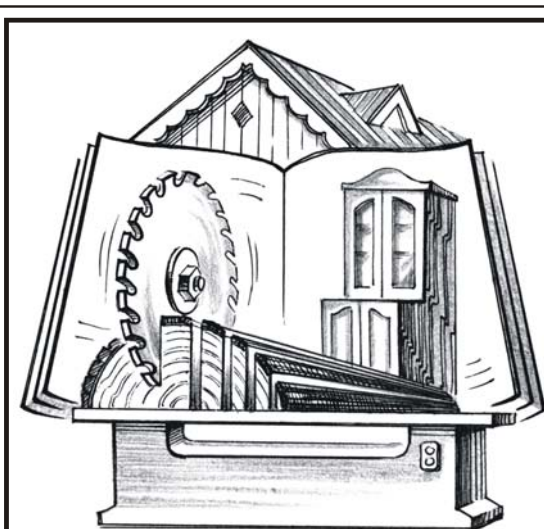




Розділ III

ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

УДК 674.213:69.025

*Проф. В.В. Шостак, д-р техн. наук;
проф. М.Д. Кірик, д-р техн. наук; ст. наук. співроб. П.П. Онуфрик, канд.
техн. наук; доц. А.С. Григор'єв, канд. техн. наук – УкрДЛТУ*

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ СКЛЕЮВАННЯ ПАРКЕТНИХ ВИРОБІВ НА СОТОПЛАСТОВІЙ ОСНОВІ

Проведені випробування паркетних дошок з використанням математичного планування експериментів. Одержано рівняння регресії. Встановлено оптимальну температуру плит преса, час витримки у пресі, тиск пресування і витрату клею.

Prof. V.V. Shostak; prof. N.D. Kyrk; doc. P.P. Onufryk; doc. A.S. Grigoriev – USUFWT

Optimization of conditions of pasting together fabricated wood block floorings on honeycomb a foundation

The trials fabricated wood block floorings with usage of a mathematical design of experiments are carried out. The equation of a regression is obtained. The press, time of endurance in press, pressure of pressing and expenditure of glue is established optimal temperature of plates.

Склеювання є однією з основних операцій технологічного процесу виготовлення виробів з деревини. Теоретичні засади процесу склеювання закладені в роботах Михайлова А.Н., Губенко Д.Б., Янсон Е.Р. та ін. [1-4]. Автори проаналізували процес сухого гарячого способу склеювання фанери та будівельних деталей. Склеювання паркетних дошок досліджено в роботі [5], де показано, що на міцність склеювання основний вплив мають температура плит преса, тиск пресування, тривалість витримки у пресі і витрата клею на одиницю площі. Нова конструкція паркетної дошки на сотопластовій основі з лицевим покриттям орнаментного набору [6] показана на рис. 1. У такій конструкції приклеювання планок лицевого покриття здійснюється до основи, яка має відкритокоміркову структуру і зменшену площу контакту між поверхнями, що склеюються.

З метою визначення режимів процесу склеювання таких виробів, які забезпечать досягнення у виробі необхідної міцності клейового з'єднання з мінімально можливою витримкою у багатопроміжковому гарячому пресі бу-

ли проведені лабораторні дослідження. Режимні фактори змінювались в таких діапазонах:

- температура плит преса $T_{пл}$ від 80 до 160°C, з кроком 20°;
- тривалість витримки у пресі $t_{вт}$ від 14 до 26 хв., з кроком 3 хв.;
- тиск пресування p від 0,5 до 1,7 МПа, з кроком 0,3 ПА;
- витрата клею g від 70 до 270 г/м², з кроком 50 г/м².

