення у композицію нового виду фотоініціатора та послідовного опромінення покриття лампами з різним енергетичним розподілом УФ-випромінювання створено передумови для використання у пігментованих системах барвників широкої спектральної гами.

Eng. O.V. Yarish – USUFWT

Extending of color range of pigmented coatings by the means of formulation modification and UV equipment modernization

The spectrum of the dyes applicable for pigmented systems is extended by the formulation modification with newest kinds of photoinitiator and successive coating irradiation with bulbs of different power distribution in UV spectrum range.

Фотоініціатори (Фі), які використовуються для непігментованих деревинних композицій, не можуть ініціювати твердіння усіх пігментованих систем на основі лаків УФ-твердіння та сумішей високодисперсних забарвлених кремнезе-

мів [1], бо вони активні у тій самій області емісії ламп високого тиску, яка блокується багатьма барвниками. Для розв'язання цієї проблеми пропонуємо шлях використання спектральноузгодженої пари – специфічного Фі класу ВАРО (фірма Ciba Specialty Chemicals) і металогалогенної лампи, смуги відповідно поглинання та випромінювання яких змішені у довгохвильову область спектра.

Новий Фі (ВАРО-2), активний у діапазоні понад 380 нм, може активувати твердіння пігментованих покриттів (Пк). Аналіз експериментальних даних, запозичених із літературних джерел [2], вказує, що ВАРО-2 є на даний час найкращим Фі для УФ-твердіння товстошарових пігментованих Пк. Використання ді(2, 4, 6-триметилбензоїл)феніл-фосфіноксиду (Іргакур 819) дозволяє провести глибоку (наскрізну) фотополімеризацію за вільнорадикальним механізмом у пігментованих системах. Відбувається це завдяки поглинанню ВАРО-2 синьої складової видимого спектра, яка краще проникає до основи Пк, ніж УФ.

Залежно від складу композиції, комбінація ВАРО-2 з Фі Іргакур 651 (BDK) може істотно покращити поверхневе твердіння Пк. Відомо, що зміна концентрації Фі має істотний вплив на властивості УФ Пк [3]. Доведено, що покращення ступеня фотоперетворення композиції простежується при подвоєнні концентрації ВАРО-2 при незмінній концентрації BDK чи збільшенні від 1:1 до 4:1 відношення ВАРО-2:BDK без зміни сумарної концентрації Фі (3 %) [4, 5].

Металогалогенні ртутні лампи з домішками заліза (D тип) характеризуються підвищеним енергетичним виходом у довгохвильовій області спектра, що більше підходить для твердіння товстошарових Пк і пігментованих систем, на відміну від випромінювання ртутних ламп високого тиску (H тип), енергетичний розподіл яких змішений у короткохвильову частину спектра (табл.1).

У роботі [1] приведені результати вимірювання коефіцієнта пропускання поліефірних (ПЕ) смол для двох типів ламп у різних діапазонах УФ-області електромагнітного спектра. Дані, наведені у табл. 2, засвідчують про збільшення відсотка УФ-енергії у товщі плівки при застосуванні ламп D типу, що створює умови для кращого наскрізного твердіння Пк на основі ПЕ смол.

Табл. 1. Порівняльна продуктивність H і D ламп

Тип лампи	Розподіл УФ-енергії, %			
	UV A (320-390nm)	UV B (280-320nm)	UV C (250-260nm)	UV V (395-445nm)
H	37	36	6	21
D	55	20	2	23

Табл. 2. Доза УФ, що проникла крізь ПЕ плівку для ртутних ламп H та D типу

Тип лампи	Доза УФ, що проникла крізь плівку, %			
	UV A (320-390nm)	UV B (280-320nm)	UV C (250-260nm)	UV V (395-445nm)
H	88	29	66	92
D	90	58	100	100

При заміні H лампи D лампою з підвищеною інтенсивністю випромінювання у діапазоні 400-450 нм простежується збільшення глибини полімеризації у білому Пк більш, ніж у два рази (з 120 до 300 мкм) [3].

