

Табл. Результати експериментального визначення акустичних характеристик деревини

Порода	ρ , кг/м ³	П, %	$f_{рез}$, Гц	Δf , Гц	c , м/с	A , м ⁴ /(кг·с)	K	η
Дуб	728	58	3522	49	4226	5,8	414	0,014
Червоне дерево	696	57	4043	40	4852	6,97	697	0,010
Бук	720	52	3934	55	4721	6,55	467	0,014
Клен	672	65	3765	41	4518	6,72	611	0,011
Явір	745	60	3981	44	4777	6,41	583	0,011
Ялина	454	72	4102	57	4922	10,8	771	0,014

4. Висновки. Порівняння отриманих результатів експериментального визначення акустичних характеристик різних порід дерев дають змогу зробити висновок про те, що деревина ялини за значенням комплексної акустичної константи (рис. 2) є, як і очікувалось, найкращим матеріалом для виготовлення дек дерев'яних музичних інструментів. Її застосування дає змогу отримати найбільшу інтенсивність звуку дерев'яного музичного інструмента та найменші втрати звукової енергії у матеріалі. Останнє, як відомо, забезпечує тривале звучання збуджених звукових коливань, що важливо для музичного інструмента, оскільки, як стверджують фахівці, корпус музичного інструмента при постукуваннях по ньому повинен видавати тривале гучне звучання із приємним тембральним забарвленням.

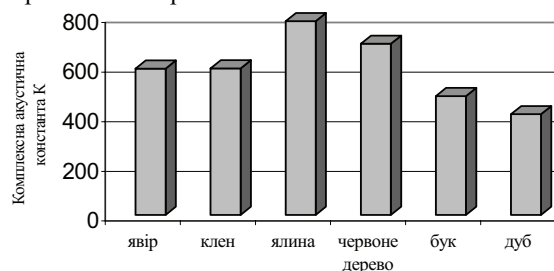


Рис. 2. Діаграма експериментально визначених комплексних акустичних констант різних порід деревини

Результати експерименту підтверджують, що окрім деревини ялини високими акустичними властивостями характеризується червоне дерево. Непогані акустичні параметри має також явір і клен.

Література

1. Федюков В.И. Научные основы всеобщего обеспечения качества и сертификации лесоматериалов спецназначения: Автореф. дисс. ... доктора техн. наук. – М.: МАРГТУ, 1998. – 40 с.
2. Карп Ю.С., Мергель С.С., Якубенко В.М. Електронна діагностика акустичних властивостей деревини для радіоелектронних акустичних систем та музичних інструментів// Вісник НУ "Львівська політехніка": Радіоелектроніка та телекомунікації. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2003, № 477. – С. 228-231.

УДК 674.815

Доц. Ю.І. Грицюк, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

РОЗРАХУНОК ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЙ ПРОЦЕСУ РОЗКРОЮ ПИЛКОВИМИ УСТАНОВКАМИ ПЛИТНИХ ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Пропонується методика розрахунку тривалостей виконання відповідних операцій (основних і допоміжних) пилковими установками лінії розкрою під час виготовлення меблевих заготовок з плитних деревних матеріалів, яка дає змогу комплексно оцінити режим роботи розкрійного обладнання. Наведено методику визначення тривалості робочого циклу процесу додаткового розкрою частин плити на заготовки, яка є складовим компонентом методики обчислення потужності дільниці розкрою.

Doc. Yu.I. Gryciuk – USUFWT

The duration computing of process operations for cutting of plate wooden materials by frame-saws

The technique is proposed to calculate the durations for executing of the proper operations (basic and auxiliary) by frame-saws of cutting line while producing the furniture blanks from plate wooden materials, which makes it possible to multilaterally estimate the operational mode of cutting equipment. The technique is presented to define the duration of working cycle for the process of additional cutting of plate parts into blanks, that is a constituent component for the technique of calculation for the capacity of cutting facility.

Для визначення продуктивності роботи будь-якого спеціалізованого розкрійного обладнання необхідно, перш за все, здійснити розрахунок тривалостей відповідних операцій процесу розкрою [2] пилковими установками плитних деревних матеріалів (ПДМ). Звернемо увагу на те, що в роботі [5] вже розглядалася методика визначення продуктивності роботи розкрійного обладнання, яка враховує показники ефективності отриманого оптимального плану розкрою плит на заготовки і забезпечує більш точне виконання проектних чи перевірних розрахунків. Також було наведено методику визначення тривалості робочого циклу процесу основного розкрою ПДМ на заготовки для кутових двопилкових установок, призначеної для обчислення продуктивності роботи основного обладнання. Окрім того, здійснено перелік операцій процесу основного розкрою, які входять в розрахункові формули для визначення відповідних тривалостей робочих циклів.

Нагадаємо, що під час розкроювання однієї закладки плит на будь-якому спеціалізованому обладнанні [7] витрачається час на виконання основних і допоміжних операцій, які визначають робочий цикл процесу розкрою. Під основними технологічними або машинними операціями будемо вважати такі, які дають безпосередній технологічний ефект, наприклад, обрізання кромки у одній закладці плит, відрізання смуг, розкрій смуг на заготовки, обрізання заготовок по периметру, додатковий розкрій окремих частин матеріалу і т.д. До допоміжних віднесемо всі інші операції, які можуть використовуватися під час розкроювання всієї закладки плит чи окремих її частин, наприклад, завантаження плит, частин матеріалу чи заготовок, їх встановлення чи закріплення, переміщення до різального інструменту чи між столами пилкових установок, розвантаження готових частин матеріалу та ін.