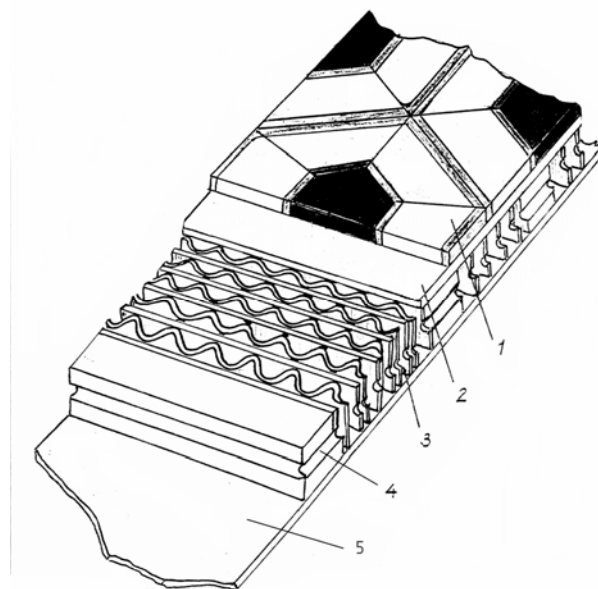


Рис. 1. Фрагмент паркетної дошки на сотопластовій основі: 1 – планки лицевого покриття орнаментного набору; 2 – проміжковий зміцнювальний шар; 3 – середній сотопластовий шар; 4 – армуючий шар; 5 – нижній вирівнювальний шар

В основу плану експерименту покладено центральне композиційне ротабельне планування другого порядку. Було проведено 31 дослід. З них 16 дослідів утворили повний факторний експеримент, що враховує лінійні ефекти, 7 дослідів у центрі експерименту і 8 дослідів у зіркових точках з величиною плеча $\alpha=2$. Під час складання методичної сітки дослідів виходили з умов, що взаємозв'язані фактори та рівняння регресії (функціональна залежність вихідного параметра y – міцності клейового з'єднання) з достатнім ступенем точності описується поліномом другого порядку. Сотопластова основа паркетної дошки виготовляється з гофрокартону товщиною 0,25 мм і шпону товщиною 1,2 мм. Планки лицевого покриття з деревини твердих листяних порід товщиною 4 мм. Паркетні дошки склеювали карбомідофенольним клеєм КФЖ за ГОСТ 142231-88. Вологість деревини становила від 8 до 12 %. Досліди проводились з використанням лабораторного пресу, оснащеного пристроями для автоматичного підтримування температури і тиску у заданому режимі. Перед пресуванням планки з нанесеним клеєм витримували 15...17 хв. Для вирівнювання внутрішніх напружень після склеювання паркетні дошки протягом 4 діб знаходились у стисненому стані Міцність клейового з'єднання визначали величиною на відривання планок за ГОСТ 862.3-86. Режимми склеювання та отримані результати наведено в табл. 1, де σ – середньоквадратичне відхилення міцності клейового шва, ν – коефіцієнт варіації.

Табл. 1. Методична сітка дослідів

№ дослідів	$T_{пл}, ^\circ\text{C}$	$t_{вм}, \text{хв.}$	$p, \text{МПа}$	$g, \text{г/м}^2$	$y, \text{МПа}$	$\sigma, \text{МПа}$	$\nu, \%$
1	100	17	0,8	120	0,3889	0,02296	5,90
2	140	23	0,8	120	0,4253	0,03768	8,86
3	140	17	1,4	120	0,4458	0,02075	4,65
4	140	17	0,8	220	0,4993	0,03249	6,51
5	100	23	1,4	120	0,4612	0,02866	6,21
6	100	23	0,8	220	0,5125	0,03972	7,45
7	100	17	1,4	220	0,4738	0,02021	4,27
8	140	23	1,4	220	0,4789	0,02632	5,50
9	140	17	0,8	120	0,4493	0,02919	6,50
10	140	17	0,8	120	0,4302	0,02805	6,52
11	100	17	1,4	120	0,4727	0,03694	7,81
12	100	17	0,8	220	0,4981	0,02747	5,51
13	140	23	1,4	120	0,4483	0,3574	7,97
14	140	17	1,4	220	0,4623	0,02237	4,84
15	100	23	1,4	220	0,4894	0,03652	7,46
16	140	23	0,8	220	0,5625	0,03742	6,65
17	80	20	1,1	170	0,5483	0,02311	4,21
18	160	20	1,1	170	0,5594	0,02251	4,02
19	120	14	1,1	170	0,5125	0,03136	6,12
20	120	26	1,1	170	0,5621	0,03747	6,67
21	120	20	0,5	170	0,4511	0,02709	6,01
22	120	20	1,7	170	0,4564	0,02766	6,06
23	120	20	1,1	70	0,4257	0,02432	5,71
24	120	20	1,1	270	0,5418	0,02483	4,58
25	120	20	1,1	170	0,7325	0,02039	2,78
26	120	20	1,1	170	0,7243	0,02686	3,71
27	120	20	1,1	170	0,7412	0,03101	4,18
28	120	20	1,1	170	0,6829	0,02265	3,32
29	120	20	1,1	170	0,6815	0,02827	4,15
30	120	20	1,1	170	0,6912	0,02789	4,03
31	120	20	1,1	170	0,7454	0,02928	3,93

