

ТЕХНОЛОГІЯ ДЕРЕВООБРОБКИ

УДК674.09

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗКРОЮ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ НА ПИЛОМАТЕРІАЛИ

Т.В.Коваль, кандидат фізико-математичних наук

Розроблено математичні моделі для розрахунків об'ємного виходу пиломатеріалів при розкрої сировини. Проведено дослідження фактичного виходу необрізних пиломатеріалів при розкрою сировини у виробничих умовах, визначено основні фактори, що впливають на об'ємний вихід пилопродукції. Створено систему програм з розрахунку поставів, оптимальних планів розкрою, що дозволяє виконувати їх техніко-економічну оцінку.

Математична модель, пиломатеріали, об'ємний вихід , техніко – економічна оцінка, розрахунок поставів.

Нині в готовому виробі з деревини використовується лише 20–30% від обсягу сировини, тому виникає задача раціонального і комплексного використання пиловочної сировини, що являє велику і найціннішу частину круглих лісоматеріалів. Важливим фактором раціонального використання деревини є збільшення об'ємного, сортового і специфікаційного виходів пиломатеріалів, що може бути досягнуто за рахунок підвищення ефективності лісопильного виробництва, технічного переозброєння лісопилних підприємств на базі сучасного обладнання і технології із застосуванням обчислювальної техніки.

Мета досліджень – розробка математичної моделі розрахунку поставів, що дає можливість оптимізувати витрати сировини на виробництво пилопродукції.

Матеріали та методика досліджень. Ступінь використання сировини при її розкрою залежить від прийнятої техніки, технології розкрою і специфікації сировини та пиломатеріалів. З технологічних факторів одним із основних є вибір оптимальних поставів для розкрою кожної розмірно - якісної групи пиловника, які дозволяють виконати специфікацію пиломатеріалів при мінімальній кількості сировини.

Структурна схема системи програм розкрою сировини показана на рис. 1.

Структурна схема програми для розрахунку поставів та оптимальних планів розкрою сировини включає: блок введення вхідної інформації щодо кількості і розмірно-якісних даних сировини, специфікації пиломатеріалів. У наступному блоці визначається об'ємний вихід пиломатеріалів. Модель розрахунку поставів розроблена з урахуванням основних положень теорії розкрою сировини на пиломатеріали [4]. Вона

дає послідовність логічних і математичних операцій, виконуваних технологом при складанні та розрахунку поставів. Після складання можливих поставів проводиться їх оцінка по об'ємному виходу пиломатеріалів і відбирається певна кількість доцільних поставів для включення в математичну модель планування розкрою сировини.

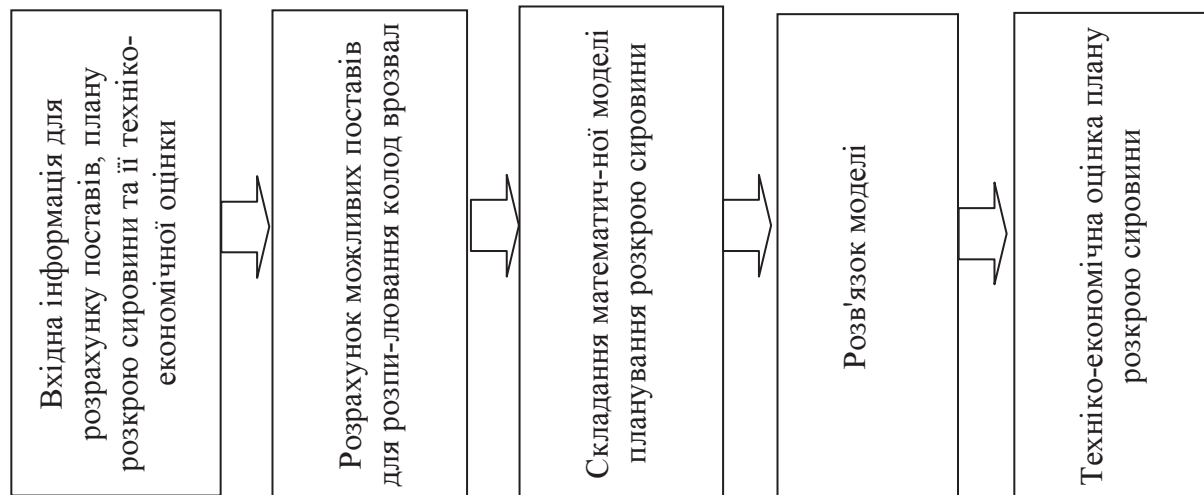


Рис. 1. Структурна схема програми оптимізації розкрою сировини на пиломатеріали

У результаті узагальнення та математичної обробки експериментального матеріалу отримано модель.