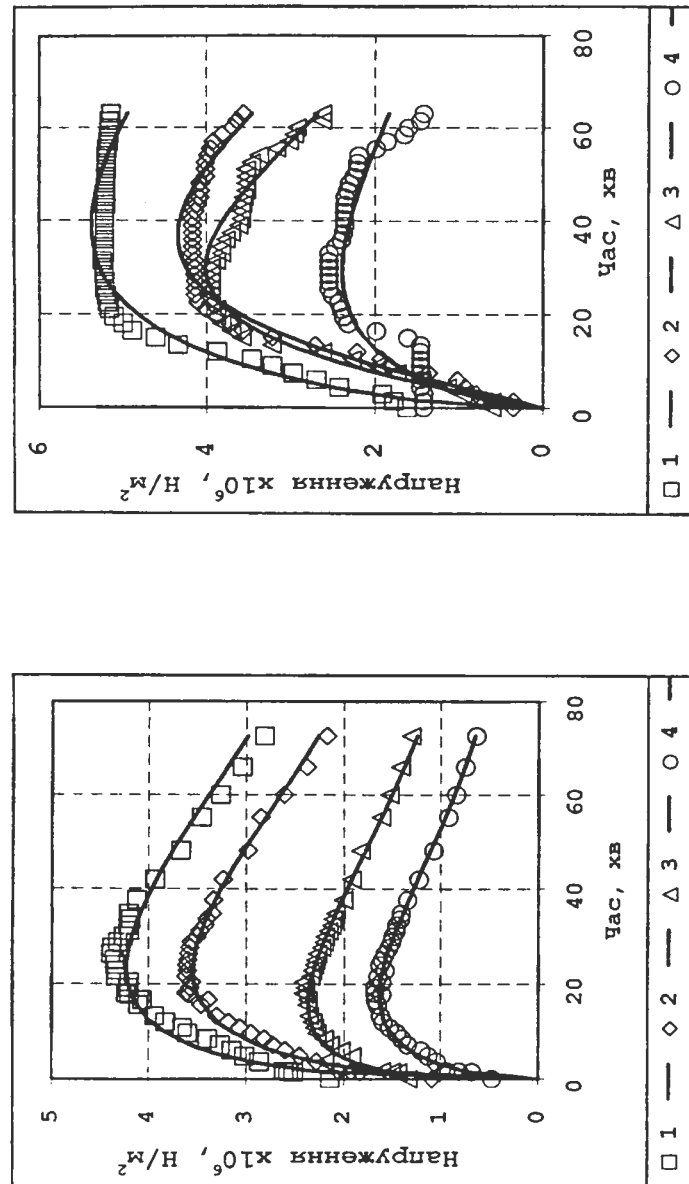


Рис. 1. Кінетика внутрішніх напружень у ПЕ Пк у процесі випромінювання після припинення дії УФ. Доза УФ-випромінювання – 2.5 Дж/см². 1, 2 – без фільтрування ІЧ складової; 3, 4 – з фільтрування ІЧ складової; 1, 3 – забарвлене Пк, 2, 4 – Пк з 1.5 % забарвленого аеросилу; А – опромінення лампами D і H типу; Б – опромінення лампами H типу

У деяких випадках [6] комбінація ламп різних типів для фотополімеризації призводить до кращих результатів. Наприклад, для білих Пк використання D ламп у першому ряді призводить до кращого наскрізного твердіння; наступні ряди оснащуються H лампами, які завершують фотополімеризацію та забезпечують високі поверхневі властивості Пк [7].

У дослідженні використані системи УФ-сушіння на основі ПЕ лаку (91-95мас.ч), суміші Фі (Іргакур 651 (0.75мас.ч) і Іргакур 819 (2.25 мас.ч)) та барвників найрізноманітнішої гами спектра (2-6мас.ч), насаджених на аеросил. Фотополімеризацію проводили під ртутними лампами високого тиску, лампами з домішками заліза та комбінацією ламп цих двох типів. Внутрішні напруження (ВН) у Пк вимірювали консольним методом (ГОСТ 13030-67), твердість плівок визначали за допомогою маятника "Koenig" [8], а еластичність – за допомогою конічного стержня [8].

