

6. Schmoltdt D.L. Internal log scanning: research to reality / D. Schmoltdt, E. Scheinman, A. Rinnhofer, L. Occena // Proceedings of the 28-th Annual Hardwood Symposium (Davis, West Virginia, USA). – 2000. – P. 103–114.

*Проведены экспериментальные исследования по программному обеспечению автоматизации процессов распиловки пиломатериалов на заготовки с применением технологий сканирования, что позволит получать описание пиломатериала по форме и качеству и внедрить САПР для их оптимального раскроя.*

***Пиломатериалы, заготовки, распиловка бревен, объемный выход, сканирование, размерно-качественная характеристика.***

*Experimental research on software process automation cutting timber on the workpiece using scanning technology that will receive a description of quality and form of timber that will allow the introduction of CAD to their optimal cutting and efficient use of wood.*

***Timber harvesting, log, sawing, volume output, scanning, dimensional-quality characteristics.***

УДК 674.047

## **УРАХУВАННЯ ЯКОСТІ СУШІННЯ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПИЛОПРОДУКЦІЇ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

***О.О. Пінчевська, доктор технічних наук  
О.Ю. Горбачова, асистент***

*Наведено результати експериментальних досліджень у промислових умовах якості сушіння пилопродукції для виготовлення столярних виробів.*

***Пилопродукція, якість сушіння, собівартість сушіння.***

Виробництво пилопродукції в нашій країні зосереджено переважно на малих та середніх підприємствах, які виготовляють пиломатеріали загального призначення. Між тим ринок потребує специфікаційних пиломатеріалів під конкретні вироби, що давно реалізовано в країнах Європейського союзу. Розроблено навіть стандарти, які обумовлюють сферу застосування пилопродукції, і наведено вимоги до якості пиломатеріалів за зовнішніми ознаками, показниками міцності, вмістом вологи тощо.

Подальше використання пиляної продукції з лісосировини вимагає її сушіння, а певний виріб – відповідного рівня якості проведення цього

процесу. Дотримання показників якості сушіння гарантує довготривалу експлуатацію столярних, меблевих виробів тощо, сприяє економії сировинних та енергетичних ресурсів.

За підрахунками американських вчених вартість меблів з масивної деревини на 75 % складається з вартості висушеної пилопродукції. У разі некваліфікованого проведення процесу зневоднення деревини ціна на сушіння може зрости на 42,3\$ /м<sup>3</sup> внаслідок великої кількості браку. Причому низька якість сировини значно менше впливає на якість висушеної пилопродукції, ніж невідповідна організація процесу, вона здорожчує сушіння лише на 6,25 \$/м<sup>3</sup> [1].

Прагнення вітчизняних споживачів висушеної пилопродукції швидко одержати продукт спонукає до використання жорстких режимів. Однак невідповідна якість висушених пиломатеріалів довела необхідність проведення дослідів з визначення категорії якості сушіння у камерах різної конструкції.

**Мета дослідження** – дослідити якість сушіння пилопродукції цільового призначення у камерах різних конструкцій.

**Методика дослідження.** Було проаналізовано різні методики дослідження та оцінювання якості сушіння пилопродукції. Виявлено, що поняття "якість сушіння" з'явилося на початку минулого століття завдяки дослідницьким роботам Я.М.Миниовича [4], М.Я.Любимова [3], М.М.Чулицького [4]. Проте вони не склали основу нормативних документів, а лише надавали рекомендаційні поради. Б.Н.Уголевим виявлено механізм утворення внутрішніх напружень у деревині та розроблено метод експериментального визначення залишкових напружень. Саме завдяки цій роботі стало можливим визначення кількісних значень сушильних напружень у деревині.

Метод оцінки якості сушіння, запропонований М.С.Селюгіним [6] і П.С.Серговським [7], зі зміненими значеннями кількісних показників якості сушіння, став основою для подальшого вдосконалення технології, яке відображено у відповідних керівних технічних матеріалах (РТМ [5] та КТМ [8]). Нині якість висушеного пиломатеріалу оцінюється згідно із стандартом ДСТУ 4921:2008 [2], за рекомендаціями та методикою якого нами проведені експериментальні дослідження вологісних показників якості сушіння однотипного матеріалу у різних камерах.

**Результати дослідження.** На підприємствах ВАТ "ДОК №7" та ВАТ "Видубичи" були проведені експериментальні дослідження якості сушіння соснових пиломатеріалів, призначених для виготовлення столярних виробів – дверей та євровікон. Сушіння проводилося у стаціонарних парових камерах СПЛК-2, розроблених за проектом Гипродревпрома наприкінці минулого століття, які на тепер переведені на водяне теплозабезпечення, та збірно-металевих камерах італійського виробництва фірм «Sorcal» та «Termolegno». Італійські камери мають по 3 вентилятори, які розташовані над штабелями і забезпечують поперечно-вертикальну циркуляцію сушильного агента. Камера СПЛК-2 обладнана 2 вентиляторами, в ній реалізовано поперечно-горизонтальну циркуляцію повітря.

