

6. ДЕРЕВООБРОБНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412425>
Article received 2024.03.19
Article accepted 2024.10.18

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Volodymyr Mayevskyy
volodymyr_mayevskyy@nltu.edu.ua
103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine

УДК 674.061

Визначення витрати дубових сухих обрізних пиломатеріалів на виготовлення клеєних щитів

В.О. Маєвський¹, Р.О. Мороз², С.В. Копинець³, О.Б. Ференц⁴,
Р.Б. Щупаківський⁵, Є.М. Миськів⁶

Підприємства України виготовляють клеєні щити як для реалізації на внутрішньому та зовнішньому ринках, так і для виробництва власної продукції. Встановлення виходу заготовок, виду і кількості відходів мають вагомe значення з погляду комплексного використання деревини, тому важливим є дослідження поопераційних витрат деревини на технологічних етапах виготовлення клеєних щитів.

Наведено один із варіантів технологічного процесу виготовлення з дубових сухих обрізних пиломатеріалів клеєних щитів з цільних і зрощених заготовок. Експериментальні дослідження виконано у виробничих умовах, де задіяно обладнання провідних виробників – *Weinig Vertrieb und Service GmbH & Co. KG (Німеччина)*, *Conception R. P. Inc. (Канада)*, *Viet Italia S.r.l. (Італія)* та *Omga (Італія)*.

¹ Маєвський Володимир Олександрович – доктор технічних наук, професор, директор навчально-наукового інституту деревообробних технологій і дизайну, професор кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: volodymyr_mayevskyy@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5820-9454>

² Мороз Ростислав Олегович – аспірант кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: rostyslav.moroz@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7810-5542>

³ Копинець Сергій Володимирович – аспірант кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: kopynets.serhii@nltu.lviv.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6194-8309>

⁴ Ференц Олег Богданович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: oleh.ferents@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4322-3952>

⁵ Щупаківський Роман Богданович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: roman.shchupakivskyi@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5242-1267>

⁶ Миськів Євстахій Михайлович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: myskivs@i.ua ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1762-4728>

Під час проведення експериментальних досліджень переробляли пиломатеріали завтовшки 31 мм, завширишки 175 мм і завдовжки 2150 мм з таким розподілом за сортами: Q-FA – 3,10%, Q-F1a – 7,88%, Q-F1b – 6,86%, Q-F2 – 13,83%, Q-F3 – 68,33% від їхнього загального об'єму.

Встановлено поопераційні витрати дубових сухих обрізних пиломатеріалів на 1 м³ клеєних щитів розмірами 20×600×1200 мм; 20×700×1400 мм; 20×900×1600 мм та 20×500×2000 мм з цільних заготовок і 20×800×1800 мм та 20×750×1800 мм – зі зрощених заготовок. За досліджуваних умов, вихід клеєних щитів від об'єму сухих обрізних пиломатеріалів становить 33,65%, з них 9,84% клеєних щитів – з цільних і 23,81% – зі зрощених заготовок. Витрата дубових сухих обрізних пиломатеріалів на виготовлення клеєних щитів з цільних і зрощених заготовок за досліджуваних умов становить 2,970 м³/м³.

Ключові слова: дуб; поопераційні витрати; технологічний процес; клеєний щит зі зрощених заготовок; клеєний щит з цільних заготовок; заготовка; розмір; сорт.

Вступ (Introduction). Баланс деревини у будь-якому виробництві відображає розподіл сировини за видами продукції, відходів і втрат деревини, як загалом, так і на кожному етапі технологічного процесу. Це важливо з погляду раціонального використання як деревинної сировини, так і відходів деревини. Аналіз результатів дослідження щодо витрат деревини за реалізації різних варіантів технологічних процесів дасть змогу підприємствам застосовувати ресурсоощадливі технології виготовлення клеєних щитів.

Послідовність технологічних етапів під час виготовлення клеєних щитів залежить, здебільшого, від вхідної деревинної сировини та наявного технологічного обладнання. Заготовки для клеєних щитів випилюють з обрізних або необрізних пиломатеріалів, сухих чи сирих, і тоді процес сушіння деревини відбувається або в пиломатеріалах, або в заготовках.

Вплив різних факторів на вихід заготовок під час розкрою пиломатеріалів є предметом досліджень багатьох науковців. За умови розпилювання сирих необрізних дубових пиломатеріалів отримано усереднений вихід сирих заготовок для клеєних щитів – 66,97% (Маєвський та ін., 2019b).

У роботі Н.В. Марченко, С.М. Мазурчука, П.А. Никитюка (2016) досліджено якісний вихід пиляних заготовок з дубових необрізних пиломатеріалів, сортованих за стандартами, які на цей час вже не чинні у нашій країні. У середньому вихід дубових пиляних заготовок становив близько 69%.