Загальний вигляд математичної моделі планування розкрою сировини має вигляд:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^{l_k} V_{itk} n_{ik} \geq V_i^{\min} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^{l_k} V_{itk} n_{ik} \leq V_i^{\max} \quad (i = 1, 2, \dots, m_1)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^{l_k} V_{itk} n_{ik} \geq V$$

Цільову функцію реалізує критерій мінімуму витрат сировини при заданих обсягах пиломатеріалів і сировини:

$$F(x) = \sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^{l_k} Q_k n_{ik} = \min$$

Позначення на моделі:

n – загальне число розмірних груп колод; l_k – загальне число можливих поставів для розкрою колод k -тої розмірної групи; V_{itk} – обсяг пиломатеріалів i -го перерізу, очікуваний при розкрою t -м поставом колод k -тої розмірної групи; n_{ik} – кількість колод k -тої розмірної групи, розкроюємо t -м поставом; $V_i^{\min}, V_i^{\max}, V$ – відповідно мінімально допустимий, максимально допустимий обсяг пиломатеріалів i -го перерізу, загальний обсяг пиломатеріалів всіх випущених перерізів; m – загальна кількість перерізів пиломатеріалів; Q_k – загальний обсяг сировини всіх

розмірних груп; $F(x)$ – цільова функція, яка є критерієм оптимальності розпилювального плану – мінімум витрат сировини.

Вибір оптимальних поставів для розкрою партії колод здійснюється за методом лінійного програмування, що дає можливість вибрати прийнятну схему розпилювання і, за необхідності, коригувати план розпилювання.

На першому етапі реалізації плану розкрою сировини вирішується завдання складання та розрахунку поставів для виробництва необрізних пиломатеріалів.

Завдання розкрою круглих лісоматеріалів на специфікаційні пиломатеріали вирішена в середовищі математичного процесора MathCAD. [2]. Застосування MathCAD ефективно при вирішенні завдань, де необхідно рішення систем рівнянь. З математичної точки зору задача проста, але значний обсяг розрахунків перетворює задачу, як у нашому випадку при числі рівнянь більше 10, в технічно складну, що пов'язано з практично неминучими похибками. [3].

Згідно з алгоритмом програми на першому етапі здійснюється введення основних характеристик сировини.

До основних характеристик сировини, при розрахунку в цій програмі, належать: порода деревини, довжина й товщина колоди, а також сортність лісоматеріалів. Основні параметри колоди програма розраховує автоматично на основі введених залежностей, а також даних занесених до бази програми (збіжність колоди відповідної породи, мінімальні розміри дощок, припуски на усихання).

Для визначення відземкової частини діаметра колоди, обсягу колоди, величини максимального охоплення колоди поставом, величини критичної зони колоди в програму введено відомі залежності [5].

Завдання розрахунку поставів і визначення об'ємного виходу пиломатеріалів вирішується в два етапи. На першому етапі визначаються розміри пиломатеріалів і їх об'ємний вихід у циліндричній зоні колоди, на другому - в параболічній зоні, де враховується зменшення довжини пиломатеріалів порівняно з довжиною колод.

Порядок розрахунку розмірів необрізних пиломатеріалів такий – введення товщини дощок з послідовним розташуванням їх відносно центра колоди, визначення кількості дощок у поставі, введення товщини пропилю.

Розрахунок розмірів необрізних пиломатеріалів та їх об'ємного виходу проводиться введенням у програму відомих рівнянь для визначення ширини і довжини пиломатеріалів.

Програма автоматично проводить округлення ширини і довжини дощок до стандартних значень.

Розрахунок поставів для розкрою сировини діаметром 36 см, довжиною 6 м на необрізні пиломатеріали товщиною 50 мм та його зіставлення з фактичними даними, отриманими у виробничих умовах, показав, що при використанні циліндричної зони колоди об'ємний вихід

для заданої специфікації товщини пиломатеріалів становить 79 %, фактичний за обмірами дощок –77,2%.