У процесі охолодження Пк після УФ-опромінення та стабілізації ВН, як видно з графіків (рис. 1, А, Б), спостерігається значне зменшення термічних напружень у Пк, сформованих під лампами D і H типу, порівняно з Пк, опроміненими під лампами H типу. Введення забарвленого аеросилу також призводить до зменшення ВН. На підставі серії проведених експериментів (рис. 2-4) можна зробити висновки про те, що поєднання ламп зі зміщенням максимуму потужності УФ-випромінювання у низькохвильову та високохвильову області УФ-діапазону.

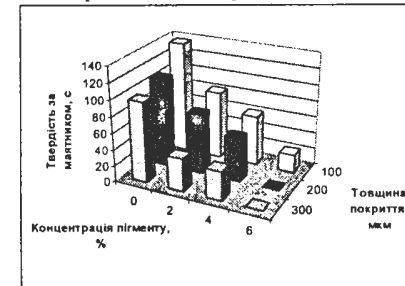


Рис. 2. Умовна твердість Пк (за маятником "Koenig") на основі забарвлених ПЕ композицій, опромінених під ртутними лампами типу H. Коричневий пігмент

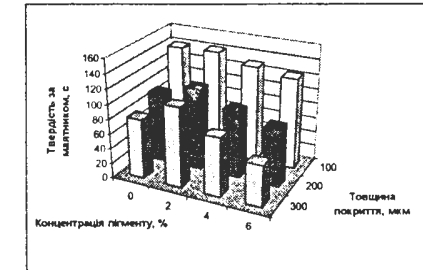


Рис. 3. Умовна твердість Пк (за маятником "Koenig") на основі забарвлених ПЕ композицій, опромінених під ртутними лампами типу D. Коричневий пігмент

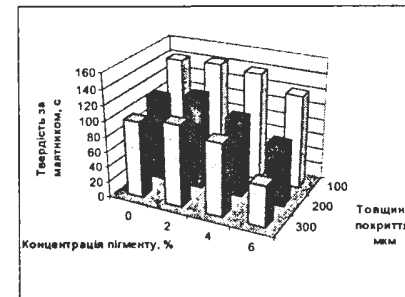


Рис. 4. Умовна твердість Пк (за маятником "Koenig") на основі забарвлених ПЕ композицій, послідовно опромінених відповідно під лампами D і H типу.

Коричневий пігмент дає найкращі результати щодо твердіння пігментованих Пк на основі забарвлених ПЕ смол і суміші Фі Іргакур 651 та Іргакур 819. При послідовному опроміненні забарвленого Пк лампами D і H типу особливо відчутне покращення твердіння для вищих концентрацій коричневого пігменту (рис. 4), який має низьке пропускання в області емісії лампи H (рис. 2).

Використання для опромінення пігментованих Пк комбінації ламп H і D типу з додатковим фільтруванням ІЧ-складової поряд із зниженням ВН призводить також до підвищеної еластичності Пк (табл. 3).

Табл. 3. Порівняння забарвлених Пк (2 % суміші аеросилів) при використанні різних типів опромінюючих систем

Доза опромінення, Дж/см ²	Еластичність, %	
	Лампа H типу	Комбінація D і H ламп
2.5	23	26
3.0	20	24
3.5	17	23

Примітка: ІЧ-складовка додатково відфільтровувалась

Проведена серія експериментів вказує на доцільність використання для опромінення забарвлених Пк комбінації ламп металогалогенних та високого тиску з фільтруванням ІЧ-складової.

Таким чином, для розширення можливої гами кольорів і концентрацій забарвлених аеросилів у Пк меблів запропоновано у композиції на основі ПЕ смол фототвердіння вводити суміш Фі ВАРО-2 та ВДК у кількості відповідно 2.25мас.ч і 0.75мас.ч. Для досягнення високих технологічних параметрів сформованого Пк необхідно проводити послідовне опромінення запропонованих композицій лампами D та H типів.