Діапазон об'ємного виходу дубових пиляних заготовок знаходиться в межах від 56,67 до 83,62% (Коваль, Мазурчук, 2013). Під час проведення експериментальних досліджень з розпилювання пиломатеріалів на заготовки використано паспортизацію дубових необрізних пиломатеріалів за розмірно-якісними характеристиками, встановлених за стандартами, які на цей час вже не є чинними у нашій країні. Автори стверджують, що величина розбіжності діапазону об'ємного виходу пиляних заготовок в основному залежить від розмірно-якісних характеристик розпилюваних пиломатеріалів.

Вплив на об'ємний вихід заготовок з пиломатеріалів також мають розміри заготовок за довжи-

ною (Mitchell, Wiedenbeck, & Ammerman, 2005). Окрім заготовок фіксованих довжин, доцільно випилювати заготовки різнодовжинні, які згодом використовують для зрощування за довжиною і в подальшому – на виготовлення клеєних щитів зі зрощених заготовок.

На підприємствах реалізують різні технологічні процеси виготовлення клеєних щитів (Dilik, Erdinler, & Kurtoglu, 2012). Вибір варіанту технологічного процесу на діючих підприємствах залежить, насамперед, від наявного технологічного обладнання; під час проєктування нових підприємств – фінансових можливостей інвесторів. Дослідження поопераційних витрат сировини у виготовленні виробів з деревини, зокрема й клеєних щитів, є передумовою для розроблення раціональних технологічних процесів їхнього виготовлення (Маєвський та ін., 2019a; Маєвський та ін., 2021).

На цей час підприємства України виготовляють клеєні щити як для реалізації на внутрішньому та зовнішньому ринках, так і для виробництва з них власної продукції. Добрі характеристики клеєних щитів, зокрема формостійкість, екологічність та естетичність, обґрунтовують потребу в них як конструкційного матеріалу для виробів із деревини (Dilik et al., 2012; Кривик, Маєвський, Жмурко, 2012; Маєвський, Удовицька, 2014; Подібка, 2018).

Технологічний процес виготовлення клеєних щитів потребує детального дослідження його окремих технологічних етапів (операцій), зокрема етапу розкрою пиломатеріалів на заготовки, як найбільш складного процесу з погляду варіабельності вхідних і вихідних факторів (Charles, Gatchell, & Thomas, 1997; Mitchell et al., 2005; Маєвський, Мацишин, Миськів, 2010; Марченко та ін., 2016; Malkoçoğlu, & Çakmak, 2017; Мороз та ін., 2020). До основних вхідних факторів здебільшого відносять особливості деревини певної породи, вид оброблення пиломатеріалів та їхню розмірно-якісну характеристику, а до вихідних – вид розпилювання та розмірно-якісну характеристику заготовок.

Важливим аспектом є також дослідження поопераційних витрат деревини на інших технологічних етапах виготовлення клеєних щитів, оскільки встановлення виходу заготовок, виду і кількості відходів мають вагоме значення з погляду

комплексного використання деревини (Маєвський та ін., 2019a; Dilik et al., 2012).

Мета роботи – визначити поопераційні норми витрати деревини на етапах технологічного процесу виготовлення клеєних щитів з дубових сухих обрізних пиломатеріалів.

Для досягнення поставленої мети визначено такі основні *завдання дослідження*:

- здійснення аналізу існуючої технології та обладнання для виготовлення клеєних щитів у виробничих умовах;

- проведення експериментальних досліджень з витрати деревини на усіх етапах технологічного процесу виготовлення клеєних щитів;

- визначення балансу деревини під час виготовлення клеєних щитів з дубових сухих обрізних пиломатеріалів, на основі чого встановити витрати деревини на кожному етапі технологічного процесу.

Об'єкти і методи досліджень (Objekts and methods). *Об'єкт дослідження* – процес виготовлення клеєних щитів з дубових сухих обрізних пиломатеріалів. *Предмет дослідження* – витрати дубових сухих обрізних пиломатеріалів на етапах технологічного процесу виготовлення клеєних щитів.

Експериментальні дослідження проводили у виробничих умовах. Досліджено технологічний процес виготовлення клеєних щитів з дубових сухих обрізних пиломатеріалів. Клеєні щити виготовляли з цільних і зрощених заготовок. Під час виконання експериментальних досліджень здійснено аналіз усіх етапів технологічного процесу виготовлення клеєних щитів з цільних і зрощених заготовок, а також проведено встановлення розмірів і кількості заготовок для визначення витрати сировини на кожному з етапів.

На першому етапі експериментальних досліджень здійснено паспортизацію (встановлення розмірів відібраних дошок за шириною, товщиною і довжиною, а також вимірювання та облік вад (ознак) деревини і дефектів оброблення з фіксацією результатів у журналі спостережень) 100 шт. дубових сухих обрізних пиломатеріалів і встановлено їхній сорт згідно з EN 975-1:2009. Вимірювання розмірів дошок (товщини, ширини і довжини) проводили згідно з ДСТУ EN 1309-1-2001. Розміри вад (ознак) деревини та дефектів оброблення визначали згідно з EN 1309-3:2018. Розміри заготовок на етапах технологічного процесу визначали згідно з ДСТУ EN 1309-1-2001.

