

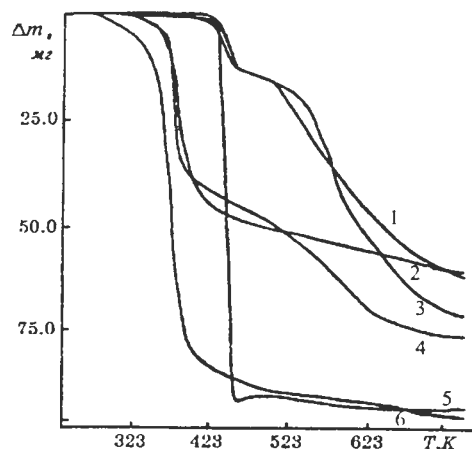


Рис. 2. Криві ТГ-аналізу пероксидів алкінів: 1- пероксид III; 2-VI; 3-IV; 4-VII; 5-II; 6-V

Необхідно зазначити, що характер розкладу пероксиду VI в аргоні і на повітрі відрізняється, при цьому втрата маси у повітрі зростає на 50 %, оскільки у таких умовах відбувається окислювальна деструкція молекул. Збільшення величини вуглеводневого радикалу, зв'язаного з пероксидною групою, зумовлює підвищення термічної стійкості -О-О-зв'язку, при цьому процес термодеструкції протікає у дві стадії.

Введення у молекулу атома Si чи карбоксильної групи (пероксида I, II) стабілізує пероксидний зв'язок. Певні особливості термолізу підтверджуються характером ДТГ кривих. Для кремніємістких пероксидів, на відміну від інших, характерна тристадійна втрата маси (на першій стадії $\Delta m = 15 \pm 17\%$), хоча сумарна втрата маси становить $\approx 70\%$. Для пероксидів алкінів, які містять карбоксильну групу, зміну термічної стійкості в умовах дериватографічного термолізу важко пояснити тільки індукційним ефектом замісників. У випадку термолізу натрієвої солі превалююче значення має наявність іонного зв'язку, чим, очевидно, пояснюється особливий характер розкладу цієї сполуки. При 446 K відбувається вибуховий розклад з різкою втратою маси ($\Delta m = 97\%$).

Із результатів дериватографічного аналізу слідує, що реакційна здатність пероксидів алкінів у процесах, які лімітуються дисоціацією -О-О- зв'язку, насамперед, визначається структурою молекули індивідуального пероксиду у конденсованому стані. Результати цих досліджень підтверджують можливість використання пероксидів алкінів як ініціаторів високотемпературних вільнорадикальних процесів.

Література

1. Антоновский В.Л. Органические перекисные инициаторы. – М.: Химия, 1972. – С. 362-426.
2. Litvin J., Beacham H// Modern Plastics. – 1965. – Vol. 43. N 11. – P. 133-135.
3. Ковбуз М.А., Яцишин М.Н., Иванчев С.С. Термодеструкция пероксидов ацилов на основе фракций синтетических жирных кислот. Влияние концентрации и растворителя// Кинетика и катализ. – 1989. – Т. 30, вып. 6. – С. 1486-1489.

4. Иванчев С.С., Ковбуз М.А., Горбачевская К.Р. Поверхностные эффекты у процессе окислительно-восстановительной термодеструкции β - окситил- трет.бутилпероксида// Журн. прикл. химии. – 1990. – № 7. – С. 1632-1635.

5. Ювченко А.П., Зверева Т.Д. Синтез и свойства пероксисодержащих спиртов карбонового ряда// ЖОХ. – 1996. – Т.66, вып. 10. – С. 1720-1724.

УДК 658.527.011.56

Асист. М.М. Мисик – УкрДЛТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ФАКТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ ВІД КОЕФІЦІЄНТА СТАБІЛЬНОСТІ ТРИВАЛОСТЕЙ ОПЕРАЦІЙ ДЛЯ РІЗНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НОМІНАЛЬНИХ ПРОДУКТИВНОСТЕЙ ВЕРСТАТІВ

Запропоновано моделі для емпіричної оцінки фактичної продуктивності автоматизованих виробничих систем залежно від коефіцієнта стабільності тривалостей операцій для різних послідовностей номінальних продуктивностей верстатів.

