

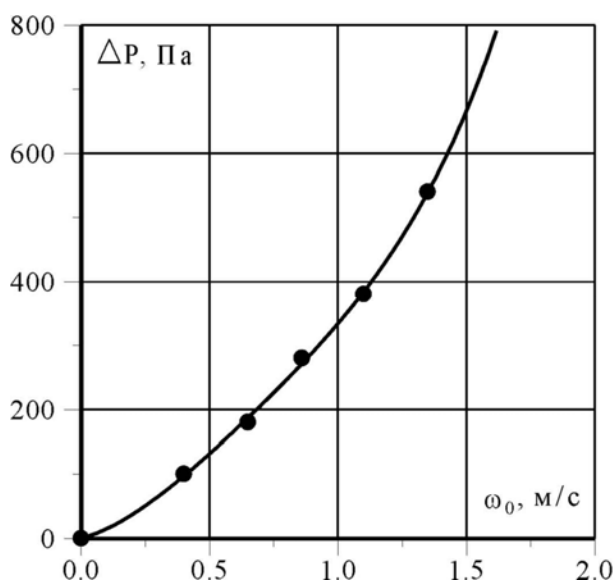


Рис. 1. Залежність гідравлічного опору шару сухого матеріалу (зерен солоду) від фіктивної швидкості руху теплоносія за умов: $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $H = 6 \cdot 10^{-2}\text{ м}$

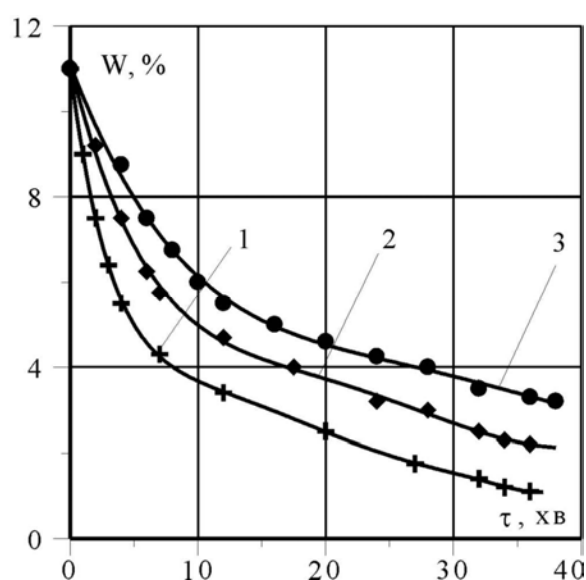


Рис. 2. Зміна вологості матеріалу (зерен солоду) в процесі сушіння його у нерухомому шарі за умов: 1 – $\omega = 1,2\text{ м/с}$; 2 – $\omega = 0,75\text{ м/с}$; 3 – $\omega = 0,48\text{ м/с}$; $T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $H = 6 \cdot 10^{-2}\text{ м}$

Однак порівняно із сушінням в промислових умовах, процес інтенсифікується в 1,5-2,0 рази за одночасного зменшення питомих енерговитрат.

Висновок. Вивчення гідродинаміки і кінетики сушіння зерен солоду в нерухомому шарі у випадку, коли теплоносій рухається в напрямку до перфорованої перегородки (напрямок дії сили ваги збігається з напрямком руху теплоносія), дало змогу встановити істотну перевагу досліджуваного процесу сушіння порівняно із сушінням, коли теплоносій рухається у протилежному напрямку.

Література

1. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 471 с.
2. Аэров М.Э., Тодес О.М., Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем. – Л.: Химия, 1979. – 176 с.
3. Ханик Я.М., Римар Т.І., Креховецький О.М. Гідродинаміка і кінетика процесу сушіння глини в щільному шарі під час ІЧ нагрівання// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2006, вип 16.5. – С. 310-312.
4. Гузьова І.О., Ханик Я.М. Гідродинаміка фільтраційного процесу сушіння дисперсних матеріалів// Вісник ДУ "Львівська політехніка": Хімія, технологія речовин та їх застосування. – Львів: ДУ "Львівська політехніка". – 2000, № 414. – С. 168-172.

УДК 674.047

Ст. наук. співроб. В.С. Коваль, канд. техн. наук;
асист. Н.В. Марченко; проф. Г.Б. Іноземцев, д-р техн. наук –
Національний аграрний університет, м. Київ

ЩОДО ОЦІНКИ ПРИПУСКІВ НА УСИХАННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ РІЗНОГО ВИДУ РОЗПИЛЮВАННЯ

Досліджено величину усихання пилопродукції листяних порід різної товщини, ширини та різного виду розпилювання при застосуванні м'яких режимів сушіння.

Встановлено: припуски на усихання для листяних порід деревини товщиною та шириною від 16 мм до 300 мм для кінцевої вологості від 5 % до 34 % з дотриманням диференціації припусків за шириною та товщиною.