У досліджуваному технологічному процесі виготовлення клеєних щитів з сухих обрізних пиломатеріалів застосовано сучасне деревообробне обладнання провідних виробників, зокрема: Weinig Vertrieb und Service GmbH & Co. KG (Німеччина), Conception R.P. Inc. (Канада), Viet Italia S.r.l. (Італія), Omga (Італія).

Послідовність етапів досліджуваного технологічного процесу передбачає: поздовжнє розпилю-

вання пиломатеріалів на ділянки деревини; стругання поверхні ділянок деревини для кращого виявлення недопустимих у клеєних щитах вад деревини; поперечне розпилювання ділянок деревини на чорнові заготовки; сортування заготовок за довжиною на фіксовані розміри, які використовуватимуться цільними, і різнодовжинні, які зрощуватимуть за довжиною. Заготовки фіксованих довжин проходять чистове чотирибічне стругання, після чого проводять підбір заготовок в щити, нанесення клею на крайки і склеювання щитів. Різнодовжинні заготовки проходять зрощування за довжиною (фрезерування шипів, нанесення клею, склеювання), технологічну витримку, чистове чотирибічне стругання (калібрування), підбір заготовок в щити, нанесення клею на крайки і склеювання щитів. Після технологічної витримки клеєних щитів їх калібрують за товщиною та обрізають в розмір за периметром. Структурна схема технологічного процесу виготовлення клеєних щитів з цільних і зрощених заготовок наведена на рис. 1.

Об'ємний вихід заготовок (заготовок після оброблення) з сухих обрізних пиломатеріалів (заготовок до оброблення) визначали за формулою:

$$P_{\text{вих.з}} = \frac{V_{\text{вих.з}}}{V_{\text{вх.м}}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

де: $V_{\text{вих.з}}$ – об'єм заготовок після оброблення, м^3 ; $V_{\text{вх.м}}$ – об'єм вхідного матеріалу (пиломатеріалів, заготовок до оброблення), м^3 .

Норму витрати вхідного матеріалу (пиломатеріалів, заготовок до оброблення) на 1 м^3 заготовок після оброблення визначали за формулою:

$$H_{\text{вх.з}} = \frac{100}{P_{\text{вих.з}}} \cdot \text{м}^3/\text{м}^3 \quad (2)$$

Загальна витрата сухих обрізних пиломатеріалів на клеєні щити становитиме:

$$H_{\text{п.м}} = H_{\text{з}} \cdot H_{\text{чорн.ст}} \cdot H_{\text{опт}} \cdot \left(H_{\text{чист.ст.ц.з}} \cdot \frac{q_{\text{ц}}}{100} + H_{\text{зр.з}} \cdot H_{\text{чист.ст.зр.з}} \cdot \frac{q_{\text{зр}}}{100} \right) \cdot H_{\text{к.щ}} \cdot H_{\text{о.щ}}, \text{м}^3/\text{м}^3 \quad (3)$$

де: $H_{\text{з}}$ – норма витрати обрізних пиломатеріалів на пиляні ділянки деревини після їх поздовжнього розпилювання, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $H_{\text{чорн.ст}}$ – норма витрати пиляних ділянок деревини на ділянки деревини після чорнового стругання, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $H_{\text{опт}}$ – норма витрати струганих ділянок деревини після чорнового стругання на ділянки деревини, отримані після їхнього поперечного розпилювання з вирізанням вад на заготовки фіксованих довжин та різнодовжинних, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $H_{\text{чист.ст.ц.з}}$ – норма витрати заготовок фіксованих довжин, отриманих після поперечного розпилювання на заготовки після чистового стругання, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $H_{\text{зр.з}}$ – норма витрати різнодовжинних

заготовок на зрощені заготовки, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $N_{\text{чист.ст.зр.з}}$ – норма витрати зрощених заготовок на чисто стругані зрощені заготовки, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $N_{\text{к.щ}}$ – норма витрати клеєних щитів на калібрування щитів, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $N_{\text{о.щ}}$ – норма витрати клеєних щитів на обрізання по периметру, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $q_{\text{ц}}$, $q_{\text{зр}}$ – відповідно частка заготовок цільних і зрощених у загальній кількості заготовок, %.

