

## СКЛАДАННЯ ПЛАНУ РОЗКРОЮ СИРОВИНИ З ЗАСТОСУВАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ

### PREPARATION PLAN SAWING RAW APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS

к.ф.-м.н. ст. викладач **Коваль Т.В.**, асистент **Марченко Н.В.**

(Національний університет біоресурсів і природокористування  
України)

PhD, prof. century. Professor **Koval T.V.**, Assistant **Marchenko N.V.**

(National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine)

**Анотація:** Проведені дослідження виходу необрізних пиломатеріалів при розкрої сировини з деревини дуба в виробничих умовах. Розроблені алгоритми та створена система програм вирішення задачі з визначення характеру впливу факторних ознак на об'ємний вихід пиломатеріалів, яка дозволяє виконувати в середовищі математичного процесора MathCAD розрахунки поставів, оптимальних планів розкрою та виконувати їх техніко-економічну оцінку.

**Ключеві слова:** Пиломатеріали, розкрій сировини, розрахунки поставів, об'ємний вихід.

**Annotation:** The research output of timber boards for cutting raw materials from oak wood in industrial conditions. The developed algorithms and software system designed to solve the problem of determining the impact factor characteristics of volumetric output of lumber, which allows among mathematical processor MathCAD calculations posture, optimal cutting plans and carry out their feasibility

**Keywords:** Saw timbers, cutting raw materials, putting the calculation, the volume output

Оперативне управління плануванням розкрою сировини на пилопродукцію потребує корегування поставів на розпилювання залежно від характеристики сировини та специфікації пиломатеріалів. Вітчизняні лісопильні підприємства деревообробної галузі мають незначні обсяги випуску пилопродукції, працюють, в основному, за замовленнями, тому їх специфікація пиломатеріалів в більшості

обмежена однією або двома товщинами дошок. До того ж лісопилні цехи виготовляють пиломатеріали без врахування подальшого їх використання, що викликає збільшення відходів. Тому в теорії розкрою сировини приділяється особлива увага виробництву специфікаційних пиломатеріалів, які відповідають потребам споживачів за розмірами і якістю. Вирішення цієї задачі можливо, якщо забезпечити контроль за ходом виконання плану розкрою, його корегування і облік виходу пилопродукції.

Значна кількість підприємств, що розпилюють сировину сьогодні орієнтовані на виробництво однієї або двох товщин пиломатеріалів ( паркетне виробництво, виготовлення клеєних брусів і щитів), що призводить до втрат деревини з-за її нерационального розкрою. З метою визначення об'ємного виходу необрізних пиломатеріалів твердих листяних порід проведені дослідження у виробничих умовах при розпилюванні колод на пиломатеріали товщиною 30 мм.

Розкрій дубових колод, переважно 3 сорту, проводився на стрічкопилних верстатах. Розміри колод: діаметр 29...50 см; збіжність 0,9... 3,0 см/м; довжина колод 2,1...5 м. Було проведено 25 дослідних розпилювань, середній вихід необрізних пиломатеріалів товщиною 30 мм склав 77,9%.

Поряд з цим була розроблена програма розкрою колод на необрізні пиломатеріали з застосуванням математичного процесора MathCAD [1].

Модель розрахунку поставів розроблена з урахуванням основних положень теорії розкрою сировини на пиломатеріали. Це послідовність логічних і математичних операцій, що виконуються технологами при складанні та розрахунку поставів

Програма розкрою колод на пиломатеріали передбачає введення даних з характеристики сировини та пиломатеріалів, аналітичних формул з розрахунку величини граничного охоплення колоди поставом, критичної відстані, що характеризує границю між піфагоричною та параболічною зонами колоди, розмірів дошок в цих зонах, об'єму колод та пиломатеріалів, об'ємного виходу пиломатеріалів [2]. Алгоритм цієї програми наведено на рис. 1.

Введення даних з характеристики сировини: d, см, S, см/м, L, м	Введення аналітичних залежностей з визначення кількості дощок, границі постава, припуску на всихання та витрати ширини постава	$\dot{A}_{ad} = \sqrt{(D^2 - b^2) - (D^2 - b^2) \frac{L}{L}}$ $n = \frac{A_{ad}}{a_{30}}$
Введення даних з величини припуску на всихання	$b_i = \sqrt{\frac{(D^2 - d^2)x'}{L}} + d^2 - 4a^2$	Визначення відстані пластів дошки від осі колоди та її ширини в піфагоричній зоні
Визначення номінальних розмірів дощок в піфагоричній зоні та їх об'єму	Визначення величини вкорочення дошки та її довжини в параболічній зоні колоди $X = L \frac{b^2 - d^2 + 4a^2}{D^2 - d^2}$	Визначення ширини дощок в параболічній зоні колоди та їх об'єму
Визначення загального об'ємного виходу пиломатеріалів	$V_k = \frac{\pi(d^2 + D^2)L}{8 \cdot 10000}$ $P = \frac{2 \sum V_i}{V_k} 100$	Введення аналітичних формул з визначення об'єму колоди та об'ємного виходу дощок в піфагоричній та параболічній зонах колоди

Рисунок 1. Алгоритм програми розрахунку поставів в математичному процесорі MathCAD

Фактичні дані з розкрою дубових колод на пиломатеріали товщиною 30 мм та аналогічні дані, отримані за розрахунками, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Експериментальні та розрахункові дані об'ємного виходу пиломатеріалів

