

2. Кшивецький Б.Я., Гупало О.П. Проблеми використання клейових з'єднань на основі термопластичних клеїв// Науковий вісник: Зб. наук-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ, 2001, вип. 11.2. – С. 23-24.

3. Кшивецький Б.Я., Прокопович Б.В., Гупало О.П. О долговечности клеевых соединений в деревообработке// Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник научных трудов. – Брянск, БГИТА, 2001, вып. 4. – С. 61-64.

УДК 658.527.011.56

Инж. В.І. Криштанович;

доц. В.М. Максимів, д-р техн. наук – УкрДЛТУ

ВПЛИВ СТРУКТУРИ ЛІНІЙ СКЛАДАННЯ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ

Досліджується вплив структури ліній складання малогабаритних меблевих виробів на їхню продуктивність. Пропонуються залежності для визначення тривалості інтервалу випуску та оцінки переваги "коротких" ліній над "довгими".

Eng. V.I. Kryshchapovych, doc. V.M. Maksymiv – USUFWT

Stowage lines structure influence of furniture wares on effectiveness indexes of their functioning

Investigates stowage lines structure influence of small furniture wares on their productivity. Are brought to dependence for determination of issue interval duration and superiority "estimation short" lines over "long".

Монтажні та складальні роботи у меблевому виробництві є найбільш трудомісткими, з невисоким рівнем механізації та автоматизації робіт. Одним із шляхів підвищення ефективності складальних та монтажних робіт є впровадження виробничих автоматизованих ліній з раціональними параметрами. На сучасному етапі значна частина корпусних (великогабаритних) меблів випускається без повного виробничого складання. Складання малогабаритних меблевих виробів, а також попереднє складання окремих елементів крупних корпусних меблів здійснюються у виробничих умовах.

Конвеєрні лінії, на яких здійснюється складання меблевих виробів, можуть бути лінійними, коловими, розгалуженими, карусельними [1].

Функціональна залежність між основними параметрами конвеєра має вигляд:

$$T_k Q = n_0 k T_{зм};$$

де: T_k – час на виготовлення деталі, вузла, виробу на конвеєрі

$$T_k = R n_0$$

R – ритм конвеєра, с; Q – змінна продуктивність; n_0 – кількість операцій на які розчленовується процес оброблення; $T_{зм}$ – тривалість зміни; k – коефіцієнт використання конвеєра; $k = (T_{зм} - T_{пер})/T_{зм}$; $T_{пер}$ – втрати робочого часу, пов'язані із відпочинком робітників, налагодження та переналагодження конвеєра, заміну інструментів, тощо.

Аналіз цієї залежності проведено за умови, що R є величина постійна. Однак, як показують тривалі дослідження, випадковий характер тривалості елементарних та комплексних операцій суттєво впливає на показники ефек-

тивності роботи конвеєрних ліній. Кількість операцій, на які розчленовується процес складання n_0 вибирався або виходячи з певних площ, або з програми випуску. При цьому недостатніми є дослідження впливу кількості операцій n_0 на показники ефективності роботи ліній складання. Для сьогоденного виробництва характерним є часта зміна продукції, невеликий об'єм партій, або одиничні вироби і ці показники теж мають випадковий характер.

Тому слід провести відповідні дослідження:

- дослідити вплив випадкового характеру тривалості операцій складання на показники ефективності роботи ліній;
- дослідити вплив кількості операцій n_0 на ефективність роботи конвеєрних ліній;
- проаналізувати залежність економічних показників від структури та параметрів ліній і дати рекомендації щодо вибору раціональних варіантів ліній;
- побудувати залежності для оцінки ефективності роботи ліній із урахуванням особливостей сучасного виробництва і ін.

Особливість складальних процесів полягає у тому, що загальний час обробки на конвеєрі T_p дорівнює сумі часу на виконання окремих елементар-

них операцій $T_p = \sum_{i=1}^n t_i$ і може поділятися на певну кількість комплексних

операцій n_0 . Зміна n_0 веде до зміни величини ритму R і загальний час виготовлення $T_k = R n_0$ завжди більший від T_p . Останнє пояснюється неможливістю рівномірного поділу тривалості комплексних операцій t_{onj} , а також їхнім випадковим характером. Випадковий характер тривалості комплексної операції теж залежить від n_0 . Ця залежність проявляється таким чином, що збільшення n_0 веде до зменшення тривалості комплексних операцій t_{onj} . Останні складаються із елементарних (технологічно неподільних) операцій з середньою тривалістю $\tau \approx 20$ с і коефіцієнтом варіації (як показником стабільності) $v = 0.5$ (50 %). Таким чином, кожна комплексна операція може складатися із m елементарних ($m = t_{on}/20$). Значення коефіцієнта варіації комплексної операції дорівнюватиме:

$$v_{on} = \frac{\sqrt{v^2 \sum_{i=1}^m \tau_i^2}}{t_{on}} = \frac{\sqrt{v^2 m \tau_i^2}}{t_{on}}.$$