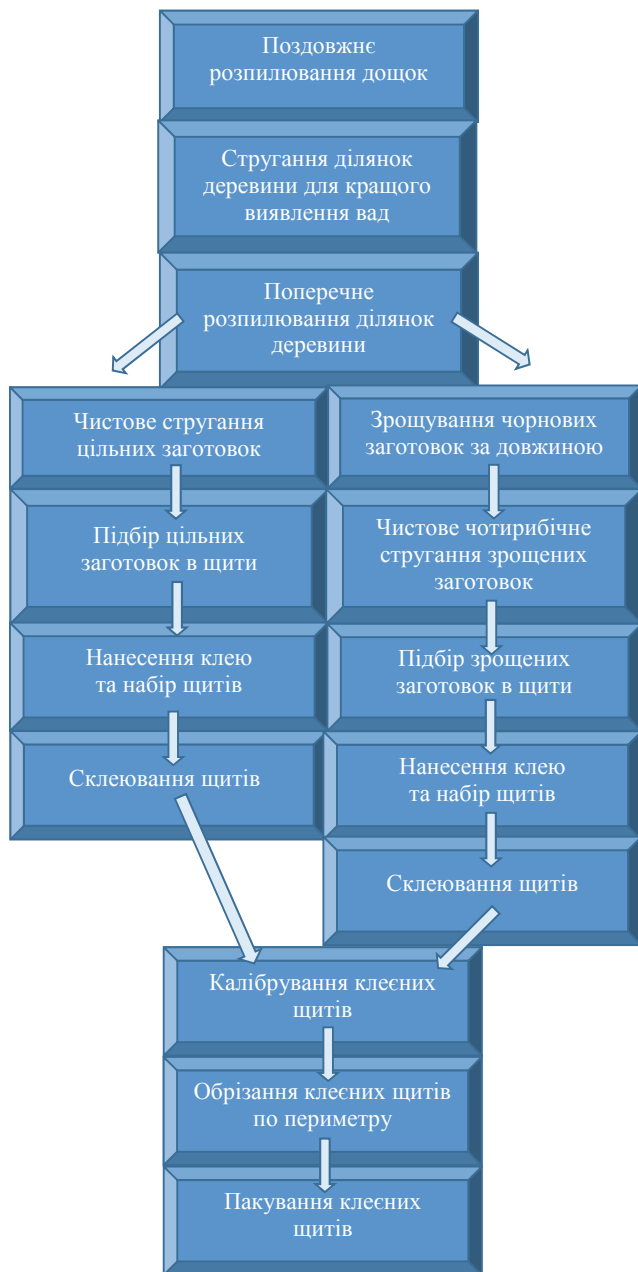


Рис. 1. Структурна схема технологічного процесу виготовлення клеєних щитів

Fig. 1. Block diagram of solid edge-glued panels production process

Результати дослідження (Results). Результати встановлення розмірів пиломатеріалів свідчать, що на переробку надійшли дошки таких усереднених розмірів: товщина 31 мм, ширина 175 мм, довжина 2150 мм. Пиломатеріалів сорту Q-FA виявле-

но 3,10%, Q-F1a – 7,88%, Q-F1b – 6,86%, Q-F2 – 13,83%, Q-F3 – 68,33% від загального об'єму досліджуваних пиломатеріалів.

Пиломатеріали за шириною розпилювали на дві заготовки завширшки 57 мм та одну заготовку завширшки 47 мм. Заготовки шириною 57 мм випилювали завдовжки 2050 мм, 1650 мм, 1450 мм, 1250 мм для клеєних щитів з цільних заготовок та різнодовжинні – для зрощення. Заготовки шириною 47 мм випилювали завдовжки 1450 мм для клеєних щитів з цільних заготовок та різнодовжинні – для зрощення.

У процесі експериментальних досліджень виготовлено 30,73% цільних і 69,27% зрощених заготовок від загальної кількості виготовлених ($0,458926 \text{ м}^3$). Виготовлено також клеєних щитів розмірами $20 \times 800 \times 1800 \text{ мм}$ – 7 шт.; $20 \times 750 \times 1800 \text{ мм}$ – 3 шт. зі зрощених заготовок і розмірами $20 \times 600 \times 1200 \text{ мм}$ – 2 шт.; $20 \times 700 \times 1400 \text{ мм}$ – 2 шт.; $20 \times 900 \times 1600 \text{ мм}$ – 1 шт.; $20 \times 500 \times 2000 \text{ мм}$ – 1 шт. з цільних заготовок.

На підставі аналізу результатів експериментальних досліджень встановлено поопераційні витрати дубових сухих обрізних пиломатеріалів на 1 м^3 для клеєних щитів з цільних і зрощених заготовок (табл.).

Встановлення кількості і виду відходів деревини має важливе значення для визначення шляхів їхнього використання. За досліджуваних умов вихід клеєних щитів від об'єму сухих обрізних пиломатеріалів становить 33,65%, з них 9,84% – з цільних і 23,81% – зі зрощених заготовок. У процесі перероблення сухих обрізних пиломатеріалів у клеєні щити значна частина деревини переводиться у стружку і кускові відходи (рис. 2).

Дискусія (Discussion). Особливістю досліджуваного технологічного процесу є чорнове стругання ділянок деревини після поздовжнього розпилювання сухих обрізних пиломатеріалів. Це дає змогу ефективніше ідентифікувати вади деревини, які недопустимі на поверхнях клеєних щитів згідно з EN 13017-2:2000, а, відповідно, зменшує ймовірність відбракування заготовок на подальших технологічних операціях.