Необхідне число m дубльованих дослідів для вибраного плану експериментів визначали, задавшись точністю регресивної моделі за формулою:

$$m = \frac{t_m^2 \cdot S_y^2 \cdot (N + d_{cp})}{\beta^2 \cdot y^{-2} \cdot N}, \quad (1)$$

де: t_m – табличне значення критерію Ст'юдента, $t_m = 2,01$; S_y^2 – оцінка дисперсії для окремої серії дослідів, проведеної в центрі експерименту, $S_y^2 = 7,867 \cdot 10^{-4}$; N – кількість дослідів за планом експериментів; d_{cp} – середня дисперсія передбачуваних значень регресивної функції, $d_{cp} = 10,6$; β – відносне відхилення середньої величини від розрахункових значень відгуку, приймаємо $\beta = 0,1$; $\bar{y}$ – середнє значення відгуку в окремій серії дослідів проведеної в центрі експерименту, $\bar{y} = 0,714$.

Для проведених експериментів прийняли число дубльованих дослідів $m = 5$.

Після статистичної обробки результатів експериментальних досліджень одержали рівняння регресії у вигляді полінома другого ступеня:

$$y = 0,714 + 0,002788 \cdot x_1 + 0,009056 \cdot x_2 - 9,58 \cdot 10^{-4} \cdot x_3 + 0,02864 \cdot x_4 - 9,25 \cdot 10^{-5} \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,0105 \cdot x_1 \cdot x_3 + 8,51 \cdot 10^{-4} \cdot x_1 \cdot x_4 - 0,00448 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,0634 \cdot x_2 \cdot x_4 - 0,0189 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0,0465 \cdot x_1^2 - 0,0506 \cdot x_2^2 - 0,0715 \cdot x_3^2 - 0,064 \cdot x_4^2, \quad (2)$$

де: y – опір на відривання планок, МПа; x_1, x_2, x_3, x_4 – впливаючі фактори у нормалізованому вигляді, які визначають за формулами:

$$x_1 = \frac{T_{nl} - 120}{20}; \quad x_2 = \frac{t_{em} - 20}{3}; \quad (3)$$

$$x_3 = \frac{p - 1,1}{0,3}; \quad x_4 = \frac{g - 170}{50}.$$

Адекватність одержаного рівняння регресії перевіряли за критерієм Фішера, розрахункова величина якого дорівнювала 1,76. Табличне значення критерію Фішера для достовірності $q = 0,05$ і $f_{ad} = 10$, $f_y = 434$ дорівнює $F = 1,83$.

Для знаходження експериментальних точок функції відгуку диференціюємо її за кожною змінною і прирівнюємо до нуля її часткові похідні. Отримуємо систему лінійних рівнянь

$$\begin{aligned} -0,09299 \cdot x_1 - 9,25 \cdot 10^{-5} \cdot x_2 - 0,01053 \cdot x_3 + 8,512 \cdot 10^{-4} \cdot x_4 &= -0,002788; \\ -9,25 \cdot 10^{-5} \cdot x_1 - 1,0126 \cdot x_2 - 0,004475 \cdot x_3 + 0,006344 \cdot x_4 &= -0,009056 \quad (4) \\ -0,01053 \cdot x_1 - 0,004475 \cdot x_2 - 0,14303 \cdot x_3 - 0,01891 \cdot x_4 &= -9,583 \cdot 10^{-4}; \\ 8,5125 \cdot 10^{-4} \cdot x_1 + 0,006344 \cdot x_2 - 0,01891 \cdot x_3 - 0,128024 \cdot x_4 &= -0,02864. \end{aligned}$$