Оскільки робочий цикл процесу розкроювання однієї закладки ПДМ складається з основних і допоміжних операцій, то продуктивність лінії розкрою залежить від їх структури та послідовності реалізації, кількості та тривалості виконання кожної зокрема. Водночас при роботі розкрійного обладнання бувають позациклові витрати часу на налагодження відповідних вузлів, прибирання робочого місця, регламентований відпочинок робітника і т.д., які у сукупності значно зменшують його продуктивність. Загалом позациклові витрати часу після статистичної обробки і належної оцінки можна виразити у вигляді відповідних коефіцієнтів [5].

Однак у даній роботі ми дещо детальніше зупинимося на методиці визначення тривалостей виконання відповідних операцій (основних і допоміжних) пилковими установками лінії розкрою під час виготовлення меблевих заготовок з ПДМ, а також спробуємо визначити тривалість робочого циклу процесу додаткового розкрою частин плити на заготовки.

1. Визначення тривалостей виконання операцій пилковими установками лінії розкрою

Вважається, що ефективність роботи автоматичних ліній розкрою досягається, перш за все, за рахунок відлагодженої роботи її агрегатів, а також завдяки скороченню тривалості їх простоїв. Йдеться про те, що, наприклад, паралельно з розкромом смуг на заготовки, отриманих від попередньої закладки плит, має здійснюватися відрізання смуг від наступної закладки плит, а в цей самий момент має формуватися чергова закладка плит. Строго дотримання такого синхронного режиму роботи обладнання та об'єктивність автоматичного контролю за роботою його пилкових установок сприяє значному підвищенню продуктивності роботи лінії розкрою. Домогтись цього всього можна тільки за рахунок математичного моделювання [7, 9] процесу роботи відповідного розкрійного обладнання з використанням математичної теорії надійності [1]. Для прийняття відповідних рішень [8] немаловажне значення при цьому має розрахунок тривалостей виконання операцій пилковими установками лінії розкрою.

Для розрахунку будь-якої тривалості робочого циклу процесу розкрою доцільно застосувати концепцію про абстрактні частини матеріалу (АЧМ) [5, 6]. Будемо вважати, що індекс $h = 1$ вказує на всю плиту або її основну частину, індекс $h = 2$ – на її головну частину, а кількість АЧМ у даному випадку буде дорівнювати двом ($H_{jk}^{aq} = 2$).

У загальному випадку тривалість робочого циклу процесу поздовжнього чи поперечного розкроювання деякої АЧМ можна визначити через тривалості виконання відповідних операцій процесу розкрою за такою формулою, хв.:

$$t_{\text{заг}} = 2 \cdot t^{\text{пб}} + t^{\text{рх}} + t^{\text{нрх}}, \quad (1)$$

де: $t^{\text{пб}}$ – тривалість фіксування та відпускання закладки плит притисною балкою; $t^{\text{рх}}, t^{\text{нрх}}$ – відповідно тривалості робочого і неробочого ходів – поступальних рухів пилкових супортів. Нагадаємо, що для деякого спеціалізованого обладнання тривалість виконання зворотного ходу пилкового супорта не враховується. Загалом тривалості поступальних рухів визначаються за такою формулою, хв.:

$$t^{\text{рх}} = \frac{L^{\text{пм}}}{u^{\text{пм}}}, \quad (2)$$

де: $L^{\text{пм}}$ – пройдений шлях, м; $u^{\text{пм}}$ – швидкість переміщення, м/хв.

Під час визначення тривалості робочого циклу процесу розкрою до пройденого шляху належать величини ходів поздовжнього чи поперечного пилкових супортів. Пройдений шлях, наприклад, поздовжнім пилковим супортом для різних типів розкрійного обладнання в основному залежить від його конструктивних можливостей. Для одних конструкцій пилкових установок пройдений шлях складається з розміру розкроюваного матеріалу $L^{\text{м}}$ і додаткових відстаней $L^{\text{л}}$, які потрібно ще пройти пилковому супорту на початку і після проведення розкрою:

$$L^{\text{пм}} = L^{\text{м}} + 2 \cdot L^{\text{л}}. \quad (3)$$

Переважно такі конструкції пилкові установки призначені для поперечного розкроювання смуг на заготовки за картами зі зміщеними поперечними пропилами, оскільки загальна ширина групи смуг є меншою від ширини всього матеріалу. Для інших конструкцій установок пилковий супорт може проходити тільки деякий фіксований шлях $L^{\text{ф}}$, який не залежить від розмірів розкроюваної частини матеріалу.

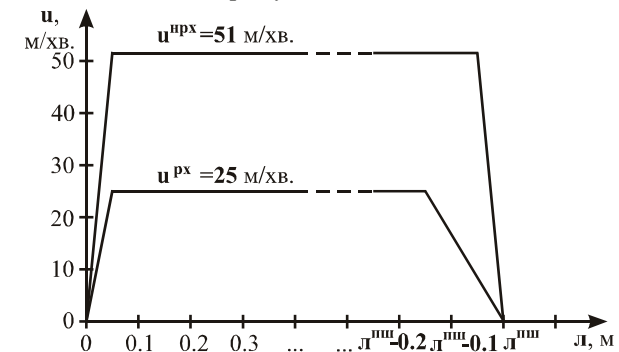


Рис. 1. Зміна швидкостей переміщення пилкових супортів

До швидкостей переміщення пилкових супортів належать середні швидкості робочого $u^{\text{рх}}$ і неробочого $u^{\text{нрх}}$ ходів. Здебільшого, швидкість робочого ходу для закордонного обладнання становить 25 м/хв., а неробочого – 51 м/хв [4, 10]. У процесі розкрою швидкості переміщення пилкових супортів мають дещо змінний характер (рис. 1). Як зазначалося вище, середня швидкість робочого ходу залежить від висоти пропила $h^{\text{рп}}$ та ступеня затуплення (тривалості безпосередньої роботи) різального інструменту $t^{\text{рі}}$ (рис. 2), може визначатися, згідно з нашими дослідженнями, наприклад, за такою емпіричною формулою:

$$u^{\text{рх}} = u^{\text{рх}} [h^{\text{рп}}; t^{\text{рі}}] = \frac{25}{1 + 0.03024 \cdot \text{Exp}(0.0079 \cdot h^{\text{рп}} + 0.00935 \cdot t^{\text{рі}})}.$$