М. Mysyk – USUFWT

Research of dependence of the automated industrial systems actual productivity from a operations durations stability factor for different sequences of nominal productivity of machine tools

The empirical models for estimation of actual productivity of the automated industrial systems from a operations durations stability factor for different sequences of nominal productivity of machine tools is offered.

Традиційно дослідження ефективності функціонування автоматизованих виробничих систем (АВС) взагалі та автоматизованих ліній (АЛ), зокрема, ведеться залежно від кількості верстатів (а), параметрів стабільності їх роботи (К), ємності накопичувачів (М) та їх сукупності [1]. Тому відомі моделі не враховують послідовності номінальних продуктивностей (ПНП) обладнання АВС. Разом з тим, відомі дослідження впливу ПНП на фактичну продуктивність АВС для випадку, коли розподіл тривалостей операцій на верстатах підлягає експоненційному закону (коефіцієнт стабільності $K=1$) [2]. Висліди цих досліджень показують істотну залежність фактичної продуктивності від ПНП та містять ефективний алгоритм їх впорядкування для досягнення максимальної пропускну здатності систем з послідовних складових елементів. Але власне залежності продуктивності системи від ПНП мають тільки вербальний описовий характер. Окрім того, експоненційний розподіл тривалостей характерний тільки для операцій лісозаготівлі та первинної обробки на нижньому складі [2, 3]. Усі подальші операції деревообробної та, особливо, меблевої промисловості, характеризуються набагато більшою стабільністю – найчастіше К лежить у діапазоні 5...100 і вище [2, 3]. Тому актуальним є дослідження впливу коефіцієнта стабільності тривалостей операцій К на фактичну продуктивність АВС для різних послідовностей номінальних продуктивностей верстатів.

Наскільки відомо автору, єдиним прийнятним на сьогодні методом проведення такого дослідження є метод імітаційного моделювання [1-3]. З метою зме-

ншення числа варіантів досліджуваних систем, скористаємось тим фактом, що незалежно від кількості послідовних верстатів у АВС, завжди існує така послідовність їх номінальних продуктивностей $\mu = \{\mu_1; \mu_2; \dots; \mu_i\}$, яка, принаймні, за експоненційного розподілу тривалостей операцій $t_i = \mu_i^{-1}$, забезпечує найбільшу фактичну продуктивність P_{Φ} АВС у цілому [2]. Надалі таку ПНП будемо позначати $\mu_{\max}$. Аналогічно, за тих же умов, існує інша ПНП $\mu_{\min}$, фактична продуктивність АВС за якої є найменшою. У першому випадку ПНП повинна бути сформована за правилом Окамури-Ямашини – для АВС з 3-х верстатів або за правилом Дудюка-Загвойської – для більшого числа послідовного обладнання [2]. Мінімальну продуктивність отримуємо, розташувавши найменш продуктивний верстат у центрі АВС (лінії). Тому у подальших дослідженнях будемо розглядати саме таких два варіанти ПНП. За всіх інших i ($i = a! - 2$) варіантів ПНП, наскільки відомо з попередніх досліджень, завжди виконується нерівність $P_{\Phi}|_{\mu_{\min}} < P_{\Phi} < P_{\Phi}|_{\mu_{\max}}$.