Література

1. Получение цветных полиэфирных покрытий/ Яремчук Л.А., Шимчук Т.В., Крип И.М., Дуда Я.В.// Деревообрабатывающая промышленность. – 1988. – №12. – С. 14-15.
2. Valet A., Jung T., Kyhler M. Photoinitiators for novel UV-curing applications// RadTech Report. – 2000. – May/June. – P. 67-69.
3. Chamberlin D. T., Laver H. Powder Coatings – What's Next// Conf. Proc., Paint Res. Assoc. – Teddington, UK. – March 1999. – P. 98-100.
4. Grey UV-Curable Powder Coatings/ Z.Jovanovic, J.Lahaye, H.Laver, S.Megert, C. te Walvaart// European Coatings J. – 2000. – №10. – P. 33-40.
5. Pigment selection for colored UV-curable powder coatings// R. Jahn, J. Lanaye, H. Laver, O. Schmid, C. te Walvaart// Industrial paint & powder magazine. – Summer 2000. – Vol.2, №2. – P. 12-14.
6. Skinner D. UV curing through semi-transparent materials. The challenge of the DVD bonding process// RadTech International Conference. – Chicago (North America). – 1990. – P. 201-204
7. Skinner D. UV curable powder coatings- a partnership for the future// RadTech Europe 99. – Berlin (Germany). – 1999. – P. 167-169.
8. Карякина М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий. – М.: Химия, 1988. – С. 85-89, 127-128.

УДК 674.047

Аспір. А.В. Полоз' – УкрДЛТУ

КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЖИМІВ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Розглянуто ефективність конвективного сушіння пиломатеріалів за критерієм жорсткості, ефективності та безпечності, запропоновано їх математичний опис.

A.V. Poloz – USUFWT

Convective modes effectiveness criterion of saw-timbers drying

Effectiveness of convective saw-timber drying for inflexibility criterion, effectiveness and safety has been considered, their mathematical description has been proposed.

При сушінні пиломатеріалів повинні забезпечуватись такі умови проведення процесу, щоб величина внутрішніх напружень не перевищила границі міцності деревини на розтяг упоперек волокон. Таких умов можна досягнути, якщо у початковий період процесу сушіння витримувати мале значення перепаду вологості по товщині матеріалу ($W_{тн} - W_p$), що досягається високим насиченням повітря (ϕ) та низькою температурою середовища ($t_c < 60^\circ\text{C}$). У наступний період сушіння, коли вологість деревини стає нижчою за точку насичення ($W_{тн}$), температуру середовища можна підвищувати, що інтенсифікує процес. З іншого боку, при зниженні вологості деревини нижче точки насичення, зростають показники міцності (в декілька разів) і тому зростання інтенсивності процесу сушіння не позначиться на якості висушуваного матеріалу. Таким чином, для конвективного сушіння пиломатеріалів ефективними є такі режими, в яких температура сушильного агента (t_c) по ходу процесу зростає, а його відносна вологість (ϕ) зменшується. За таких умов зменшується і значення рівноважної вологості деревини (W_p).

Для порівняння між собою різних режимів за кількісними і якісними результатами прийнято [1] три критерії: жорсткості, ефективності і безпечності. Критерій жорсткості характеризує інтенсивність (i) випаровування вологи, яке можна визначити за такою формулою

$$i = R \frac{dW}{d\tau} / \frac{dW}{dx}, \quad (1)$$

де: R – половина товщини матеріалу; $\frac{dW}{d\tau}$ – швидкість сушіння; $\frac{dW}{dx}$ – перепад вологості по товщині матеріалу.

З двох режимів з однаковою відносною вологістю повітря (ϕ) для початкової вологості деревини більш жорстким є режим з вищою температурою (t_c). При однаковій температурі середовища (t_c) більш жорстким є режим з меншою величиною насичення (ϕ) повітря. Якщо порівнюються режими з різними значеннями (t_c) та (ϕ) показником їх жорсткості, є психрометрична різниця ($t_c - t_m$), де t_m – температура змоченого термометра. Таким чином, жорсткість режиму визначається параметрами сушильного агента і вологістю деревини. При зниженні середньої вологості матеріалу зменшується швидкість сушіння $dW/d\tau$, тому навіть за однакових умов сушіння (t_c, ϕ) інтенсивність процесу зменшується.

¹ наук. керівник: проф. П.В. Білей, д.т.н. – УкрДЛТУ

2. Технологія та устаткування деревообробних підприємств