Водночас, тривалість безпосередньої роботи різального інструменту t^{pi} залежить від загальної площі пропилу $\Pi_{\Sigma n}$ і щільності розкроюваного матеріалу Π_M (рис. 3), може визначатися, згідно з нашими дослідженнями, наприклад, за такою емпіричною формулою:

$$t^{pi} = t^{pi}[\Pi_{\Sigma n}; \Pi_M] = 0.2996 \cdot \Pi_{\Sigma n}^{0.2514} \cdot \Pi_M^{0.6134} \cdot \text{Exp}(0.0099 \cdot \Pi_{\Sigma n} + 0.0002 \cdot \Pi_M).$$

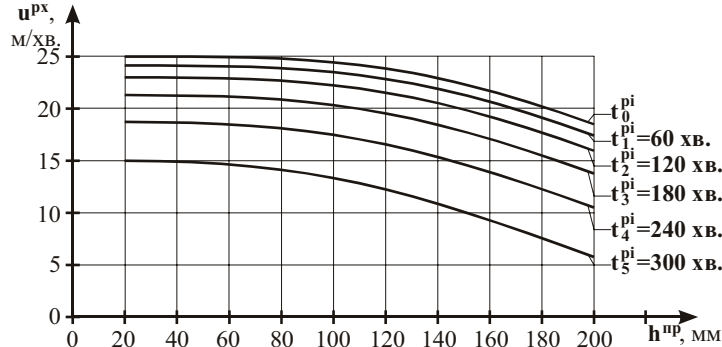


Рис. 2. Залежність швидкості робочого ходу пилкового супорта від висоти пропилу і тривалості роботи різального інструменту

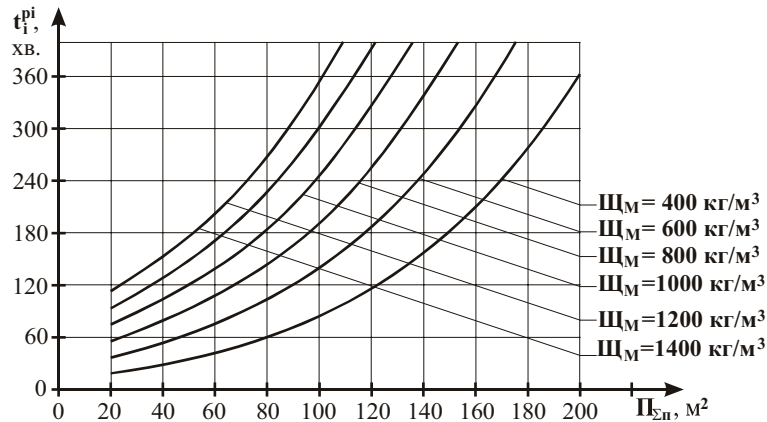


Рис. 3. Залежність тривалості роботи різального інструменту від загальної площі пропилу і щільності розкроюваного матеріалу

Звернемо увагу на те, що площа пропилу визначається як добуток довжини пропилу, виконаного різальним інструментом, на його висоту, а висота пропилу – як добуток кількості плит у закладці на їх товщину. Водночас загальна площа пропилу $\Pi_{\Sigma n}$ визначається як сума усіх площ пропилів, виконаних пилкою з початку її встановлення в розкрійне обладнання після заточування і до моменту виконання поточного пропилу.

Таким чином, у загальному випадку **тривалість робочого циклу процесу поздовжнього чи поперечного розкроювання** АЧМ з врахуванням (2) і (3) можна визначити за такою формулою, хв.:

$$t^{zag} = 2 \cdot t^{n6} + \frac{L^{nmm}}{u^{px}} + \frac{L^{nmm}}{u^{npx}} = 2 \cdot t^{n6} + \frac{(L^M + 2 \cdot L^A) \cdot (u^{px}[h^{np}; t^{pi}] + u^{npx})}{u^{px}[h^{np}; t^{pi}] \cdot u^{npx}}, \quad (4)$$

Якщо у вираз (4) ввести таку змінну:

$$\chi^{nmm}[h^{np}; t^{pi}] = \frac{u^{px}[h^{np}; t^{pi}] + u^{npx}}{u^{px}[h^{np}; t^{pi}] \cdot u^{npx}}, \quad (5)$$

то він набуде такого вигляду:

$$t^{zag} = 2 \cdot t^{n6} + (L^M + 2 \cdot L^A) \cdot \chi^{nmm}[h^{np}; t^{pi}]. \quad (6)$$

Для обчислення тривалостей виконання операцій процесу основного розкрою h -ої АЧМ відповідні показники з [5] і з врахуванням формули (6) набудуть такого вигляду:

- тривалість виконання операції поздовжнього відрізання смуг у h -ій АЧМ, хв.:

$$\overline{T}_{ijk}^{cm} = \left\{ t_{ijk}^{cm} = 2 \cdot t^{n6} + (L_{hjk}^{ach} + 2 \cdot L^A) \cdot \chi^{nmm}[h_{hjk}^{np}; t^{pi}], h = \overline{1}, H_{ijk}^{ach} \right\}; \quad (7)$$