Частка виходу струганих чорнових заготовок для клеєних щитів з дубових сухих обрізних пиломатеріалів становить 52,07%. Якщо перерахувати на об'єм неструганих (пиляних) заготовок, то частка виходу становитиме 71,90%. Відносно низька частка виходу зумовлена використанням пиломатеріалів в основному сорту Q-F3, в якому допускають низку вад (Мороз та ін., 2020), і які недопустимі у клеєних щитах (EN 13017-2:2000).

Після вирізання вад і дефектів оброблення, вплив на вихід заготовок має послідовність технологічних операцій та застосовуване обладнання. На етапі чистового стругання цільних заготовок відсоток виходу становить 82,29 від чорнових струганих заготовок заданих довжин.

Таблиця. Поопераційні витрати дубових сухих обрізних пиломатеріалів на клеєні щити
Table. Operating consumption of oak dry lumber for solid edge-glued panels

№ з.п.	Технологічна операція	Позначення	Витрата, м³/м³
1	Поздовжнє розпилювання сухих обрізних пиломатеріалів	H_z	1,093
2	Чорнове стругання	$H_{\text{чорн.ст}}$	1,272
3	Поперечне розпилювання ділянок деревини з вирізанням вад на заготовки фіксованих довжин та різнодовжинних	$H_{\text{опт}}$	1,381
4	Чистове стругання заготовок фіксованих довжин	$H_{\text{чист.ст.ц.з}}$	1,215
5	Зрошення заготовок	$H_{\text{зр.з}}$	1,037
6	Чистове стругання зрошених заготовок	$H_{\text{чист.ст.зр.з}}$	1,354
7	Калібрування клеєних щитів	$H_{\text{к.щ}}$	1,097
8	Обрізання клеєних щитів по периметру	$H_{\text{о.щ}}$	1,047
	Витрата дубових сухих обрізних пиломатеріалів на 1 м³ клеєних щитів товщиною 20 мм	$H_{\text{п.м}}$	2,970

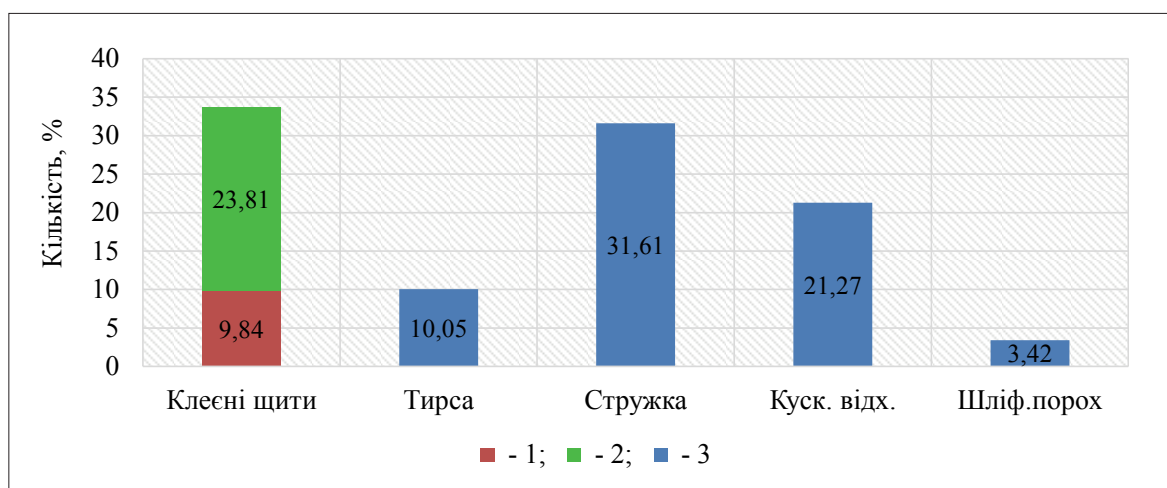


Рис. 2. Баланс деревини: 1 – відсоток виходу клеєних щитів з цільних заготовок; 2 – відсоток виходу клеєних щитів зі зрошених заготовок; 3 – відходи деревини

Fig. 2. Wood balance: 1 – yield percentage of solid edge-glued panels from solid billets; 2 – yield percentage of solid edge-glued panels from spliced billets; 3 – wood waste

Вихід зрошених струганих заготовок від чорнових струганих різнодовжинних заготовок становить 71,18%. Враховано фрезерування шипів на заготовках і чистове стругання зрошених заготовок.

Результати об'ємного виходу заготовок, випиляних поздовжньо-поперечним способом (з проміжним чорновим струганням після поздовжнього розпилювання) з дубових сухих обрізних пиломатеріалів узгоджуються з результатами інших дослідників (Коваль, Мазурчук, 2013; Марченко та ін., 2016; Маєвський та ін., 2019b) і знаходяться в межах 56-84%. Проте варто зазначити, що цей діапазон виходу заготовок передбачає розкрій дубових сирих необрізних пиломатеріалів на заго-

товки і без чорнового стругання, але використання перевідних коефіцієнтів дає змогу коректно порівнювати наведений вихід заготовок з виходом заготовок, випиляних поздовжньо-поперечним способом з дубових сухих обрізних пиломатеріалів.