Вибірка пиломатеріалів для досліджень проводилася згідно з вимогами стандарту ДСТУ 4921:2008 [2]. Загальна кількість замірів у кожній камері була різною, що обумовлено різною кількістю пакетів. На ділянках, на яких проводилися вимірювання вологості, дотримувалися таких вимог: відстань від торців не була меншою за 1 м; ділянки не мали видимих вад деревини (кори, сучків, смоляних кишеньок тощо) і забруднень; ділянки не були оброблені антисептиками із вмістом олійних речовин.

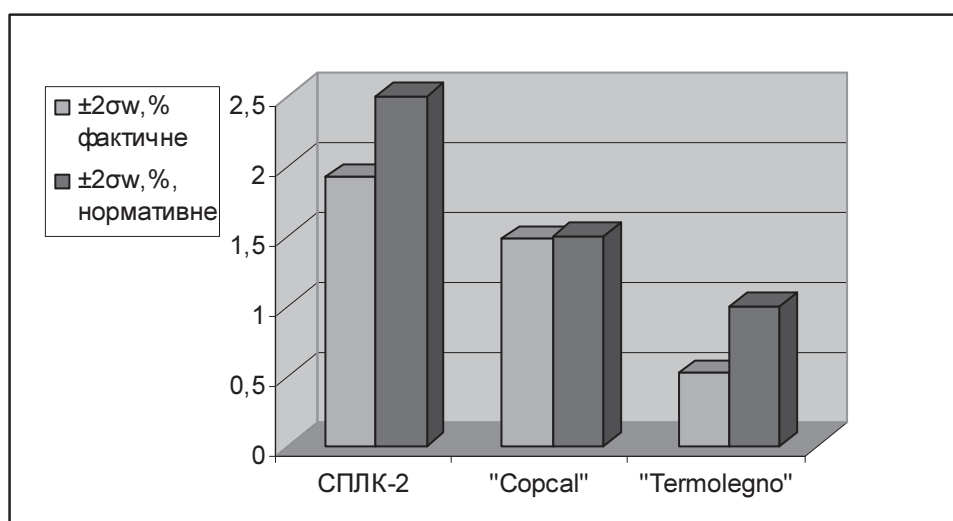
Вологість пиломатеріалів вимірювали за допомогою кондуктометричних вологомірів ИВД-6ц (на ВАР "Видубичи") і WOOD MASTER WM-860 (на ВАР "ДОК №7"). Похибка вимірювання цих приладів становить  $\pm 1,5\%$ .

На обох підприємствах висушувалася соснова дошка завтовшки 50 мм м'яким режимом. У табл.1 наведено значення початкової  $W_{\text{поч}}$  та кінцевої  $W_{\text{кін}}$  вологостей висушуваного пиломатеріалу, а також фактичну тривалість процесу сушіння.

### 1. Середня вологість матеріалу та тривалість сушіння

Камери	Значення вологості		Тривалість сушіння $t$ , діб
	$W_{\text{поч}}$ , %	$W_{\text{кін}}$ , %	
«Сорсал»	37,2	6,5	20
«Termolegno»	47	7,1	18
СПЛК-2М	40	8,2	15

Очевидно, що величина початкової вологості пилопродукції в усіх камерах знаходиться у межах зіставлення, середня кінцева вологість – належить до другої категорії якості сушіння, за якою вона має бути висушена з метою виготовлення столярних виробів. Для з'ясування відповідності показникам II категорії якості сушіння було виміряно розсіювання кінцевої вологості у партії висушеного матеріалу. Результати порівняно з вимогами ДСТУ 4921:2008 [2] та наведено на рисунку.



Розсіювання кінцевої вологості пиломатеріалів у партії

Згідно з нормативними показниками розсіювання кінцевої вологості у партії висушеного матеріалу ( $\pm 2\sigma_w, \%$ ), наведених для різних категорій якості сушіння та враховуючи отримані фактичні значення можна зауважити, що в камері «Sorcal» пиломатеріал висушено по II категорії якості, в камері «Termolegno» – по I, а у камері СПЛК-2 – по III категорії. Отже, прискорення процесу сушіння в камері СПЛК-2 не дозволило досягти необхідної категорії якості сушіння. Можливо це пов'язано з бажанням знизити ціну на виріб через збільшення обертів камери з метою вдалої конкуренції в ціновому аспекті на столярні вироби. Однак у цьому разі не враховується якість сушіння, яка потім неодмінно проявиться у готовому виробі.