- тривалість виконання операції поперечного розкроювання групи смуг s -ої "сітки" на заготовки у h -ій АЧМ, хв.:

$$\overline{T}_{ijk}^{za} = \left\{ t_{ijk}^{za} = 2 \cdot t^{n6} + (L_{hjk}^{achs} + 2 \cdot L^A) \cdot \chi^{nmm}[h_{hjk}^{np}; t^{pi}], s = \overline{1}, H_{ijk}^{achs} \right\}; \quad (8)$$

- тривалість виконання операції головного пропилу у закладці плит, хв.:

$$\overline{T}_{ijk}^{gn} = \left\{ t_{ijk}^{gn} = 2 \cdot t^{n6} + (L_{hjk}^{ach} + 2 \cdot L^A) \cdot \chi^{nmm}[h_{hjk}^{np}; t^{pi}], h = \overline{1} \right\}; \quad (9)$$

- тривалість робочого ходу поперечного штовхача при переміщенні закладки плит h -ої АЧМ для відрізання смуг, хв.:

$$\overline{T}_{ijk}^{nmm} = \left\{ t_{ijk}^{nmm} = \frac{\varepsilon^{nmm} \cdot L_{hjk}^{ach}}{u^{px}[L_{hjk}^{ach}]}, h = \overline{1}, H_{ijk}^{ach} \right\}; \quad (10)$$

- тривалість робочого ходу поздовжнього штовхача при переміщенні групи смуг s -ої "сітки" з h -ої АЧМ для відрізання заготовок, хв.:

$$\overline{T}_{ijk}^{nmmz} = \left\{ t_{ijk}^{nmmz} = \frac{\varepsilon^{nmm} \cdot L_{hjk}^{ach}}{u^{px}[L_{hjk}^{ach}]}, h = \overline{1}, H_{ijk}^{ach} \right\}. \quad (11)$$

де: ε^{nmm} – поправочний коефіцієнт, який враховує зміну швидкості переміщення штовхача під час позиціонування розкроєного матеріалу ($\varepsilon^{nmm} = 1.02 \div 1.05$); $u^{px}[]$ – швидкість робочого ходу поздовжнього штовхача.

Тривалості фіксування та відпускання матеріалу притисною балкою, а також швидкості переміщення пилкових супортів під час виконання робочих і неробочих ходів беруться з технічної характеристики обладнання окремо для поздовжнього і поперечного розкроювання або визначаються за допомогою хронометражу. Середні швидкості робочих і неробочих ходів будь-якого з штовхачів переважно становлять відповідно 10÷20 і 40 м/хв [4, 10]. Однак більшість моделей сучасного спеціалізованого обладнання має комп'ютерне регулювання швидкості робочого ходу штовхачів, яка в основ-

ному залежить від розміру, на який переміщується розкроюваний матеріал (рис. 4). У загальному випадку за формулою (2) визначаються тривалості процесів переміщення закладок плит від стола їх формування до поздовжніх штовхачів і готових частин матеріалу чи заготовок до станції їх розвантаження. Ці операції здійснюються відповідно блоками переміщення для того, щоб після них можна було формувати інші закладки плит чи розвантажувати готові частини матеріалу.

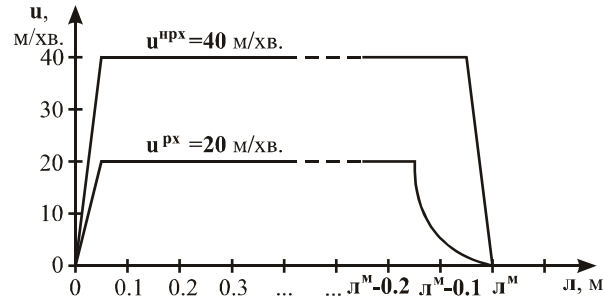


Рис. 4. Зміна швидкостей переміщення штовхачів

Тривалість робочого циклу процесу завантаження закладки плит може визначатися двома способами. Якщо розкроюваний матеріал переміщається вакуумним пристроєм по одній плиті, то тривалість їх завантаження визначається за такою формулою, хв.:

$$t^{zn} = \eta^0 \cdot t^{1n} + t^{\Phi n}, \quad (12)$$

де: t^{1n} – тривалість процесу завантаження однієї плити, хв.; $t^{\Phi n}$ – тривалість процесу формування закладки плит, хв. Цикл процесу завантаження однієї плити складається з таких операцій: захоплення (присмоктування) t^{zx} , перенесення t^{nep} , відпускання t^{bn} плити та зворотного руху t^{zp} вакуумної каретки. Тоді тривалість робочого циклу процесу завантаження закладки плит (12) буде визначатися за такою формулою:

$$t^{zn} = \eta^0 \cdot (t^{zx} + t^{nep} + t^{bn} + t^{zp}) + t^{\Phi n}. \quad (13)$$

У випадку завантаження плит цілою закладкою тривалість такої операції буде дорівнювати тривалості пересування t^{nn} закладки, її формування $t^{\Phi n}$ та зворотного руху t^{zp} штовхача, тобто:

$$t^{zn} = t^{nn} + t^{\Phi n} + t^{zp}. \quad (14)$$

Переважаю цю операцію виконують штовхачі переміщення закладки плит чи їх частин. Однак такий процес завантаження використовується дуже рідко, бо значно збільшується ймовірність пошкодження облицьованих поверхонь плит.