Етап розпилювання пиломатеріалів на заготовки є найбільш варіабельним з погляду вхідних і вихідних факторів. Тому, незважаючи на низку проведених досліджень щодо об'ємного виходу заготовок із пиломатеріалів, існує потреба в уточненні даних для конкретних виробничих умов. Це дасть змогу в подальшому розробити нормативи витрати деревини у виробництві, зокрема і для виготовлення клеєних щитів.

Під час проведення експериментальних досліджень та обробки їхніх результатів отримано відсотки виходу, а, відповідно, і норми витрати деревини на технологічних етапах виготовлення клеєних щитів за досліджуваного технологічного процесу. Результати вивчення різних технологічних процесів з погляду витрати деревини дають змогу ефективно управляти виробництвом та оптимізувати виробничі процеси.

Висновки (Conclusions). За аналізом результатів експериментальних досліджень, пов'язаних із визначенням витрати дубових сухих обрізних пиломатеріалів на виготовлення клеєних щитів, встановлено поопераційні норми витрати деревини. Ці норми встановлено на таких етапах технологічного процесу – поздовжнє розпилювання сухих обрізних пиломатеріалів, чорнове стругання, поперечне розпилювання ділянок деревини із вирізанням вад на заготовки фіксованих довжин та різнодовжинних, чистове стругання заготовок фіксованих довжин, зрощення заготовок, чистове стругання зрощених заготовок, калібрування клеєних щитів та обрізання клеєних щитів по периметру.

Вихід клеєних щитів від об'єму сухих обрізних пиломатеріалів становить 33,65%, з них 9,84% клеєних щитів з цільних заготовок і 23,81% – зі зрощених заготовок за досліджуваних умов. Отже, витрата цих пиломатеріалів на виготовлення клеєних щитів становить 2,970 м³/м³.

Визначені поопераційні витрати дубових сухих обрізних пиломатеріалів є важливою передумовою для розроблення науково-обґрунтованих норм витрати деревини у виробництві клеєних щитів, які можуть використовуватися для раціонального планування процесу виготовлення клеєних щитів, управління витратами та підвищення ефективності виробництва.

Список літератури (References)

- ДСТУ EN 1309-1-2001 (2002). Лісоматеріали круглі та пиляні. Метод вимірювання розмірів. Частина 1. Пиломатеріали. Видання офіційне. Київ: Держстандарт України. [DSTU EN 1309-1-2001 (2002). Round and sawn timber. Method of measurement of dimensions. Part 1. Sawn timber. Edition is official. Kyiv: State standard of Ukraine] (in Ukrainian)
- Коваль, В.С., Мазурчук, С.М. (2013). Оптимізація процесу розкрою пиломатеріалів з урахуванням розмірно-якісної характеристики. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*, 185(2), 146-151. [Koval, V.S., & Mazurchuk, S.M. (2013). Optimisation of sawn timber cutting process taking into account dimensional and quality characteristics. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Technique and energy of the agro-industrial complex*, 185(2), 146-151. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tech_2013_185%282%29_21] (in Ukrainian)
- Кривик, О.О., Маєвський, В.О., Жмурко, С.В. (2012). Передумови поєднання різних порід деревини у клеєних щитах. *Науковий вісник НЛТУ України*, 22(11), 155-160. [Kryvyk, O.O., Mayevskyy, V.O., & Zhmurko, S.V. (2012). Prerequisites for combination of different wood species in glued boards. *Scientific Bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 22(11), 155-160. Retrieved from: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2012/22_11/index.htm] (in Ukrainian)
- Маєвський, В.О., Копинець, З.П., Ковбасюк, В.М., Миськів, Є.М., Якуба, М.М. (2019а). Технологічні аспекти регулювання витрат деревинної сировини під час виготовлення віконних блоків з тришарового клеєного бруса. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 18, 208-216. [Mayevskyy, V., Kopynets, Z., Kovbasyuk, V., Myskiv, Ye., & Yakuba, M. (2019) Technological aspects of raw wood material consumption regulation in the manufacture of window units from three-layer glued bars. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 18, 208-216. <https://doi.org/10.15421/411922>] (in Ukrainian)
- Маєвський, В.О., Копинець, З.П., Ференц, О.Б., Миськів, Є.М., Федик, М.М. (2021). Оцінювання витрати букової пиловної сировини на виготовлення чорнових заготовок із заданими розмірно-якісними характеристиками. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 22, 227-234. [Mayevskyy, V., Kopynets, Z., Ferents, O., Myskiv, Ye., & Fedyk, M. (2021) Evaluating the beech log input in the rough blanks manufacture with specified dimensional and quality characteristics. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 22, 227-234. <https://doi.org/10.15421/412121>] (in Ukrainian)
- Маєвський, В.О., Копинець, З.П., Ференц, О.Б., Сторожук, В.М., Ленчик, О.Т. (2019б). Дослідження об'ємного виходу чорнових заготовок для клеєних щитів з пиломатеріалів. *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2019): матеріали доповідей IX Міжнарод. наук.-практ. конф.*, Т. 1, 217-218. м. Чернігів, ЧНТУ. [Mayevskyy, V.O., Kopynets, Z.P., Ferents, O.B., Storozhuk, V.M., & Lentsyk, O.T. (2019). Investigation of the volumetric yield of rough blanks for glued laminated panels from lumber. *Integrated Quality Assurance of Technological Processes and Systems (QAQATS – 2019): materials of abstracts of the IX International Scientific and Practical Conference*, Issue 1, 217-218. Chernihiv, Chernihiv National Technical University. Retrieved from: <https://stu.cn.ua/wp-content/uploads/2021/04/tezy-2019-part-1work-version.pdf>] (in Ukrainian)
- Маєвський, В.О., Мацишин, Я.В., Миськів, Є.М. (2010). Особливості розкрою пиломатеріалів на радіальні та тангенціальні заготовки. *Науковий вісник НЛТУ України*, 20(15), 81-90. [Mayevskyy, V.O., Matsyshyn, Ya.V., & Myskiv, Ye.M. (2010). The features of sawn timber sawing into quarter