Отже, між часом обробки T_p , кількістю комплексних операцій n_0 , тривалістю цих операцій t_{onj} та їх стабільністю і значенням величини ритму існує взаємозв'язок. Зростання n_0 веде до зменшення часу t_{on} і відповідно до зменшення тривалості ритму і зростання продуктивності. З іншого боку, збільшення n_0 веде до зростання кількості робочих позицій в лінії і зменшення стабільності операцій, а це, у свою чергу, веде до збільшення накладених втрат, зростання величини ритму і відповідно до зменшення продуктивності.

Дослідимо цю залежність для складання виробу із $T_p = 3600$ с на конвеєрній лінії з вільним ритмом, коли пересування конвеєра відбувається після завершення всіх операцій. Для цього використаємо відповідну імітаційну модель, у якій тривалості операцій генеруються за часовим розподілом. Тривалості комплексних операцій у процесі моделювання були однаковими. Інші умови експерименту та результати імітаційного моделювання зведено до табл. 1.

Із отриманих результатів бачимо, що зростання кількості комплексних операцій (робочих позицій) n_0 від 2 до 30 дозволяє зменшити тривалість інтервалу випуску (ритму) R майже у 10 разів, коефіцієнт використання робочого часу на окремих операціях зменшується майже до 0.7. Залежність середнього значення ритму (інтервалу випуску) $R_{сер}$ від n_0 є суттєвішою, ніж залежність ρ від n_0 , тому за цими даними неможливо встановити раціональне значення n_0 . Це можливо за одним із економічних критеріїв (питоми приведені витрати, тощо), тобто через співставлення витрат до одиниці продукції.

Табл. 1. Інші умови експерименту та результати імітаційного моделювання

Кількість комплексних операцій n_0	Середнє значення тривалості $t_{оп}$, с	Дисперсія $t_{оп}$	Середнє значення інтервалу випуску (ритму) $R_{сер}$, с	Коефіцієнт використання робочого часу на комплексних операціях
2	1800	9000	1855	0.9712
3	1200	6000	1268	0.9487
4	900	4500	971	0.9278
5	720	3600	792	0.9100
6	600	3000	671	0.8937
9	400	2000	468	0.8538
10	360	1800	429	0.8412
12	300	1500	367	0.8190
15	240	1200	305	0.7881
18	200	1000	262	0.7639
20	180	900	240	0.7486
30	120	600	176	0.6822

Отримані результати співпадають із результатами робіт [2], у яких досліджувались роботи ліній з нерівномірним поділом часу T_p між окремими операціями (тривалість однієї з них була більшою від решти на 20 с). Тому з достатньою точністю тривалість циклу (ритму) лінії залежно від n_0 запишеться:

$$R_{сер} = T_p \left(\frac{1}{n_0} + 0,02 \right).$$

Якщо на обмеженій площі ми можемо розмістити певну кількість робочих позицій n_{Σ} , то що краще – одна лінія із n_{Σ} операцій, чи дві з кількістю операцій кожної $n_{\Sigma}/2$; чи три – з $n_{\Sigma}/3$; чи m – з n_{Σ}/m .

Проаналізуємо це на таких прикладах:

Перший: $n_{\Sigma}=30$. Можливі варіанти: $B\{1/30; 2/15; 3/10; 5/6; 6/5; 10/3; 15/2\}$ (у чисельнику – кількість ліній на ділянці, а у знаменнику – кількість операцій у кожній лінії).

За відносну одиницю приймемо продуктивність першого варіанту: $1/30$.

Відносне значення продуктивності кожного наступного варіанту визначатимемо як відношення циклової продуктивності (ритму) першого варіанту до відповідних показників наступних.

Результати наведено на рис. 1.

Аналогічно проаналізуємо для ліній з $n_{\Sigma}=20$ (рис. 2) та $n_{\Sigma}=12$ (рис. 3).

Отримані результати однозначно вказують на перевагу "коротких ліній". Поділ "довгої" лінії на дві "короткі" дозволяє збільшити продуктивність на 10...15 %.