Тривалості робочих циклів процесів звільнення столів після поздовжнього і поперечного розкроювання h -ої АЧМ визначаються за такими формулами:

$$\overline{T}_{jk}^{zn} = \left\{ t_{hjk}^{zn} = \eta_{hjk}^{acs} \cdot t_h^{1nc} = \eta_{hjk}^{acs} \cdot \frac{D_{hjk}^{act}}{u_h^{zb}}, h = 1, H_{jk}^{ac} \right\}, \quad (15)$$

$$\overline{T}_{jk}^{zn} = \left\{ t_{hjk}^{zn} = \eta_{hjk}^{acs} \cdot t_h^{1nc} = \eta_{hjk}^{acs} \cdot \frac{D_{hjk}^{act}}{u_h^{zb}}, h = 1, H_{jk}^{ac} \right\}, \quad (16)$$

де t_h^{1nc} , t_h^{1nc} – тривалості процесів звільнення частин матеріалу з однієї "сітки" після поздовжнього чи поперечного розкроювання h -ої АЧМ, хв.

Тривалість робочого циклу процесу розвантаження заготовок з h -ої АЧМ визначається за такою формулою:

$$\overline{T}_{jk}^{pz} = \left\{ t_{hjk}^{pz} = \eta_{hjk}^{acs} \cdot t_h^{1pz}, h = 1, H_{jk}^{ac} \right\}, \quad (17)$$

де t_h^{1pz} – тривалість процесу розвантаження заготовок з однієї "сітки" після розкрою h -ої АЧМ, хв. Якщо розвантаження заготовок з однієї "сітки" здійснюється вакуумною установкою, то у структуру операцій циклу входять: тривалості процесів захоплення (присмоктування), перенесення і відпускання заготовок; тривалість зворотного руху вакуумної каретки.

На багатьох підприємствах розвантаження закладок отриманих заготовок здійснюється ручним способом. У цьому випадку тривалість робочого циклу процесу розвантаження визначається за загальною кількістю заготовок, що входять у карту розкрою, хв.:

$$\overline{T}_{jk}^{pz} = \left\{ t_{hjk}^{pz} = \sum_{q=1}^{M^c} (p_{qhjk}^c \cdot (\eta_{qhjk}^{acs} + 1)) \cdot t^{1c3} = \eta_{hjk}^{acs} \cdot t^{1c3}, h = 1, H_{jk}^{ac} \right\}, \quad (18)$$

де: t^{1c3} – тривалість процесу розвантаження однієї закладки заготовок, хв.; η_{hjk}^{acs} – загальна кількість заготовок на карті розкрою, яка знаходиться в h -ої АЧМ, шт. У виразі (18) запис у дужках $+1$ вказує на те, що у кожній смузі необхідно розвантажити додатково ще одну закладку відрізків чи ділових відходів матеріалу, отриманих під час розкроювання h -ої АЧМ, хв.

У тривалість процесу розвантаження однієї закладки заготовок одним робітником входять такі операції, хв.:

$$t^{1c3} = t^{1zc} + t^{1nc} + t^{1bc} + t^{1np}, \quad (19)$$

де: t^{1zc} – тривалість захоплення закладки; t^{1nc} – тривалість перенесення закладки робітником до підстопного місця; t^{1bc} – тривалість встановлення закладки на підстопне місце; t^{1np} – тривалість повернення робітника назад. Тривалості цих операцій можна визначити за допомогою хронометражу.

2. Визначення тривалості робочого циклу процесу додаткового розкрою частин плити

Як показують наші дослідження, в одній карті розкрою частин плити, які потребують додаткового розкрою, не так вже й багато, а сам процес може проводитися паралельно з основним розкроєм. Тобто, можна скласти такий графік реалізації карт розкрою на основному обладнанні, щоби додатковий розкрій здійснювався не під кінець виконання плану розкрою, а ближче до його завершення. У цьому випадку можна говорити про паралельність виконання основного і додаткового розкрою. Однак не завжди вдається скласти

такий паралельний графік виконання робіт основним і допоміжним обладнанням. Але для його виконання необхідні додаткові матеріальні, енергетичні та трудові ресурси, у результаті чого у сукупності збільшується собівартість процесу виготовлення меблевих заготовок. Тому у критеріях оптимізації, які характеризують потужність дільниці розкрою, складовими частинами є тривалості робочих циклів процесів не тільки основного розкрою на основному обладнанні, але й додаткового розкрою інших частин матеріалу на I -му допоміжному обладнанні, отриманих з одиниці матеріалу j -го типорозміру, попередньо розкриті за k -ою картою, год.:

$$\overline{T}^A = \left\{ \overline{T}_j^A = \left\{ \overline{T}_{jk}^A = \left\{ t_{jkl}^A, l = \overline{1, L} \right\}, k = \overline{1, n_j} \right\}, j = \overline{1, J} \right\}. \quad (20)$$

З огляду на те, що кожна АЧМ розрізається за своєю картою розкрою, то складовими частинами критеріїв оптимізації є також тривалості процесів настроювання I -го допоміжного обладнання $\overline{H}^A = \{h_l^A, l = \overline{1, L}\}$, які хоча і займають декілька хвилин (конкретні значення визначаються за допомогою хронометражу), однак його доводиться дуже часто виконувати, що у сукупності займає значний проміжок часу.

Додатковий розкрій АЧМ може проводитися на різному допоміжному обладнанні, а його тривалість залежить від прийнятого на підприємстві конкретного ТП розкрою ПДМ на меблеві заготовки. Тому у даній роботі наведемо тільки загальний підхід до визначення тривалості робочого циклу процесу додаткового розкрою, прив'язавшись, наприклад, тільки до двох ТП їх виготовлення. Першим ТП передбачимо використання, наприклад, одного однопилкового верстата зі збільшеною кареткою, на якому послідовно будемо виконувати поперечний і поздовжній розкрій. Така технологія додаткового розкрою переважно використовується на більшості сьогодні діючих підприємств, у результаті чого витрачається багато часу на сам процес розкрою, тривалість якого інколи може перевищувати час основного розкрою, охоплює всі варіанти отримання заготовок із залишків смуг або розкрою комбінованих заготовок чи вкладених карт розкрою [6].