- and plain blanks. *Scientific Bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 20(15), 81-90. Retrieved from: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2010/20_15/index.htm (in Ukrainian)
- Маєвський, В. О., Удовіцька, М. В. (2014). Основні напрями досліджень у виробництві клеєних щитових конструкцій з деревини із дотриманням текстурних особливостей. *Науковий вісник НЛТУ України*, 24(5), 150-155. [Majevskyy, V.O., & Udovyt'ska, M.V. (2014). Main Research Areas in the Field of the Wood Laminated Panel Constructions Production with Textural Features Compliance (2014). *Scientific Bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 24(5), 150-155. Retrieved from: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_5/index.htm] (in Ukrainian)
- Марченко, Н. В., Мазурчук, С. М., Никитюк, П. А. (2016). Шляхи підвищення ефективності виготовлення заготовок, випиляних з деревини дуба. *Науковий вісник НЛТУ України*, 26(4), 283-290. [Marchenko, N.V., Mazurchuk, S.M., & Nikitiuk, P.A. (2016). On the Issue of the Ways of Increasing the Production Efficiency of Sawn Pieces of Oak Wood. *Scientific Bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 26(4), 283-290. <https://doi.org/10.15421/40260445>] (in Ukrainian)
- Мороз, Р. О., Маєвський, В. О., Копинець, З. П., Щупаківський, Р. Б., Миськів, Є. М. (2020). Оцінювання сортності пиломатеріалів, визначених за різними стандартами. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: міжвідомчий науково-технічний збірник*, 46, 97-101. [Moroz, P.O., Mayevskyy, V.O., Kopynets, Z.P., Shchupakivskyy, R.B., & Myskiv, Ye.M. (2020). Evaluation of the quality of timber sorted according to different standards. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 46, 97-101. <https://doi.org/10.36930/42204611>] (in Ukrainian)
- Подібка, Т. І. (2018). Конструкції та технологічні аспекти меблевих щитів в нормативних документах. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*, 44, 83-90. [Podibka, T.I. (2018). Constructions and technological aspects of furniture panels in regulatory documents. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 83-90. <https://doi.org/10.36930/42184411>] (in Ukrainian)
- Charles, J., Gatchell, R., & Thomas, E. (1997). Within-Grade Quality Differences For 1 And 2a Common Lumber Affect Processing And Yields When Gang-Ripping Red Oak Lumber. *Forest Products Journal*, 47(10), 85-90.
- Dilik, T., Erdinler, S., & Kurtoglu, A. (2012). Edge Glued Wood Panel Technology and an Assessment on the Development of Edge Glued Wood Panel *Industry American Journal of Applied Sciences*, 9(10), 1625-1635. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/272424404_Edge_Glued_Wood_Panel_Technology_and_an_Assessment_on_the_Development_of_Edge_Glued_Wood_Panel_Industry
- EN 975-1:2009 – Sawn timber – Appearance grading of hardwoods – Part 1: Oak and beech. Retrieved from: <https://genorma.com/en/standards/en-975-1-2009>
- EN 1309-3:2018 – Round and sawn timber – Methods of measurements – Part 3: Features and biological degradations. Retrieved from: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/800dfb80-b50b-4f0a-8e8d-258724935b59/en-1309-3-2018>
- EN 13017-2:2000 – Solid wood panels – Classification by surface appearance – Part 2: Hardwood. Retrieved from: https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/9df588e7-9988-4eb3-b97f-558ec644a919/en-13017-2-2000?srsId=AfmBOoojMfM2dRYH4IAbAdjnCRg_vuTU3dTC1_rqGPlwKaWDFgtMS-gPX
- Malkoçoğlu, A., & Çakmak, A. (2017). Mobilya endüstrisinde kerestenin toleranslı ölçülendirilmesi ve kesim. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 1074-1087. [Malkoçoğlu, A.; & Çakmak, A. (2017). Rough mill operations and cutting plans of. *Journal of Advanced Technology Sciences*, 6(3), 1074-1087. Retrieved from: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/380798>] (in Turkish)
- Mitchell, Ph.H.; Wiedenbeck, J., & Ammerman, B. (2005). Rough Mill Improvement Guide for Managers and Supervisors. Gen. Tech. Rep. NE-329. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 60 p.