Наведені результати справедливі для умови, що тривалість комплексних операцій дорівнює сумі тривалостей елементарних операцій. Однак на практиці цього важко досягнути, особливо у процесах складання, які характеризуються низьким рівнем механізації та автоматизації. Тому, чим більша кількість елементарних операцій виконується одним робітником (або чим більшу кількість елементарних операцій включає в себе комплексна операція), тим більшою буде різниця тривалостей комплексної операції і суми елементарних операцій. На сьогодні ці залежності є недостатньо дослідженими.

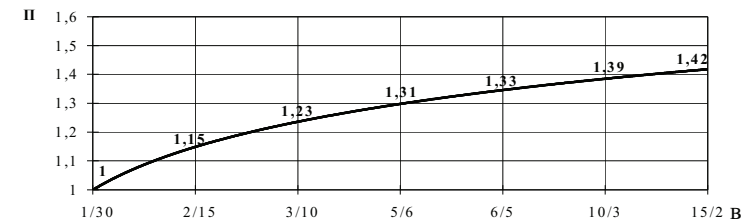


Рис. 1. Залежність продуктивності ліній складання від її поділу на "короткі" лінії (для $n_{\Sigma}=30$)

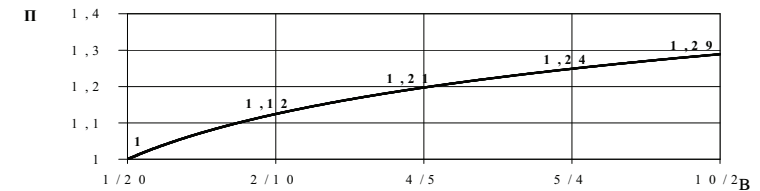


Рис. 2. Залежність продуктивності ліній складання від її поділу на "короткі" лінії (для $n_{\Sigma}=20$)

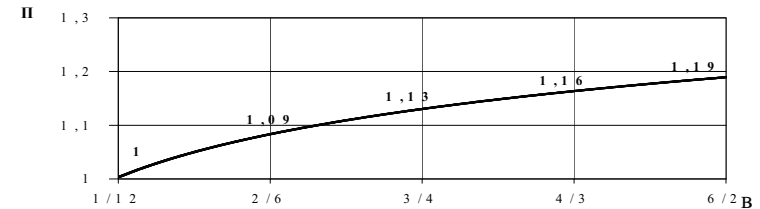


Рис. 3. Залежність продуктивності ліній складання від її поділу на "короткі" лінії (для $n_{\Sigma}=12$)

На основі результатів імітаційного моделювання ліній складання меблевих виробів нами отримано вираз для обчислення граничних значень тривалості комплексних операцій $t_{опj} < \sum_{i=1}^m \tau_i$:

$$T_{k.o.} < [1.44 - 0.54 e^{-0.1 n}] \sum_{i=1}^m \tau_{e.0}.$$

Якщо значення t_{on-j} буде меншим, ніж значення правої частини виразу, то зроблений висновок на користь "коротких" ліній буде чинним. Лише дослідження тривалості комплексних операцій залежно від концентрації елементарних операцій $t_{on-j} = f(m)$ дозволить визначити їх раціональну структуру.

Література

1. Попов К. М. Конвейеры в деревообработке. – М.: Лесн. пром-сть, 1972. – 184 с.

УДК 674.093:658.38.23

Доц. В.С. Джигирей, канд. техн. наук;

проф. В.М. Максимів, д-р техн. наук;

доц. В.М. Сторожук, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ВИЗНАЧЕННЯ ОЧІКУВАНИХ РІВНІВ ЗВУКОВОГО ТИСКУ ЛІСОПИЛЬНОЇ ДІЛЬНИЦІ

Визначено очікувані рівні звукового тиску та вибрано звукопоглинальний матеріал для зниження шуму в цеху.

Doc. V. S. Jigirey; prof. V. M. Maksymiv; doc. V. M. Storozhuk – USUFWT

Expected levels of sound pressure of saw-mill determination

Expected levels of sound pressure have been determined and sound adsorptive material have been chosen for noise reduction.

У виробничому приміщенні об'ємом 3780 м³ розташовано горизонтальну стрічкочисельну лісораму моделі ТТМ-80, торцювальний верстат моделі РР-100, обрізний верстат ОВ-11, стрічкочисельну лісораму LT40 HDE25, універсальний круглопилковий верстат Ц6-2 К, багатопилковий верстат С-320. Встановлена в цьому ж цеху рубальна машина працює лише в другу зміну, тому при розрахунку вона не враховується. Рівні звукової потужності (L_{pi}), що випромінюється кожним джерелом шуму, наведено в табл. 1. Всі джерела працюють одночасно.

