

technological process of rubbing the edges at the price of equipment 273 thousand UAH, the number of employees at the site of 5 people, and the capacity of equipment 15.9 kW.

**Keywords:** technology, shields, methodology, facing, facing materials.

## Література

1. **Gayda S.V.** (2006): *Progressive lichkuvalne ustatkuvannya quod perspektivni tehnologichni rishennya in virobnitstvi mebliv* [Progressive facing equipment and promising technological solutions in the production of furniture]. *Meblevi tekhnologii / Magazine* 23: 54-58, (in Ukrainian).
2. **Gayda S.V.** (2005): *Lichkivka dlya mebliv: materiali, tehnologii, obladnannya* [Facing for furniture: materials, technology, possession]. *Allukrainian galuzeva newspaper "Derevoobrobnyk"* 18(1): 5-7, (in Ukrainian).
3. **Gayda S.V.** (2014): Techniques for recycled of post-consumer wood in the production of quality particleboard. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 40:41-51.

---

УДК 674.214      **Проф. В.О. Масєвський, д-р техн. наук; доц. З.П. Копинець, канд. техн. наук; ст. викл. Є.М. Миськів, канд. техн. наук – НЛТУ України; заступник технічного директора В.М. Ковбасюк – ТОВ “Будсервіс”**

## ОЦІНКА КІЛЬКОСТІ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ВІКОННИХ БЛОКІВ З ТРИШАРОВОГО КЛЕЄНОГО БРУСА

Обґрунтовано доцільність оцінки кількості відходів деревини у виробництві віконних блоків з тришарового клеєного бруса. Розроблено методику експериментальних досліджень для оцінки кількості відходів на усіх етапах технологічного процесу. Встановлено поопераційні коефіцієнти витрати деревини на 1м<sup>3</sup> заготовок прямокутного перетину для віконних блоків із тришарового клеєного бруса перетином 68×78мм. Встановлено відсоток витрати деревини у стружку від об'єму частини заготовки для шипа або провужини та відсоток витрати деревини у стружку на етапі профілювання заготовок з тришарового клеєного бруса. Отримані результати дадуть змогу оцінювати кількість відходів деревини у виробництві віконних блоків з тришарового клеєного бруса зі склопакетами різних розмірів і конструкцій.

**Ключові слова:** тришаровий клеєний брус, заготовка, поопераційні норми витрати, відсоток витрати деревини, стружка, профілювання.

**Актуальність теми.** Вітчизняні деревообробні підприємства, які спеціалізуються на виготовленні столярно-будівельних виробів, пропонують на ринку країни широкий асортимент таких виробів. Важливе місце в переліку конструкційних матеріалів для виробництва столярно-будівельних виробів з деревини, зокрема віконних блоків, займає тришаровий клеєний брус. Утім, висока вартість цих брусів є однією з основних причин обмеженого попиту на вироби з них. Це спонукає підприємства-виробники віконних блоків шукати дієві шляхи зменшення вартості основного конструкційного елементу – тришарових клеєних брусів, що забезпечить економічну ефективність за використання навіть наявного технологічного обладнання.

Зазвичай підприємства виготовляють віконні блоки з тришарового клеєного бруса прямокутного перетину [1, 2], тому в розрахунках витрати деревини враховують витрати на виготовлення деталей прямокутного перетину. Врахування відходів деревини у технологічному процесі виготовлення віконних блоків дасть змогу ефективно оцінювати кількість відходів, а також шукати дієві шляхи їхньо-

го зменшення. Особливо актуальною є задача оцінки кількості відходів деревини під час фрезерування профілів деталей віконних блоків.

**Метою роботи** є встановлення кількості відходів деревини під час виготовлення віконних блоків з тришарового клеєного бруса.

**Методика досліджень.** Для досягнення поставленої мети розроблено методику експериментальних досліджень та реалізовано її у виробничих умовах (пасивний експеримент) на ТОВ фірма “Будсервіс” ЛТД (м. Тернопіль). Віконні блоки зі склопакетами з тришарового клеєного бруса на цьому підприємстві відповідають вимогам чинних нормативних документів [3] і виготовляються за відповідною конструкторською документацією.