Determining dry oak lumber consumption for the production of solid edge-glued panels

V. Mayevskyy¹, R. Moroz², S. Kopynets³,
O. Ferents⁴, R. Shchupakivskyy⁵, Ye. Myskiv⁶

Solid edge-glued panels of Ukrainian enterprises are manufactured both for sale on domestic and foreign markets, as well as for the production of their own products.

Determining the yield of billets, the type and amount of waste are significant from the point of view of the integrated use of wood, therefore it is important to study the operational consumption of wood at the technological stages of manufacturing solid edge-glued panels.

One of the variants for the technological process of manufacturing glued panels from solid and spliced billets from dry edged oak lumber is presented.

The experimental studies were carried out in production conditions, using equipment from leading manufacturers such as Weinig Vertrieb und Service GmbH & Co. KG (Germany), Conception R.P. Inc. (Canada), Viet Italia S.r.l. (Italy), Omga (Italy) etc.

During the experimental studies, an analysis was carried out of all stages of the technological process

of manufacturing glued panels from solid and spliced billets. Also, measurements of the size and quantity of billets were carried out to determine the consumption of raw materials at each production process stage.

During the experimental studies, sawn timber with a thickness of 31 mm, a width of 175 mm, a length of 2150 mm was processed with the following distribution by grade: Q-FA – 3.10%, Q-F1a – 7.88%, Q-F1b – 6.86%, Q-F2 – 13.83%, Q-F3 – 68.33% of their total volume.

In the course of the experimental studies the following quantity of solid edge-glued panels were manufactured with the following dimensions: 20×800×1,800 mm – 7 pcs.; 20×750×1,800 mm – 3 pcs. from spliced billets. 20×600×1,200 mm – 2 pcs.; 20×700×1,400 mm – 2 pcs.; 20×900×1,600 mm – 1 pc.; 20×500×2,000 mm – 1 pc. from solid billets.

The operating consumption of oak dry edged lumber per 1 m³ of solid edge-glued panels from solid and spliced billets is as follows: lengthwise cutting of dry edged lumber – 1.093 m³/m³; roughing planing – 1.272; cross-cutting of wood sections, with cutting out defects, into billets of fixed lengths and of different lengths – 1.381 m³/m³; finishing planing of solid billets – 1.215 m³/m³; splicing of billets (finger-joining of billets) – 1.037 m³/m³; finishing planing of spliced billets (finger-joined billets) – 1.354 m³/m³; calibration of glued panels – 1.097 m³/m³; trimming of glued panels along the perimeter – 1.047 m³/m³.

Under the studied conditions, the yield of solid edge-glued panels from the volume of dry edged lumber is 33.65%, of which 9.84% of glued panels are from solid billets and 23.81% are from spliced billets. The consumption of oak dry edged lumber to produce glued panels from solid and spliced billets under the studied conditions is 2,970 m³/m³.

The determined operating consumption of oak dry edged lumber is an important prerequisite for deve-

loping science-based wood consumption standards in the production of glued panels, which can be used for rational planning of the process of manufacturing glued panels.

Key words: oak wood; operational consumption; production process; solid edge-glued panels from solid billets; solid edge-glued panels from spliced billets; billets; size; grade.

- ¹ *Volodymyr Mayevskyy* – Doctor of Sciences, Professor, Director of Educational-Scientific Institute of Woodworking and Design, Professor at the Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: volodymyr_mayevskyy@nltu.edu.ua ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5820-9454>
- ² *Rostislav Moroz* – PhD student at the Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: rostislav.moroz@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7810-5542>
- ³ *Serhiy Kopynets* – PhD student at the Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: kopynets.serhii@nltu.lviv.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6194-8309>
- ⁴ *Oleh Ferents* – PhD in Technical Sciences, associate Professor, Head of the Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: oleh.ferents@nltu.edu.ua ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4322-3952>
- ⁵ *Roman Shchupakivskyy* – PhD in Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: roman.shchupakivskyy@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5242-1267>
- ⁶ *Yevstakhii Myskiv* – PhD in Technical Sciences, Senior teacher at the Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: myskivs@i.ua ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1762-4728>