Середні величини фактичної продуктивності визначались за даними 100 тис. одиничних реалізацій моделюючого алгоритму, що складали один дослід. Кількість таких дослідів дорівнює десяти. У результаті автором отримані достатньо "гладкі" відгуки імітаційної моделі для обох варіантів ПНП у всьому досліджуваному діапазоні зміни коефіцієнта стабільності K . Графічна інтерпретація результатів імітаційного дослідження для випадку АВС з 3-х і 4-х верстатів приведена відповідно на рис. 1 і рис. 3. Як і у попередніх дослідженнях [2], номінальні продуктивності верстатів та фактична продуктивність АВС P_{Φ} подаються у відносних одиницях. Найменша продуктивність верстата прийнята за одиницю, оскільки у такому випадку P_{Φ} чисельно рівна коефіцієнту використання робочого часу найменш продуктивного верстата p , що дещо спрощує подальший аналіз та робить очевидною інтерпретацію отриманих результатів. Щодо вибору величин номінальних продуктивностей верстатів, то для випадку 3-х послідовних верстатів вони вибрані такими ж, як і у дослідженнях з експоненційним розподілом тривалостей операцій [2]. Для можливості співставлення хоча б у "першому наближенні" змін фактичних продуктивностей АВС з різного числа верстатів у однакових діапазонах зміни коефіцієнтів стабільності, значення максимальної продуктивності для АВС з 4-х верстатів вибрано таким же, як і у попередньому випадку (рис. 1). З таких же міркувань продуктивності решти 2-х верстатів вибирались так, щоб середнє значення номінальних продуктивностей всіх 4-х верстатів дорівнювало 1,5.

Як видно з рис. 1 і 3, ПНП, сформована за правилами, які забезпечують досягнення найбільшої продуктивності у випадку експоненційного розподілу тривалостей операцій, забезпечує значно швидший приріст фактичної продуктивності зі збільшенням стабільності роботи обладнання, ніж гарантовано "гірша" ПНП $\mu_{\min}$ із концентрацією малопродуктивного обладнання у центрі лінії. Навіть із цих часткових результатів можна зробити висновок про необхідність попереднього (ще на етапі проектування) впорядкування (чи "раціоналізації") ПНП обладнання АВС, оскільки маємо можливість отримання вищих фактичних продуктивностей за менших стабільностей тривалостей операцій, а отже – і за менших коштів, необхідних на досягнення більшої стабільності. Більше того, для 4-х послідовних верстатів досягнення максимально можливої продуктивності у випадку "гіршого" варіанту ПНП взагалі неможливе у діапазоні $K \leq 40$, хоча для послідовності $\mu_{\max}$ вже за $K=21$ маємо практично максимальну продуктивність (рис. 3). Тому й моде-

лі для оцінки ефективності функціонування АВС послідовного агрегативання необхідно будувати чутливими до ПНП – на перших етапах досліджень щонайменше для двох граничних випадків $\mu_{\max}$ і $\mu_{\min}$.

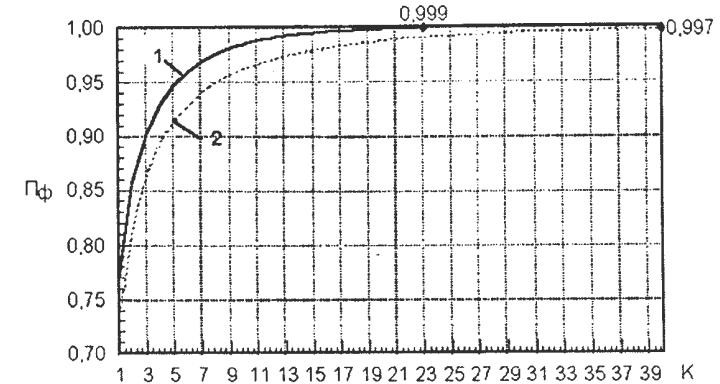


Рис. 1. Залежності фактичної продуктивності АВС з 3-х послідовних верстатів із жорстким зв'язком від коефіцієнта стабільності тривалостей операцій ($K_1=K_2=K_3=K$) для різних послідовностей номінальних продуктивностей:

- 1- для послідовності $\mu_{\max} = \{1; 2; 1; 5\}$;
- 2- для послідовності $\mu_{\min} = \{1; 1; 5; 2\}$.