Джерела встановлені на підлозі, тому приймаємо для них $\Phi_i = \Phi = 2$. Розрахункова точка розташована посередині приміщення, між верстатами, на висоті 1.5 м від підлоги. Відстані від акустичних центрів джерел до розрахункової точки: $r_1=12.8$ м; $r_2=7.5$ м; $r_3=5.4$ м; $r_4=9.5$ м; $r_5=10.5$ м; $r_6=5.8$ м; $r_7=8.1$ м. Максимальний розмір будь-якого з розглядуваних джерел не перевищує 2 м.

Октавні рівні звукового тиску в розрахунковій точці визначаємо за формулою:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \chi_i}{S_i} + \frac{4}{B_{\text{ш}}} \sum_{i=1}^n \Delta_i \right), \quad (1)$$

де: $\Delta_i = 10^{0.1 L_{pi}}$; L_{pi} – октавний рівень звукової потужності, що випромінюється i -им джерелом шуму, дБ; S_i – площа уявної поверхні правильної геометричної форми, що оточує джерело і проходить через розрахункову точку, м²; χ_i – емпіричний поправковий коефіцієнт, котрий враховує вплив ближнього поля і вибирається залежно від відношення відстані r до максимального габаритного розміру джерела. При $2 l_{\text{max}} < r$ $\chi=1$; m – кількість джерел шуму, найближчих до розрахункової точки (тобто джерел, для котрих $r_i \leq 4 r_{\text{min}}$, де r_{min} – відстань від розрахункової точки до акустичного центра найближчого до неї джерела, м); n – кількість джерел, що беруться до уваги при виконанні розрахунків.

Мінімальна відстань від розрахункової точки до акустичного центра найближчого до неї джерела $r_{\text{min}}=5.4$ м і $4 r_{\text{min}}=21.6$ м. Загальна кількість джерел шуму, що беруться до уваги при розрахунку, розташованих поблизу розрахункової точки, для котрих $r_i < 4 r_{\text{min}}=21.6$ м, буде дорівнювати 7, тобто при розрахунку беремо до уваги всі джерела шуму. Найбільший габаритний розмір розглядуваних джерел $l_{\text{max}}=2$ м. Таким чином, для всіх джерел виконується умова $2 l < r_i$ і тому можна вважати $S_i=2\pi r_i^2$. Величини $r_i/l_{\text{max}} \geq 2$, тому $\chi_i \approx 1$. За формулою (1) визначаємо сумарні рівні звукового тиску $L_{\text{заг}}$ в розрахунковій точці від всіх джерел шуму. Потім за формулою (2) визначаємо необхідне зниження шуму за умови одночасної роботи всіх джерел шуму:

$$\Delta L_{\text{необх. заг.}} = L_{\text{заг.}} - L_{\text{доп.}}, \text{ дБ}, \quad (2)$$

де: $L_{\text{заг}}$ – октавний рівень звукового тиску в розрахунковій точці від всіх джерел шуму, дБ; визначається за формулою (1); $L_{\text{доп.}}$ – допустимий рівень звукового тиску в розрахунковій точці, дБ.

Розрахунок подано в табл. 1.

Табл. 1. Результати розрахунку очікуваних рівнів звукового тиску та необхідного зниження шуму в лісопильній дільниці

Величина	Од. вимір.	Середньгеометрична частота октавної смуги частот, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_{p1}	дБ	80	84	87	86	90	90	88	86
L_{p2}	"	81	81	83	84	84	90	93	88
L_{p3}	"	80	81	81	83	91	91	92	91
L_{p4}	"	78	83	86	85	86	88	90	89
L_{p5}	"	81	83	85	87	88	89	87	85
L_{p6}	"	82	81	87	90	92	95	96	94
L_{p7}	"	81	81	83	84	84	90	93	88
$L_{\text{заг.}}$	дБ	73	74.5	77.6	78.1	80.4	80.4	79.4	76.2
ГС-75	"	93	86	81	78	75	73	71	69
$\Delta L_{\text{необх. заг.}}$	"	-	-	-	0.1	5.4	7.4	8.4	7.2

На підставі виконаних розрахунків було вибрано звукопоглинальний матеріал "Акмігран". Підставою для цього є розташування максимальних коефіцієнтів звукопоглинання в частотному діапазоні від 500 до 8000 Гц, що дає змогу ефективно знизити рівень шуму в приміщенні лісопильної дільниці.