Для другого ТП передбачимо використання, наприклад, двох однопилкових верстатів, на яких паралельно будемо виконувати процеси поздовжнього і поперечного розкроювання. Така технологія виготовлення меблевих заготовок хоча і займає значно менше часу, однак вона дуже рідко використовується на підприємствах позаяк вимагає вдвоє більше обладнання та обслуговуючого персоналу, а значить – зайвих витрат матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів. Проте, якщо задатись метою виконання додаткового розкрою АЧМ, то сформовані карти розкрою будуть мати значну частку такого розкрою зі, швидше всього, високим значенням ефективності використання матеріалу і значною продуктивністю роботи основного обладнання. В цьому випадку то застосування такої схеми організації ТП виготовлення заготовок інколи може бути виправданим.

Особливість додаткового розкрою полягає в тому, що в одну закладку частин матеріалу по висоті, яку необхідно одночасно розкрити на допоміж-

ному обладнанні, може входити дві, максимум – три плити, в той час як на основному обладнанні кількість одночасно розкроюваних плит може становити до десяти. Тому загальна тривалість робочого циклу процесу всього додаткового розкрою збільшується у декілька разів порівняно з основним розкром, що знову ж таки значно впливає на собівартість процесу виготовлення меблевих заготовок. Окрім того, під час виконання додаткового розкроювання деякої закладки АЧМ, так само як і під час розкроювання всієї плити чи головної та основної її частин, спочатку відбувається відрізання смуг, а потім ці смуги розрізаються на заготовки, тобто використовується традиційна поздовжньо-поперечна схема розкрою.

Аналогічно як і під час основного розкрою, для розрахунку тривалості робочого циклу процесу додаткового розкрою доцільно застосувати концепцію про АЧМ. У цьому випадку будемо вважати, що індекс $h = 3, H_{jk}^{ac}$ вказує на додатковий розкрій будь-якої АЧМ, включаючи розкрій залишків смуг, комбінованих заготовок чи вкладених карт розкрою. Окрім того, загальна тривалість робочого циклу процесу додаткового розкрою будь-якої АЧМ, отриманої в результаті розкрою плит j -го типорозміру за k -ою картою, буде включати тривалості виконання поздовжніх і поперечних пропилив на I -му допоміжному обладнанні, тобто $L = 2$. Звернемо увагу на те, що кожному робочому циклу процесу додаткового розкрою властива структура допоміжного розкрійного обладнання, послідовність реалізації операцій і певна тривалість кожної зокрема. Структура обладнання (універсальні однопилкові чи форматно-обрізні двопилкові верстати) і послідовність реалізації операцій визначають схему організації ТП виготовлення заготовок з ПДМ.

Стосовно *оптимального плану розкрою*, то загальна тривалість робочого циклу Σt_{hjk}^{3A} процесу додаткового розкрою h -ої АЧМ, отриманої з плит j -го типорозміру та k -ої карти, на I -му допоміжному обладнанні можна визначити за допомогою такого співвідношення, хв.:

$$\overline{T}_{jk}^{3A} = \left\{ t_{hjk}^{3A} = \lambda_{hjk}^A \cdot \sum_{l=1}^L h_l^A + \sum_{l=1}^L t_{hjk}^A \cdot \begin{cases} \eta_{jk}^{3A}, & \text{якщо } \eta_{jk}^{3A} \cdot \eta^A = x_{jk}; \\ (\eta_{jk}^{3A} + 1), & \text{в іншому випадку,} \end{cases} h = 3, H_{jk}^{ac} \right\}, \quad (21)$$

де: λ_{hjk}^A – кількість перенастроювань допоміжного обладнання у процесі розкроювання АЧМ; $\eta_{jk}^{3A} = \text{round}(x_{jk} / \eta^A)$ – кількість закладок частин матеріалу, отриманих з плит j -го типорозміру, які необхідно додатково розкрити за k -ою картою.

Стосовно *розкроювання деякої закладки АЧМ*, то для першої схеми організації ТП виготовлення заготовок, тобто *послідовного додаткового розкрою*, тривалість робочого циклу $t_{hjk}^{\Sigma A} = t_{hjk}^A$ процесу розкроювання h -ої АЧМ з плит j -го типорозміру та k -ої карти на I -му допоміжному обладнанні зі всіма циклічними операціями можна визначити за допомогою такого співвідношення, хв.:

$$\overline{T}_{jk}^A = \left\{ t_{hjk}^A = L \cdot (2 \cdot t^{3A} + t^{1A} + 2 \cdot t^{2A}) + \sum_{l=1}^L t_{hjk}^{pA}, h = 3, H_{jk}^{ac} \right\}, \quad (22)$$

де: t^{3x} , $t^{пч}$, $t^{фч}$ – відповідно тривалості виконання операцій процесу завантаження, позиціонування та фіксування закладки частин матеріалу (визначаються за допомогою хронометражу); $t_{hjk}^{рч}$ – тривалість робочого циклу процесу розкроювання h -ої АЧМ; t^{3x} , $t^{фч}$ – відповідно тривалості виконання операцій розфіксування та розвантаження смуг чи заготовок, отриманих після поздовжнього чи поперечного розкроювання закладки частин матеріалу (визначається за допомогою хронометражу).