Необхідно звернути увагу на те, що при розрахунку реальних поставів аналітичним або графічним методом з використанням номограм і графіків максимальних поставів, можна визначати тільки об'ємний вихід пиломатеріалів, без урахування їх якості та можливості виконання заданих специфікацій. У зв'язку з тим, що сортування колод здійснюється за парним діаметрам і в групі колод між ними діаметр змінюється безперервно, об'ємний вихід пиломатеріалів у межах парних діаметрів може відрізнятись від розрахункового.

Враховуючи це, розрахунки виконані відповідно до теорії максимальних поставів, їх слід розглядати як максимально можливий вихід, який є критерієм при порівняльному аналізі поставів, що розробляються для реальних умов виробництва.

Результати досліджень. Для перевірки програми розрахунку поставів були проведені експериментальні дослідження з визначення об'ємного виходу пиломатеріалів при розпилюванні колоди на необрізні пиломатеріали. Дослідження проводили у виробничих умовах. На лісопильної рами Р-63 розпилювали колоди товщиною від 26 до 50 см, довжиною 4,5 м, різної збіжності на пиломатеріали товщиною 50 мм. У зв'язку з тим, що в специфікації закладена довжина пиломатеріалів 4,5 м, при складанні поставів використовується тільки циліндрична зона колоди.

Фактичний обсяг дощок визначався безпосередніми вимірами їх розмірів і аналітичним розрахунком об'єму. Поряд з цим дані експерименту оброблялися за допомогою програми, створеної в середовищі математичного процесора MathCAD.

Результати досліджень наведено в таблиці

Порівняння фактичного і розрахункового об'ємного виходу пиломатеріалів при розкрою колод у виробничих умовах

Номер дослід у	Розмір колод				Об'єм пиломатеріалів, м ³		Об'ємний вихід пиломатеріалів, %	
	d, см	D, см	L, м	V _м ³	Фактичний	Розрахунковий	Фактичний	Розрахунковий
1	30	36	4,5	0,388	0,30	0,31	78,0	80,0
2	34	44	4,5	0,546	0,35	0,38	64,3	70,8
3	34	36	4,5	0,578	0,46	0,48	79,0	84,2
4	36	48	4,5	0,636	0,47	0,49	73,9	77,3
5	36	40	4,5	0,512	0,36	0,37	70,0	72,5
6	36	40	4,5	0,512	0,36	0,37	70,7	72,5
7	36	48	4,5	0,636	0,47	0,49	73,9	77,3
8	36	50	4,5	0,671	0,48	0,51	72,0	75,8
9	42	50	4,5	0,754	0,62	0,61	81,7	80,3
10	46	64	4,5	1,098	0,80	0,86	73,0	78,7
11	50	62	4,5	1,121	0,83	0,86	74,0	76,4

Знайдено моделі для обчислення фактичного та розрахункового об'ємного виходу пиломатеріалів :

$$P_{fi} = 67,754 + 0,141x_i$$

$$P_{ri} = 69,734 + 0,166x_i$$

Після проведення експерименту та отримання повної вибірки виконана статистична обробка даних, перевірена однорідність дисперсій за критерієм Фішера. Виявилось, що дисперсії неоднорідні. Перевірка середніх значень за критерієм Стьюдента для вибірок з неоднорідними дисперсіями показала, що між середніми двох вибірок немає статистично значущої різниці.

На основі розрахунків поставив за розробленою програмою проведено аналіз виходу необрізних пиломатеріалів товщиною 50 мм із колод різних діаметрів і збіжності. За отриманими рівняннями регресії побудовано графіки залежності об'ємного виходу необрізних пиломатеріалів від товщини і збіжності колод (рис. 2 та 3).