Для встановлення виходу заготовок з соснових сухих обрізних пиломатеріалів, що використовують для виготовлення тришарових клеєних брусів, та кількості і видів відходів деревини проводили заміри розмірів пиломатеріалів та розмірів випилюваних з них заготовок. Товщину і ширину пиломатеріалів вимірювали у трьох точках: біля торців (100...150мм від торців) і на середині їхньої довжини. Товщину і ширину заготовок, отриманих від розкрою пиломатеріалів, визначали на середині їхньої довжини. Для вимірювання товщини і ширини сортиментів (дошок, заготовок, брусів) використовували штангенциркуль. Заміри записували в міліметрах з точністю до двох знаків після коми. Довжину сортиментів вимірювали як найкоротшу відстань між торцями. Для вимірювання довжини використовували металеву рулетку. Вимірювання довжини проводили в міліметрах з точністю до цілого значення.

Кількість тирси під час торцювання визначали враховуючи розміри і кількість пропилів за формулою:

$$V_{mm} = a \cdot b \cdot e \cdot n_{тор}, \text{ м}^3, \quad (1)$$

де  $a$  – товщина сортименту, м;  $b$  – ширина сортименту, м;  $e$  – ширина пропилу, м;  $n_{тор}$  – кількість різів під час торцювання, шт.

Кількість кускових відходів визначали за формулою:

$$V_{к.в} = V_c - V_z - V_{mm}, \text{ м}^3, \quad (2)$$

де  $V_c$  – об’єм сортименту, який розпилюють,  $\text{м}^3$ ;  $V_z$  – об’єм отриманих заготовок.

Для встановлення кількості тирси після шипування заготовок, що підлягають зрощуванню, спочатку проводили вимірювання їхніх розмірів до операції, а потім – після її проведення. На підприємстві для зрощування заготовок зарізають шипи такої характеристики: довжина – 10мм, крок – 4мм, затуплення – 1мм. Визначення кількості тирси проводили за формулою:

$$V_{тз} = a \cdot b \cdot l_{зуб} \cdot n_{зуб}, \text{ м}^3, \quad (3)$$

де  $l_{зуб}$  – довжина зуба, м;  $n_{зуб}$  – кількість зубчастих з’єднань, шт.

Методику проведення експериментальних досліджень на етапі виготовлення заготовок віконних блоків з тришарового клеєного бруса наведено у вигляді структурної схеми (рис. 1).

Для виготовлення імпоста віконного блоку, в якому дві стулки причиняються до нього, на ТОВ фірма “Будсервіс” ЛТД склеюють за шириною три тришарові бруси. Особливостями цього технологічного процесу є: стругання сторін тришарових клеєних брусів, якими вони будуть склеюватися; склеювання брусів, поздовжній розкрій для отримання двох заготовок та їхнє калібрування. Кількість від-

ходів на етапі виготовлення заготовок віконних блоків з тришарового клеєного бруса встановлювали експериментальним шляхом.