№ дос- ліду	Розміри колод				Об'ємний вихід пиломатеріалів, %	
	d, см	S, см/м	L, м	V, м <sup>3</sup> ..	Фактичний	Розрахун- ковий
1	29	2,6	2,3	0,186	81,8	81,3
2	29	1,7	2,3	0,174	76,9	78,0
3	31	3	3	0,302	72,0	80,4
4	33	2,2	5,8	0,73	71,5	81,2
...	...	...	...	...	...	...
23	50	1,9	3,1	0,686	73,9	75,8
24	50	2,6	2,7	0,609	74,7	79,1
25	50	1,15	2,65	0,542	86,5	81,7
Середній об'ємний вихід пиломатеріалів					77,9	79,4

Після проведення експерименту і отримання повної вибірки проведена статистична обробка даних, перевірена однорідність дисперсії за критерієм Фішера. Виявилось, що дисперсії неоднорідні. Перевірка середніх значень за критерієм Ст'юдента для вибірок з неоднорідними дисперсіями показала, що між середніми двох вибірок немає статистично значимої різниці. Це дає змогу вирішувати аналітично задачу визначення об'ємного виходу необрізних пиломатеріалів та залежності цього показника від таких факторів, як діаметри колод, їх збіжність та розміри випиляних пиломатеріалів.

Для цього реалізовано повний факторний план ПФП 2<sup>3</sup> [3], який дозволив отримати регресійну модель. В експерименті визначався об'ємний вихід необрізних пиломатеріалів з колод довжиною 4 м різних діаметрів та збіжності. Діапазони варіювання факторів:  $28 \leq d \text{ см} \leq 50$ ,  $0,9 \leq S \text{ см/м} \leq 3,0$ . Розпилювання колод здійснюється на дошки 22 і 50 мм. Умови та результати дослідів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Результати дослідів виконаних за планом 2<sup>3</sup>

№ досліду	d, см	S, см/м	t, мм	P, %
1	28	0,9	22	77,9
2	50	0,9	22	79,8
3	28	3,0	22	78,1

4	50	3,0	22	79,8
5	28	0,9	50	82,5
6	50	0,9	50	84,9
7	28	3,0	50	79,7
8	50	3,0	50	83,2

Повний факторний план  $2^k$  дозволив крім лінійних коефіцієнтів регресії, оцінити ефект взаємодії факторів та отримати модель у вигляді:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$$

В натуральних позначеннях факторів регресійна модель має вигляд:

$$P = 70,7 + 0,094d + 1,84S + 0,2t - 0,025dS - 0,0009dt - 0,073St + 0,00096dSt$$

На основі отриманої регресійної моделі проведено аналіз виходу необрізних пиломатеріалів товщиною 22, 32 і 50 мм з колод різних діаметрів та збіжності. На рис. 2 і 3 зображена діаграма об'ємного виходу пиломатеріалів товщиною 22, 32 и 50 мм, випиляних з колод діаметрами 28 і 50 см поставом, що включає тільки одну з цих товщин. Для порівняння наведено показники виходу пиломатеріалів при випилюванні дощок двох товщин 50 і 22 мм.

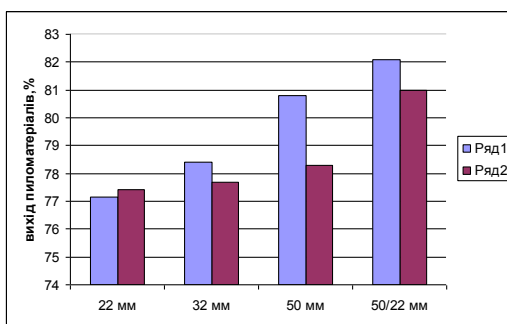


Рисунок 2. Об'ємний вихід необрізних пиломатеріалів при розпилюванні дубових колод діаметром 28 см: ряд 1 - збіжність

колоди 0,9 см/м; ряд 2 – збіжність колоди 3 см/м

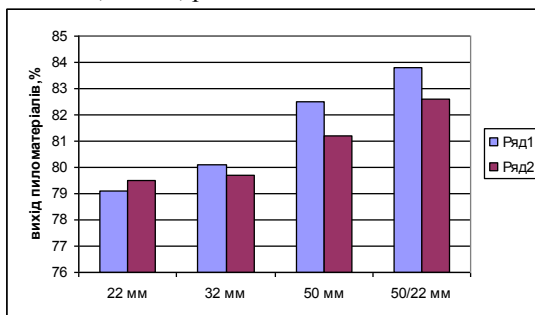


Рисунок 3. Об’ємний вихід необрізних пиломатеріалів при розпилюванні дубових колод діаметром 50 см: ряд 1 - збіжність колоди 0,9 см/м; ряд 2 – збіжність колоди 3 см/м

З наведених діаграм видно, що при розпилюванні колод поставом, що включає дошки тільки однієї товщини втрати об’ємного виходу пиломатеріалів складають до 3,5 % порівняно поставами, що включають дошки двох товщин – товстих та тонких. Із збільшенням збіжності сировини об’ємний вихід необрізних пиломатеріалів зменшується в більший ступені для тонких колод, ніж для товстих.

### Висновки

Розроблено програмне забезпечення для оперативного контролю технологічного процесу та розрахунку об’ємного виходу необрізних пиломатеріалів, яке дає змогу корегувати плани розкрою сировини відповідно до заданої специфікації та характеристики сировини.

Дана робота є основою для складання програми оптимізації витрат сировини.

### Список літератури:

1. Кудрявцев Е.М. Mathcad 2000 Pro. – М.: ДМК Пресс, 2001 - 576 с.
2. Аксенов П.П. Технология пиломатериалов / П.П.Аксенов, Н.С.Макарова, И.К.Горохов, Ю.П.Тюкина//.- М.: Лесн. пром-сть, 1976.-480 с.
3. Пижурин А.А. Исследования процессов деревообработки /А.А.Пижурин, М.С.Розенблит // -М.Лесн.пром-сть, 1984.-232с