Після розв'язування системи лінійних рівнянь

$$x_1 = 3,7007 \cdot 10^{-2}; \quad x_2 = 1,1061; \quad x_3 = -4,3898 \cdot 10^{-2}; \quad x_4 = 0,2357.$$

Значення функції відгуку для оптимальних точок $y = 0,718$ МПа. Дисперсія в центрі досліду $S_y^2 = 7,867 \cdot 10^{-4}$, а середньоквадратичне відхилення $\sigma = 0,028$ МПа. Враховуючи поле розсіювання $\omega = \pm 3 \cdot \sigma = 0,084$ МПа, мінімальне значення міцності клейового шва буде 0,634 МПа, що перевищує допустиме за стандартом значення 0,6 МПа.

Замінивши x за формулами (3) отримаємо режим склеювання паркетних дошок в екстремальній точці в явному вигляді $T_{nl} = 120,7$ °С; $t_{em} = 19,87$ хв.; $p = 1,13$ МПа; $g = 181,8$ г/м².

У результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки.

Застосування сучасної теорії планування багатофакторного експерименту дозволило зменшити обсяг проведених дослідів.

У рівнянні регресії вперше відображено лінійні ефекти, ефекти другого порядку і парні взаємодії, що неможливо отримати за класичної методики планування експерименту.

Отримане рівняння регресії, що виражає залежність міцності клейового шва від основних режимних факторів, дозволяє у виробничих умовах вибрати оптимальні режими склеювання, які будуть забезпечувати необхідну міцність склеювання при мінімальній тривалості витримки у пресі.

Література

1. Михайлов А.Н. Процессы, протекающие при склеивании. – Л.: ЛТА, 1965. – 89 с.
2. Чудинов Б.С., Приходько Е.П. Расчет времени и скорости нагрева клеевого слоя при горячем фанеровании// Деревообраб. пром-сть. – 1955, № 4. – С. 20-21.
3. Янсон Э.Р. Склеивание пиленных поверхностей древесины// Деревообраб. пром-сть. – 1956, № 4. – С. 3 – 5.
4. Губенко А.Б. Изготовление клеенных деревянных конструкций из деталей. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1957. – 347 с.
5. Серебряный Н.М., Шостак В.В., Гинцбург А.А. Оптимизация режимов склеивания паркетных досок// Механическая обработка древесины: Реферативная информация. ВНИИПИЭИлеспром. Вып.9, 1972. – С. 9 – 10.
6. Патент України на промисловий зразок № 4449 (25 – 02) Паркетна дошка "Сота" (два варіанти)/ Онуфрик П.П., Ільницький Б.Є., Онуфрик І.П. – 2001. Опубл. Бюл. № 1. Держ. департамент інтелектуальної власності України.

УДК 674.02: 621.923

*Проф. В.М. Голубець, д-р техн. наук;
аспір. Б.О. Магура – УкрДЛТУ*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ І СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТА НА ДОВЖИНУ ШЛІФУВАННЯ ФАНЕРИ

Наведено результати експериментальних досліджень залежності довжини шліфування від режимних та структурних параметрів абразивного інструмента. Отримано математичну модель залежності довжини шліфування фанери від досліджуваних факторів.

Prof. V.M. Golubec; doctorate B.O. Magura – USUFWT

Investigation of the influence of the operational and structural parameters of the abrasive tool on the plywood grinding length

The results of the experiments on the dependence of the grinding length from the abrasive tools' operational and structural parameters have been proposed in the article. Mathematical model of the plywood grinding length dependence from the investigated factors is obtained.

Одним з основних показників, які характеризують процес обробки деревини абразивними кругами і циліндрами, є їхня стійкість, тобто період роботи інструмента між двома правками в хвиликах. За період стійкості абразивний інструмент обробляє певну кількість деревини, яка вимірюється у по-