У випадку другої схеми організації ТП, тобто *паралельного додаткового розкрою*, тривалість робочого циклу $t_{jk}^{3a} = t_{hjk}^{3a}$ процесу розкроювання h -ої АЧМ з плит j -го типорозміру та k -ої карти на I -му допоміжному обладнанні зі всіма циклічними операціями визначається за допомогою такого співвідношення, хв.:

$$\overline{T_{jk}^{3a}} = \left\{ t_{hjk}^{3a} = 2 \cdot t^{3x} + t^{пч} + 2 \cdot t^{фч} + \max\{t_{hjk1}^{рч}; t_{hjk2}^{рч}\}, h = 3, \overline{H_{jk}^{ач}} \right\}, \quad (23)$$

тобто, приймається більше значення між часом на виконання поздовжнього $t_{hjk1}^{позд}$ і поперечного $t_{hjk2}^{попер}$ розкроїв, хв.:

$$\overline{T_{jk}^{пч}} = \left\{ t_{hjk}^{пч} = \max\{t_{hjk1}^{позд}; t_{hjk2}^{попер}\}, h = 3, \overline{H_{jk}^{ач}} \right\}. \quad (24)$$

Для обчислення тривалостей робочих циклів процесів додаткового поздовжнього і поперечного розкроювання h -ої АЧМ необхідно визначити ще такі додаткові показники:

- загальна кількість смуг у h -ій АЧМ, шт.:

$$\overline{H_{jk}^{ач}} = \left\{ \eta_{hjk}^{ач} = \sum_{q=1}^{M^c} p_{qhjk}^c, h = 3, \overline{H_{jk}^{ач}} \right\}; \quad (25)$$

- загальна кількість заготовок у q -ій смузі h -ої АЧМ:

$$\overline{H_{jk}^{ач3}} = \left\{ \overline{H_{hjk}^{ач3}} = \left\{ \eta_{qhjk}^{ач3} = \sum_{g=1}^{m_q^3} p_{gqhjk}^3, q = 1, M^c \right\}, h = 3, \overline{H_{jk}^{ач}} \right\}. \quad (26)$$

Тоді тривалість робочого циклу процесу додаткового поздовжнього розкроювання h -ої АЧМ на I -му допоміжному обладнанні буде визначатися за такою формулою, хв.:

$$\Sigma \overline{t_{jk1}^{позд}} = \left\{ \Sigma t_{hjk1}^{позд} = t^{3x} + \eta_{hjk}^{ач} \cdot (t_{hjk}^{см} + t^{3пч}), h = 3, \overline{H_{jk}^{ач}} \right\}, \quad (27)$$

а додаткового поперечного розкрою, тобто на 2-му обладнанні, буде мати такий вигляд, хв.:

$$\Sigma \overline{t_{jk2}^{попер}} = \left\{ t_{hjk2}^{попер} = \sum_{q=1}^{\eta_{hjk}^{ач}} \left(t^{3x} + \eta_{hjk}^{ач3} \cdot (t_{hjk}^{3a} + t^{3пч}) \right), h = 3, \overline{H_{jk}^{ач}} \right\}. \quad (28)$$

де: t^{3x} – тривалості виконання операцій захоплення і перенесення до каретки частини матеріалу (закладки) АЧМ чи закладки смуг); $t^{3пч}$ – тривалість виконання операцій процесу звільнення стола від смуг чи заготовок після роз-

крою АЧМ, хв. Виконуються усі ці операції вручну, тому їх тривалість береться на підставі обробки статистичних даних, отриманих за допомогою хронометражу.

Тривалість робочого циклу процесу поздовжнього відрізання смуг у h -ій АЧМ можна визначити за допомогою такої формули, хв.:

$$\overline{T_{jk}^{см}} = \left\{ t_{hjk}^{см} = 2 \cdot t^{фр} + \frac{(1.5 + 2) \cdot d_{hjk}^{ачт}}{u^{рх} [h^{пч}; t^i] + u^{прх}}, h = 3, \overline{H_{jk}^{ач}} \right\}, \quad (29)$$

а тривалість робочого циклу процесу поперечного розкроювання смуг на заготовки, отриманих з h -ої АЧМ, можна визначити за допомогою такої формули, хв.:

$$\overline{T_{jk}^{3a}} = \left\{ \overline{T_{hjk}^{3a}} = \left\{ t_{qhjk}^{3a} = 2 \cdot t^{фр} + \frac{(1.5 + 2) \cdot m_{qhjk}^c}{u^{рх} [h^{пч}; t^{pi}] + u^{прх}}, q = 1, M^c \right\}, h = 3, \overline{H_{jk}^{ач}} \right\}, \quad (30)$$

де: $t^{фр}$ – тривалість виконання операцій встановлення, фіксування і розфіксування закладки матеріалу; $u^{рх}$ – швидкість робочого ходу каретки (6÷9 м/хв.); $u^{прх}$ – швидкість неробочого ходу каретки (10÷12 м/хв.).

Тривалість виконання операції процесу звільнення стола $t^{3пч}$ від смуг після поздовжнього розкроювання закладки плит чи звільнення стола від заготовок після поперечного розкроювання смуг, отриманих з h -ої АЧМ, можна визначити за допомогою такої формули, хв.:

$$t^{3пч} = t^{3с} + t^{п3} + t^{вс} + t^{пч}, \quad (31)$$

де: $t^{3с}$ – тривалість захоплення частини матеріалу; $t^{п3}$ – тривалість перенесення частини матеріалу до підстопного місця; $t^{вс}$ – тривалість встановлення закладки матеріалу на підстопне місце; $t^{пч}$ – тривалість повернення робітника назад. Виконуються усі ці операції вручну, тому їх тривалість визначається на підставі обробки статистичних даних, отриманих за допомогою хронометражу.

Наведений вище підхід щодо визначення тривалостей робочих циклів процесів додаткового розкрою окремих частин матеріалу охоплює тільки дві технології виготовлення заготовок з ПДМ. Зрозуміло, що для інших схем організації ТП необхідно вносити відповідні корективи і застосовувати творчий підхід при вирішенні цього питання.