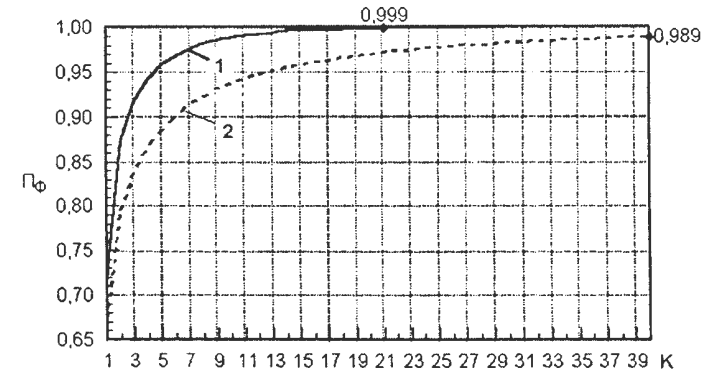


Рис. 2. Залежності фактичної продуктивності АВС з 4-х послідовних верстатів із жорстким зв'язком від коефіцієнта стабільності тривалостей операцій ($K_1=K_2=K_3=K_4=K$) для різних послідовностей номінальних продуктивностей:

- 1- для послідовності $\mu_{\max} = \{1; 2; 1; 7; 1; 3\}$;
- 2- для послідовності $\mu_{\min} = \{2; 1; 3; 1; 1; 7\}$.

Для кількісної оцінки ефекту від впорядкування ПНП обладнання тут скористаємось відносною зміною фактичної продуктивності АВС для різних варіантів ПНП у досліджуваному діапазоні коефіцієнтів стабільності:

$$\delta_{\Pi\Phi} = \frac{\Pi_{\Phi}|_{\mu_{\max}} - \Pi_{\Phi}|_{\mu_{\min}}}{\Pi_{\Phi}|_{\mu_{\max}}} \times 100\% . \quad (1)$$

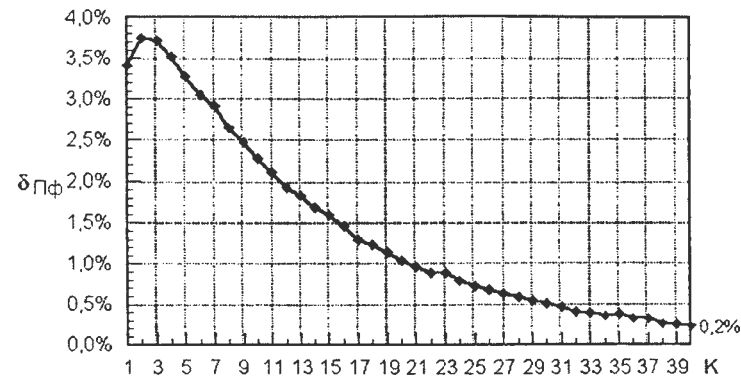


Рис. 3. Залежність відносної зміни фактичної продуктивності (ефекту від впорядкування послідовностей номінальних продуктивностей) ABC з 3-х послідовних верстатів від коефіцієнта стабільності тривалостей операцій ($K_1=K_2=K_3=K$).

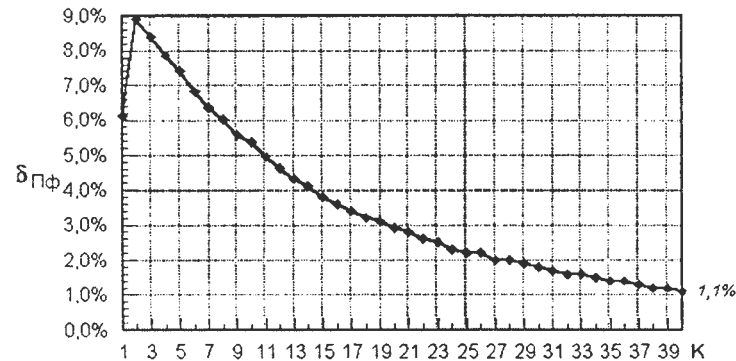


Рис. 4. Залежність відносної зміни фактичної продуктивності (ефекту від впорядкування послідовностей номінальних продуктивностей) ABC з 4-х послідовних верстатів від коефіцієнта стабільності тривалостей операцій ($K_1=K_2=K_3=K_4=K$).

Як видно на рис. 2 і 4, максимального значення ефект від впорядкування ПНП досягає, принаймні, для цілих значень коефіцієнта стабільності, за $K_1=K_2=\dots=K_n=K=2$ і монотонно спадає з його подальшим збільшенням, але формально зберігається навіть за досить високої стабільності роботи. Окрім того, зі збільшенням кількості послідовного обладнання ефективність впорядкування ПНП істотно зростає – у нашому випадку більше ніж у 5 раз для найбільших з досліджених тут стабільностей роботи.