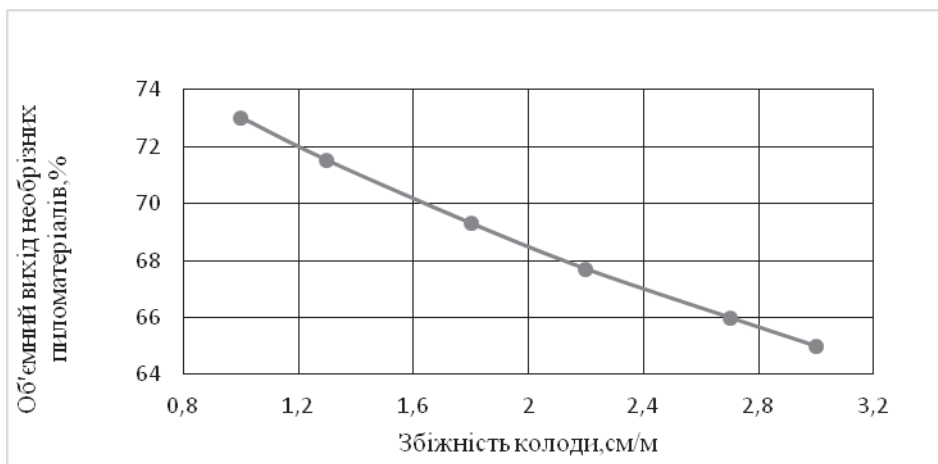


Рис. 2. Залежність об'ємного виходу пиломатеріалів від збіжності колод

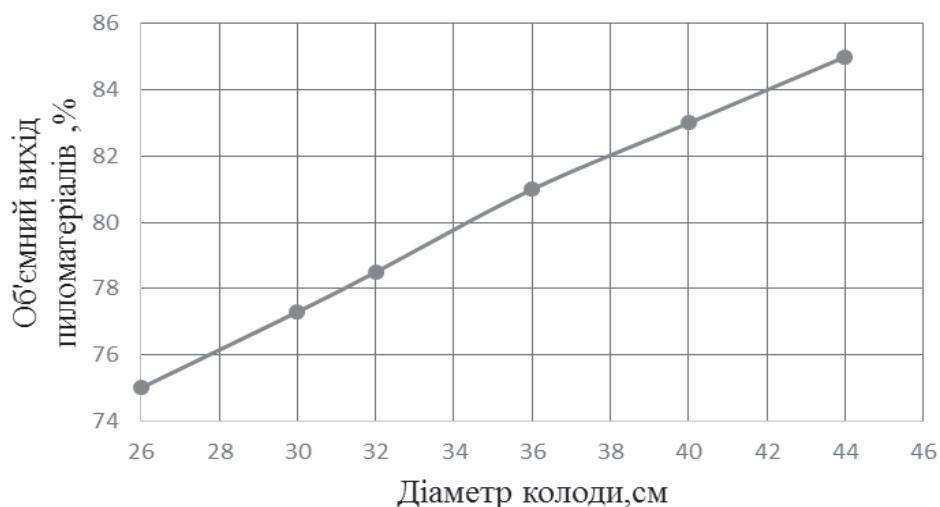


Рис. 3. Залежність об'ємного виходу пиломатеріалів від діаметра колод

Із наведених графіків можна зробити висновок, що при використанні тільки циліндричної зони колоди із збільшенням збіжності сировини об'ємний вихід необрізних пиломатеріалів зменшується, що призводить до перевитрати сировини.

Висновки

Розроблене програмне забезпечення для контролю технологічного процесу і розрахунку об'ємного виходу обрізних і необрізних пиломатеріалів дозволяє оперативно визначити розміри отриманих дощок згідно з заданою специфікацією та об'ємний вихід пилопродукції з сировини. Розроблений блок програми з визначення вартості отриманих пиломатеріалів дає можливість ширше використовувати програму на виробництві.

Список літератури

1. Кирьянов Д. Mathcad 13 / Д. Кирьянов. – С.-Пб. 2006. – 598с.
2. Коваль В.С. Складання та розрахунок поставів для виробництва пиломатеріалів / В.С. Коваль, О.О. Пінчевська. – К.: Аграр Медіа Груп, 2010. – 100 с.
3. Технология лесопильно-деревобработывающих производств / [Рыкунин С.Н.Тюкина Ю.П, Шалаев В.С.]. – М.: Изд-во МГУЛ, 2003. – 221 с.
4. Технология пиломатериалов / [Аксенов П.П. Макарова Н.С., Горохов И.К., Тюкина Ю.П.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 480 с.
5. Томашевский В. М. Моделирование систем / В.М.Томашевский. – К.: ВНУ, 2005. – 352 с.

Разработаны математические модели расчета объемного выхода пиломатериалов при раскросе сырья. Проведены исследования фактического выхода необрезных пиломатериалов при раскросе сырья в производственных условиях, определены основные факторы, которые влияют на объемный выход пилопродукции. Разработана система программ расчета поставов, оптимальных планов раскроя, которая позволяет выполнять их технико-экономическую оценку.

Математическая модель, пиломатериалы, объемный выход, технико – экономическая оценка, расчет поставов.

The mathematical model for calculating the volume output of lumber. Past studies on the production of the actual output when cutting timber edging material. A system of programs for calculations posture, optimum-cutting plans, allowing them to carry out feasibility study.

Mathematical model, timber, the volume output, techno - economic evaluation, the calculation was.