Висновки

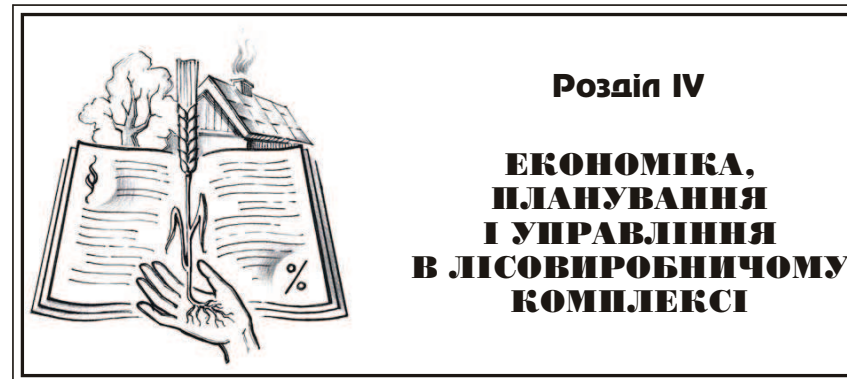
1. З'ясовано, що продуктивність роботи будь-якого спеціалізованого розкрійного обладнання залежить від операцій процесу розкрою пиловими установками ПДМ, структура і послідовність реалізації яких визначають тривалість робочого циклу процесу основного розкрою. Наведено методику розрахунку тривалостей виконання відповідних операцій (основних і допоміжних) пиловими установками лінії розкрою під час виготовлення меблевих заготовок з ПДМ, яка дає змогу комплексно оцінити режим роботи розкрійного обладнання.

2. Встановлено, що тривалість робочого циклу процесу додаткового розкрою усіх АЧМ протягом деякого планового періоду може характеризувати-

ти частку отриманого плану розкрою, а протягом деякого проміжку часу – розкрій деякої закладки АЧМ. Кожному робочому циклу властива структура допоміжного розкрийного обладнання, послідовність реалізації операцій і певна тривалість кожної зокрема. Структура обладнання (універсальні одно-пилкові чи форматно-обрізні двопилкові верстати) і послідовність реалізації операцій визначають схему організації ТП виготовлення заготовок з ПДМ. Наведено методику визначення тривалості робочого циклу процесу додаткового розкрою частин плити на заготовки, яка є складовим компонентом методики обчислення потужності дільниці розкрою.

Література

1. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. – М.: Сов. радио, 1969. – 488 с.
2. Батін І.В., Дудюк Д.Л. Основи теорії і розрахунку автоматичних ліній лісопромислових підприємств. – М.: Ліс. пром-сть, 1975. – 176 с.
3. Геминтерн В.И., Каган Б.М. Методы оптимального проектирования. – М.: Энергия, 1980. – 160 с.
4. Германское оборудование для деревообработки. Каталог справочник. – FG Holz, 1998. – 210 с.
5. Грицюк Ю.І. Розрахунок продуктивності роботи спеціалізованого розкрийного обладнання// Науковий вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003, вип. 13.4. – С. 131-142.
6. Грицюк Ю.І. Розрахунок технологічної ефективності використання плитного деревного матеріалу// Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. – 2004, № 29. – С. 133-141.
7. Дудюк Д.Л., Максимів В.М., Сорока Л.Я. Моделирование та оптимізація об'єктів і систем керування/ Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1998. – 248 с.
8. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. – М.: Наука, 1979. – 186 с.
9. Молчанов А.А. Моделирование и проектирование сложных систем. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. – 359 с.
10. Перспекти фірми "Schwabedissen", ФРН. – 1998, 2000, 2001.



Розділ IV

ЕКОНОМІКА, ПЛАНУВАННЯ І УПРАВЛІННЯ В ЛІСОВИРОБНИЧОМУ КОМПЛЕКСІ

УДК 330.342: 303.725.2

Докторант Б.В. Кульчицький, канд. екон.
наук – Львівський НУ ім. Івана Франка

ПОРІВНЯННЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ: УКРАЇНСЬКИЙ КОНТЕКСТ

Досліджено методологічні проблеми порівняння сучасних економічних систем. Проаналізовано пріоритетні підходи зарубіжних та українських учених-економістів на порозі ХХІ ст. Розкрито об'єктивні і суб'єктивні передумови формування нової економічної системи України. На основі порівняння панівних цінностей різних економічних систем обґрунтовано висновок про прийнятність для України економічної моделі Європейського Союзу.

Ключові слова: економічні системи, методологічні підходи, системні трансформації, порівняння економічних систем, економічна система України, економічна модель Європейського Союзу.

Doct. B.V. Kul'chyts'kyi – L'viv NU Ivan Franko's name

Comparison of economic systems: Ukrainian context

Inquired into methodological comparison problems of contemporary economic systems. Analysed priority-driven approaches of foreign and Ukrainian learned-economists on threshold of XXI c. Brought objective and subjective preconditions to light of forming of new economic Ukraine system. On comparison base of ruling valuables of different economic systems substantiate deduction about acceptability for Ukraine of economic model of European Union.

Keywords: economic systems, methodological approaches, system-formatted transformations, comparisons of economic systems, economic Ukraine system, economic model of European Union.

Сучасний методологічний дискурс передбачає фундаментальне дослідження проблеми порівняння економічних систем. Це зумовлено як теоретичними, так і практичними причинами, серед яких особливе значення має пошук оптимальної стратегічної моделі національної економічної системи України. Для концептуального вирішення наукової проблеми порівняння економічних систем необхідно проаналізувати пріоритетні підходи, які сформувалися у сучасній економічній теорії. Потрібно підкреслити, що не дивлячись на актуальність проблеми порівняння, у літературі існує не так уже й ба-