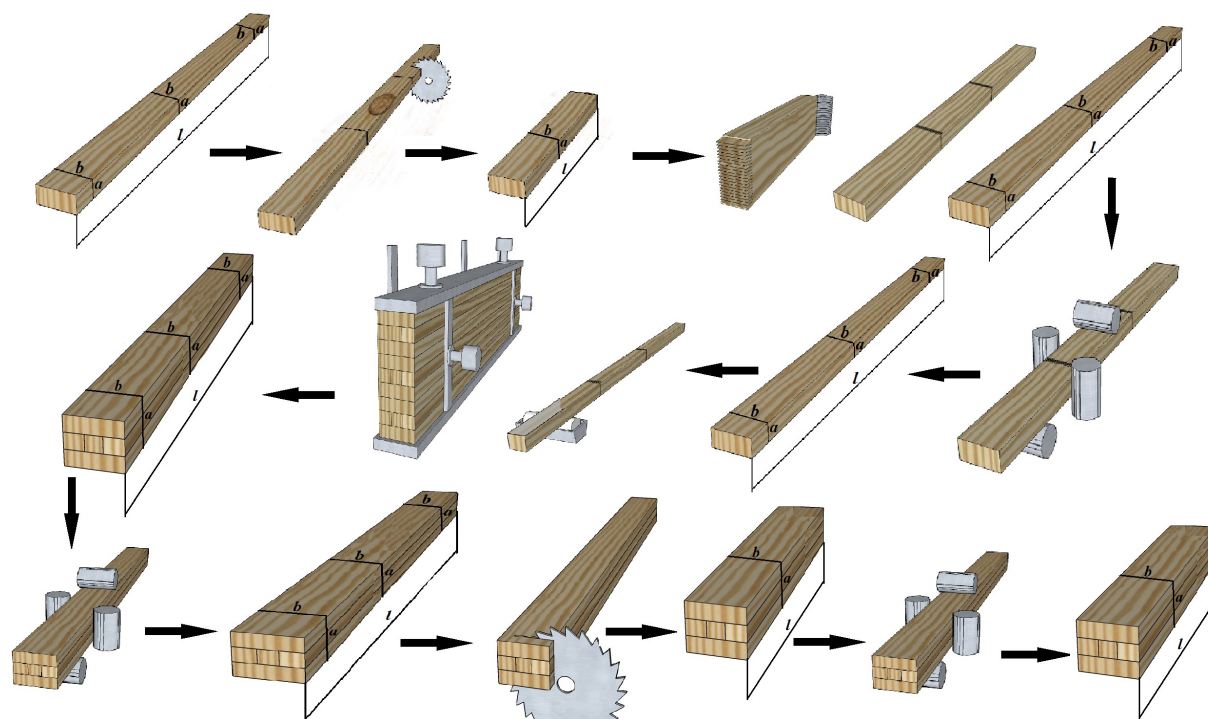


Рис. 1. Структурна схема методики проведення експериментальних досліджень на етапі виготовлення заготовок віконних блоків з тришарового клеєного бруса

Об'єм стружки на етапі профілювання заготовок з тришарового клеєного бруса розраховували для кожного типу деталі на 1м. пог., використовуючи технічну документацію підприємства. Приклади профілів деяких деталей віконного блоку наведено на рис. 2.

Для встановлення об'єму стружки, що утворюється під час формування шипів, проводили заміри розмірів всіх їхніх елементів за допомогою штангенциркуля. Об'єм стружки під час свердління гнізд визначали з урахуванням їхніх розмірів. Для встановлення об'єму шліфувального порошку проводили заміри розмірів деталей до і після шліфування за допомогою штангенциркуля. Об'єм шліфувального порошку визначали на 1м. пог. деталі, враховуючи ширину шліфування та товщину знятого шару.

Коефіцієнт витрати вхідного матеріалу (матеріал до його обробки) на вихідний матеріал (матеріал після його обробки) визначали за формулою:

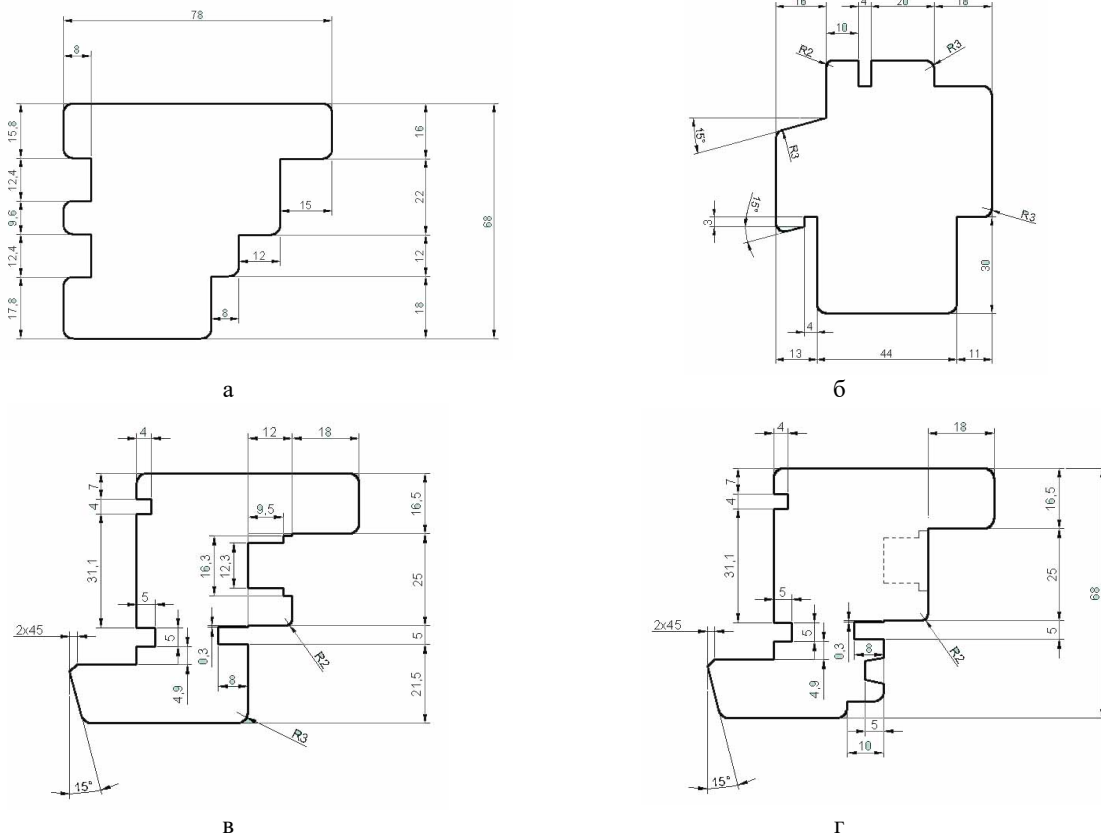
$$K_p = \frac{100}{P_o}, \quad (4)$$

де  $P_o$  – об'ємний вихід матеріалу після його обробки, %.

Для урахування різноманітності сортового складу розпилюваних пиломатеріалів визначали середньозважений коефіцієнт витрати пиломатеріалів на заготовки за формулою:

$$K = \frac{100}{\sum_{c=1}^c \frac{Y_c}{K_{p_c}}}, \quad (5)$$

де  $U_c$  – частка пиломатеріалів с-го сорту в об'ємі використаних пиломатеріалів, %;  
 $K_{pc}$  – коефіцієнт витрати пиломатеріалів с-го сорту;  $C$  – кількість використаних сортів пиломатеріалів.



**Рис. 2. Профілі деяких деталей віконного блоку:**

*а – верхнього і вертикальних брусків коробки; б – нижнього бруска коробки;  
 в – верхнього і вертикальних брусків стулки; г – нижнього бруска стулки*

**Результати досліджень.** Для виготовлення тришарового клеєного бруса на ТОВ фірма “Будсервіс” ЛТД використовують обрізні пиломатеріали. Оскільки товщина і ширина пиломатеріалів відповідає товщині і ширині заготовок, то застосовують поперечну схему розкрою. Сорт пиломатеріалів встановлювали відповідно до [4]. Відбірний сорт і 1-й об’єднували в один (1-й сорт). Згідно з отриманими результатами експериментальних досліджень, вихід заготовок після розкрою пиломатеріалів 1 сорту становив 86,92%, 2 сорту – 74,82%, 3 сорту – 59,36% та 4 сорту – 45,30%.

Коефіцієнт витрати обрізних пиломатеріалів на заготовки для зрощених заготовок тришарового клеєного бруса визначали за формулою (4). Тоді середньозважений коефіцієнт витрати пиломатеріалів на заготовки становить:

$$K_p = \frac{100}{\frac{42}{1,150} + \frac{32}{1,337} + \frac{18}{1,685} + \frac{8}{2,208}} = 1,338.$$

Згідно з результатами експериментальних досліджень: під час виготовлення зрощених заготовок тришарового клеєного бруса їхній вихід становить 70,72%; вихід каліброваного бруса від бруса до його калібрування – 91,43%; вихід на етапі

розкрою тришарового клеєного бруса на заготовки віконних блоків – 92,39%; вихід каліброваних заготовок віконних блоків з заготовок з тришарового клеєного бруса – 89,06%. Розрахунки коефіцієнтів витрати вхідного матеріалу на вихідний матеріал на етапах технологічного процесу визначали за формулою (4). Для віконних блоків розділених імпостом з двома стулками виготовляють бруси з поперечним перетином 68х103мм. Баланс деревини під час виготовлення цих брусів згідно з результатами експериментальних досліджень такий: 70,53% – бруси, 18,35% – стружка; 8,14% – кусковий відхід; 2,96% – тирса. Коефіцієнт витрати деревини під час виготовлення бруса для широкого імпоста визначали за формулою (4).

Поопераційні коефіцієнти витрати деревини на 1м<sup>3</sup> заготовок віконних блоків із тришарового клеєного бруса перетином 68х78мм та 68х103мм зведено у табл. 1 та табл. 2 відповідно. Загальний коефіцієнт витрати соснових сухих обрізних пиломатеріалів на 1м<sup>3</sup> заготовок із тришарового клеєного бруса перетином 68х78мм з урахуванням умов дослідження визначали за формулою:

$$K_p = K_p^{p.n/m} \cdot K_p^{zp.z} \cdot K_p^I \cdot K_p^{p.br} \cdot K_p^{II}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (6)$$

де  $K_p^{p.n/m}$  – коефіцієнт витрати деревини при вирізання вад;  $K_p^{zp.z}$  – коефіцієнт витрати деревини при фрезеруванні шипів, зрощуванні та струганні зрощених заготовок;  $K_p^I$  – коефіцієнт витрати деревини при калібруванні тришарового клеєного бруса;  $K_p^{p.br}$  – коефіцієнт витрати деревини при розкрої бруса на заготовки віконних блоків;  $K_p^{II}$  – коефіцієнт витрати деревини при калібруванні заготовок віконних блоків з тришарового клеєного бруса.