Для математичного опису, хоча б на рівні апроксимант залежностей фактичної продуктивності ABC від коефіцієнтів стабільності для досліджених часткових варіантів ABC, скористаємось подібністю залежностей на рис. 1 і 3 до кривих, що описують вплив ємності M буферного пристрою на коефіцієнт використання робочого часу послідовно з'єданого обладнання [2, ст. 78, 131]. Окрім того, на підставі аналізу відомих на сьогодні результатів торії автоматичних ліній, можна зробити висновок про можливий однаковий характер впливу M і K на ефективність функціонування автоматизованих систем галузі. Якщо така гіпотеза справедлива, то отримані тут залежності $\Pi_{\Phi}=f(\mu_{\max}; K)$ і $\Pi_{\Phi}=f(\mu_{\min}; K)$ вдасться апроксимувати виразом у вигляді:

$$\Pi_{\Phi} = \frac{1 - b^{K+c}}{1 - b^{K+d}}, \text{ де } 0 < b < 1; c < d \quad (2)$$

із коефіцієнтами, різними для $\mu_{\max}$ і $\mu_{\min}$ та "опосередкованим" врахуванням абсолютних величин номінальних продуктивностей обладнання. Для визначення цих коефіцієнтів скористаємось методом підбору, оскільки він здатний забезпечити не набагато гіршу точність, ніж формальні методи (переважно – метод найменших квадратів) [4]. Окрім того, формальні методи для не поліноміальних чи іраціональних залежностей є надто громіздкими через істотну нелінійність рівнянь, що утворюють систему для визначення параметрів найкращих рівномірних наближень, а для цілого класу "нестандартних" функцій на зразок (2) ще й недостатньо розробленими [5].

Табл. 1. Моделі залежностей фактичної продуктивності ABC послідовного агрегування від коефіцієнтів стабільностей тривалостей технологічних операцій для різних послідовностей номінальних продуктивностей обладнання

№	Кількість верстатів	Послідовність продуктивностей	Модель (для $K_1=K_2=\dots=K_n=K \in (2;40)$)	СКВ	$\delta_{\max}$ %
1	3	1 – 2 – 1,5	$\Pi_{\Phi} _{\mu_{\max}} = \frac{1 - 0,799^{K+1}}{1 - 0,799^{K+1,780}}$	$1,17 \cdot 10^{-5}$	0,14
2			$\Pi_{\Phi} _{\mu_{\max}} = 1 - \frac{1}{0,052(K - 1,67)^3 + 3,43K}$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	0,24
3		1 – 1,5 – 2	$\Pi_{\Phi} _{\mu_{\min}} = \frac{1 - 0,927^{K+0,719}}{1 - 0,927^{K+1,385}}$	$5,40 \cdot 10^{-6}$	0,16
4	4	1 – 2 – 1,7 – 1,3	$\Pi_{\Phi} _{\mu_{\max}} = \frac{1 - 0,757^{K+1,515}}{1 - 0,757^{K+2,488}}$	$4,23 \cdot 10^{-5}$	0,30
5			$\Pi_{\Phi} _{\mu_{\max}} = 1 - \frac{1}{0,09(K - 1,64)^3 + 3,97K}$	$4,54 \cdot 10^{-5}$	0,12
6		2 – 1,3 – 1 – 1,	$\Pi_{\Phi} _{\mu_{\min}} = \frac{1 - 0,973^{K+1,5}}{1 - 0,973^{K+2,429}}$	$2,65 \cdot 10^{-5}$	0,50

Підбір коефіцієнтів здійснювався доти, поки сума квадратів відхилень (СКВ) значень апроксиманти і експериментальних даних не набувала значень порядку 10^{-5} , а максимальне значення відносної похибки не становило меншого за 0,5 %. Такий спосіб хоча й передбачає суб'єктивне призначення порогів критеріїв

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-триметилбензоіл)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].