Собівартість технологічних процесів виготовлення столярних виробів впливає на їх ціну. Зрозуміло, що ціна за деревину, висушену за I категорією якості має бути найвищою, а за III категорією якості, відповідно, найнижчою. У табл. 2 наведено результати розрахунку собівартості сушіння деревини, що проводилося під час досліду у трьох камерах. Витрати на виконання процесу сушіння поділяються на дві групи: перша – витрати, які не залежать від тривалості сушіння (завантажувально-розвантажувальні роботи, витрати теплоти на початкове прогрівання деревини та випаровування вологи), друга – ті, що залежать від тривалості процесу (витрати на електроенергію, витрати теплоти на тепловологообробку, втрати тепла через огороження, оплата праці). У розрахунку прийнято, що витрати на початкове прогрівання деревини та на випаровування вологи є однаковими для всіх камер, оскільки температурний рівень режимів сушіння майже не відрізнявся.

## 2. Собівартість сушіння соснових пиломатеріалів у різних камерах

Показники	Камери		
	Sorcal	Termolegno	СПЛК-2
Загальна потужність двигунів, кВт	7,5	15	12,6
Обсяг висушеного матеріалу, м <sup>3</sup>	86	54	29
Категорія якості сушіння	II	I	III
Витрати на сушіння, грн./м <sup>3</sup>	77,9	223,4	291,1

Зрозуміло, що для сушіння пиломатеріалу за I категорією якості витрати мають бути найбільшими. Значна різниця між витратами на сушіння за I та II категоріями якості пояснюється вагомою розбіжністю в обсязі завантаженого матеріалу у досліджуваних камерах. Під час сушіння деревини в камері СПЛК-2 за III категорією витрати є набагато більшими, ніж для у разі висушування за I категорією у камері Termolegno. Причиною цього є велика питома потужність двигунів. З метою зниження собівартості сушіння пиломатеріалів необхідно замінити вентилятори або збільшити обсяг завантажувального матеріалу за рахунок суттєвої модернізації камери.

### Висновки та пропозиції

1. Згідно з вимогами стандарту ДСТУ 4921:2008 [2] проведені дослідження якості сушіння соснових пиломатеріалів, що висушувалися за однакових параметрів режиму у сушильних камерах різної конструкції. Ви-

значено розкид кінцевої вологості у партії висушеного пиломатеріалу та інші показники якості сушіння, що дозволило кваліфікувати рівень проведення процесу.

2. На підставі досліджень розраховано витрати на сушіння пилопродукції. Встановлено, що собівартість пиломатеріалу, що висушений в камері СПЛК-2 за III категорією якості, є найвищою порівняно із собівартістю пиломатеріалів, висушених у камерах Sorcal та Termolegno за II і I категоріями якості відповідно.

3. Вищенаведене свідчить, що якість проведення процесу сушіння та собівартість висушеної продукції взаємопов'язані. Отже, якість висушеної пилопродукції має оцінюватися не лише за насиченістю вадами, а за спроможністю виконувати певні функції. Гарантувати це може відповідний рівень проведення технологічного процесу, який має бути закладеним у ціну на сухі пиломатеріали.

### Список літератури

1. Denig J. Drying Hardwood Lumber / J.Denig, E.M.Wengert, W.T.Simpson. Gen.Tech.Rep.FLP-GTR-118.Madison,WI: U.S.Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.– 2000.–138 p.
2. ДСТУ 4921:2008 Пилопродукція. Оцінювання якості сушіння: ДСТУ 4920:2008. – [Чинний від 2009-07-01]. К: Держстандарт України, 2009. – 7 с. – (Національні стандарти України).
3. Любимов Н.Я. Теория и практика сушки дерева / Любимов Н.Я. – М. – Л.: Гослестехиздат, 1932. – 368 с.
4. Миниович Я.М. Искусственная сушка дерева / Миниович Я.М. – М. – Л.: ГосНТИ, 1931. – 197с.
5. Руководящие материалы по камерной сушке пиломатериалов / Под ред. Е.С.Богданова, П.С.Серговского, А.А.Горяева. – [3-е изд.] – Архангельск: ЦНИИМОД, 1982. – 93 с.
6. Селюгин Н.С. Сушка древесины / Селюгин Н.С. – М. – Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 532с.
7. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / Серговский П.С. – М. Лесн. пром-сть, 1975. – 400 с.
8. Чулицкий Н.Н. Исследования факторов и характеристик режимов сушки древесины / Чулицкий Н.Н. – М. – Л.:Госмашметиздат, 1934. – 88 с.
9. Керівні технічні матеріали з технології камерного сушіння пиломатеріалів / За ред. П.В.Білея. – Львів: РВЦ УкрДЛТУ, 2003. – 72 с.

*Представлены результаты экспериментальных исследований в промышленных условиях качества сушки пилопродукции для изготовления столлярных изделий .*

***Пилопродукция, качество сушки, себестоимость сушки.***

*The results of experimental researches of the carpentry saw timbers drying quality in the industrial condirions are given.*

***Timber, drying quality, cost price of drying.***