Загальний коефіцієнт витрати сухих обрізних пиломатеріалів на 1м<sup>3</sup> заготовок із тришарового клеєного бруса перетином 68х103мм з урахуванням умов дослідження визначали за формулою:

$$K_p = K_p^{p.n/m} \cdot K_p^{zp.z} \cdot K_p^{v.br} \cdot K_p^{p.br} \cdot K_p^{II}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (7)$$

де  $K_p^{v.br}$  – коефіцієнт витрати деревини при виготовленні тришарового клеєного бруса для широкого імпоста.

Таблиця 1

**Поопераційні коефіцієнти витрати деревини на 1м<sup>3</sup> заготовок віконних блоків із тришарового клеєного бруса перетином 68х78мм**

№з/п	Технологічні операції та коефіцієнти витрат	Пиломатеріали з деревини сосни			
		1 с	2 с	3 с	4 с
1	Вирізання вад (оптимізація) – коефіцієнт витрати ( $K_p^{p.n/m}$ )	1,150	1,337	1,685	2,208
2	Виготовлення зрощеної заготовки для тришарового клеєного бруса ( $K_p^{zp.z}$ )	1,414	1,414	1,414	1,414
3	Калібрування бруса ( $K_p^I$ )	1,094	1,094	1,094	1,094
4	Розкрій бруса на заготовки ( $K_p^{p.br}$ )	1,082	1,082	1,082	1,082
5	Калібрування заготовок ( $K_p^{II}$ )	1,123	1,123	1,123	1,123
	Загальний коефіцієнт витрати пиломатеріалів на 1 м <sup>3</sup> заготовок із клеєного бруса	2,162	2,513	3,167	4,15

Таблиця 2

**Поопераційні коефіцієнти витрати деревини на 1м<sup>3</sup> заготовок віконних блоків із тришарового клеєного бруса перетином 68x103мм**

№з/п	Технологічні операції та коефіцієнти витрат	Пиломатеріали з деревини сосни			
		1 с	2 с	3 с	4 с
1	Вирізання вад (оптимізація) – коефіцієнт витрати ( $K_p^{p.n/m}$ )	1,150	1,337	1,685	2,208
2	Виготовлення зрощеної заготовки для тришарового клеєного бруса ( $K_p^{зр.з}$ )	1,414	1,414	1,414	1,414
3	Виготовлення бруса ( $K_p^{в.бп}$ )	1,418	1,418	1,418	1,418
4	Розкрій бруса на заготовки ( $K_p^{р.бп}$ )	1,082	1,082	1,082	1,082
5	Калібрування заготовок ( $K_p^{II}$ )	1,123	1,123	1,123	1,123
	Загальний коефіцієнт витрати пиломатеріалів на 1 м <sup>3</sup> заготовок із клеєного бруса	2,802	3,257	4,105	5,379

Результати проведених експериментальних досліджень та розрахунків на їхній основі об'єму відходів для кожного типу деталей на етапах зарізання шипів та профілювання наведено у табл. 3.

Таблиця 3

**Результати дослідження виходу заготовок на етапах формування шипів та профілювання**

№ з/п	Назва деталі або елемента віконного блоку	Одиниця, на яку проводили розрахунок	Корисний вміст деревини, м³	Вихід, %	Витрати у стружку, %
Формування шипів та провусин:					
1	верхній шип коробки	від об'єму частини заготовки для шипа або провусини	0,000114	26,51	73,49
2	нижній шип коробки		0,000119	27,67	72,33
3	верхня провусина коробки		0,000186	43,26	56,74
4	нижня провусина коробки		0,00012	27,67	72,33
5	шип стулки		0,000087	20,23	79,77
6	провусина стулки		0,000126	29,30	70,70
7	верхній шип імпоста		0,000043	21,50	78,50
8	нижній шип імпоста		0,000036	36,00	64,00
9	верхній шип широкого імпоста		0,000061	24,40	75,60
10	нижній шип широкого імпоста		0,000049	37,69	
					62,31
Формування профілів:					
1	брусків вертикальних і верхнього горизонтального коробки	від об'єму 1м пог. заготовки	0,00382	70,22	29,78
2	нижнього бруска коробки		0,00400	73,53	26,47
3	брусків вертикальних і горизонтального верхнього стулки		0,00277	50,92	49,08
4	нижнього бруска стулки		0,00272	50,00	50,00
5	імпоста		0,00294	52,13	47,87
6	широкого імпоста		0,00404	56,58	43,42
7	брусків вертикальних і верхнього горизонтального глухої коробки		0,00436	77,30	22,70
8	нижнього бруска глухої коробки		0,00365	64,72	35,28
9	нижнього компенсатора		0,00376	30,88	69,12

Під час свердління гнізда під опору утворюється  $0,000008\text{м}^3$  стружки. Для кріплення ручки свердлять 1 велике і 2 малих гнізда. При цьому утворюється  $0,000020\text{м}^3$  стружки. Під час шліфування віконних блоків утворюється  $0,000032\text{м}^3$  шліфувального порошку з 1м пог. шліфованої поверхні.

### Висновки

1. Відповідно до результатів експериментальних досліджень на ТОВ фірма “Будсервіс” ЛТД використано приблизно 42% 1 сорту пиломатеріалів, 32% – 2 сорту, 18% – 3 сорту, 8% – 4 сорту. Середньозважений коефіцієнт витрати соснових сухих обрізних пиломатеріалів на пиляні заготовки для виготовлення зрошених заготовок тришарового клеєного бруса становить 1,338.

2. Коефіцієнт витрати пиляних заготовок для виготовлення заготовок з тришарового клеєного бруса для широкого імпоста становить 2,436, для інших заготовок віконних блоків – 1,880.

3. Значні витрати деревини 22,70...69,12 % від каліброваної заготовки з тришарового бруса у стружку відбуваються під час їхнього профілювання.

4. Отримані результати експериментальних досліджень дадуть змогу проводити адекватну оцінку кількості відходів деревини у виробництві віконних блоків зі склопакетами з тришарового клеєного бруса різних конструкцій, що сприятиме пошуку дієвих шляхів їхнього зменшення.

### Література

1. Ferents O.B. *Rozrobyty naukovo obgruntovani normatyvy vytrat derevyyny u vyrobnytstvi stolyarno-budivelnykh vyrobiv* / [To develop science-based norms of wood consumption in the manufacture of joinery-building products / Report on research work]. – Lviv: UNFU, 2006. – 144 p. (in Ukrainian).

2. Ferents O.B., Maksymiv V.M. *Tekhnolohiya stolyarnykh vyrobiv* [Technology of joiner's products]. – Lviv: UNFU, 2011. – 400 p. (in Ukrainian).

3. DSTU B V.2.6-24-2001 (GOST 24700-99). *Bloky vikonni derevyani zi sklopaketamy. Tekhnichni umovy* [Constructions of building and structures. Windows of wood with glassing units. Specifications]. – Kyiv: State Building of Ukraine, 2001. – 48 p. (in Ukrainian).

4. GOST 8486-86. *Pylomateriyaly khvoynykh porod. Tekhnicheskiye usloviya* [Coniferous sawn timber. Specifications]. – Moscow: Publishing house of standards, 1986. – 8 p. (in Russian).

UDC 674.214      **Prof. V.O. Mayevskyy, assoc. prof. Z.P. Kopynets, senior teacher Ye.M. Myskiv – UNFU, Deputy Director V.M. Kovbasiuk – LLC Budservis LTD**

### Estimation of wood waste amount in the manufacture of window unit from a three-layer glued bar

Substantiated is the expediency of estimating the amount of wood waste in the manufacture of window units from three-layer glued bar. The methods of experimental studies for estimation of the amount of waste at all stages of the production process are developed. Step-by-step wood consumption coefficients are determined per  $1\text{м}^3$  of rectangular cross-section blanks for window units made from three-layer glued bars with a cross-section of  $68\times 78\text{mm}$ . Determined is the percentage of wood chip waste of the volume of a blank part for a tenon or mortice, and the percentage of wood chip waste at the stage of profiling of the blanks from the three-layer glued bar. The obtained results will allow estimating the amount of wood waste in the production of window units from three-layer glued bars with double-glazed windows of various sizes and structures.

**Key words:** three-layer glued bar, blank, step-by-step wood consumption coefficients, percentage of wood waste, chip, profiling.