Ключові слова: усихання, сушіння, величина припуску на усихання, змішаний, тангенціальний, радіальний вид розпилювання.

*Senior research officer V.S. Koval; assist. N.V. Marchenko;
prof. G.B. Inozemzev – National agrarian university, Kyiv*

Question of the estimation of quantity shrinkage of saw-timbers of the different kind of sawing up

The size of shrinkage saw-timbers from hardwood of different thickness, width and a different kind of sawing up with application of soft regimes of drying is investigated. Quantity of shrinkage for hardwoods thickness and width from 16mm up to 300mm for final moisture from 5 % up to 34 % are established. Thus the differentiation of shrinkage quantities on width and thickness of saw-timbers adhered.

Keywords: shrinkage, drying, size of shrinkage quantity, the mixed, tangential, radial kind of sawing up.

На сучасному етапі розвитку деревообробної галузі України актуальним є питання раціонального використання деревини або проблема безвідходного виробництва. Це пов'язано з тим, що наша країна є однією з найменш заліснених держав Європи. Важливе значення у вирішенні цього питання має зниження питомої витрати деревини, а також підвищення якості продукції з неї. Сушіння деревини є необхідною та важливою технологічною операцією, яка спрямована на покращення якості готової продукції.

Деревина належить до категорії колоїдних капілярно-пористих тіл, які при зниженні вологості всихають пропорційно кількості видаленої гігроскопічної або зв'язаної води. Усихання деревини відбувається в період зниження швидкості сушіння після досягнення критичної вологості – межі насичення кліткових стінок та є істотним недоліком деревини як матеріалу [1].

Одним зі шляхів рішення проблеми раціонального використання деревини є встановлення оптимальних припусків на механічну обробку та усихання деревини. До основних чинників, що безпосередньо впливають на величину усихання деревини відносяться: щільність та вологість деревини, розміри матеріалу за перетином та режими сушіння, її анатомічна та субмікроскопічна будова.

Питання величини припусків на всихання пиломатеріалів різного виду розпилювання з деревини основних лісотвірних порід в Україні, що мають широке використання в деревообробці, залежно від режимів сушіння досі не вирішено. Тому, показник у 6 % на всихання, який закладається у баланс сировини в лісопильному виробництві, досить відносний, і втрати деревини від цього ще досить великі.

Найбільше всихання деревини спостерігається поперек волокон, а найменше – поздовж волокон. У площині поперек волокон деревина також всихає нерівномірно – більше в тангенціальному та менше в радіальному напрямку. Відомо, що припуски на всихання відрізняються для пиломатеріалів різного виду розпилювання (радіальних, тангенціальних, змішаних), і це

вимагає встановлення припусків відповідно до напрямку річних шарів. Оскільки зараз більшим попитом користуються пиломатеріали радіального розпилювання, то для них необхідно встановлювати не усереднений припуск на всихання, а припуск – в радіальному напрямку. За умов сучасного різноманіття лісопильного устаткування є доцільність у застосуванні спеціальних способів розпилювання з можливістю отримування більшої кількості пиломатеріалів чи то радіального, чи то тангентального розпилювання. Отже, наприклад, при отримуванні з колоди більшої кількості пиломатеріалів радіального розпилювання буде менша втрата сировини на всихання, а при отримуванні з колоди пиломатеріалів тангентального розпилювання – відповідно більша.

Зміна форми та розмірів сортименту під час сушіння має складний характер та визначається взаємодією деревини із середовищем. Характер цієї взаємодії і її вплив на кінцевий стан деревини повністю не вивчені, хоча проведено досить велику кількість робіт. Дослідження І.А. Стріхи [2], присвячені вивченню впливу різних чинників на величину усихання деревини листяних порід лягли в основу встановлення норм припусків на усихання. В процесі досліджень було встановлено, що найбільш впливають на величину усихання такі чинники, як порода деревини, вологість, кут нахилу річних шарів, розмір пиломатеріалу за товщиною або шириною, щільність деревини, місце вирощування. Виходячи з цього, величини припусків на усихання, що увійшли в діючий стандарт ГОСТ 6782.2-75 [3], були встановлені залежно від цих чинників.

Вплив режиму сушіння, за ствердженням [2], становить 8-10 % від ступеня впливу основного чинника – вологості деревини, і чим жорсткіший режим, тим більші внутрішні напруження та менше кінцеве усихання пиломатеріалів. У дослідницькій праці [4] зроблено висновок про значний вплив температур на величину колапсу та необхідності уникати підвищених температур у початковий період сушіння ясена маньчжурського.

При дослідженні процесу всихання дубових пиломатеріалів [5] зазначено, що за умов тривалої присутності нагрітої води в деревині слабшають структурні зв'язки, з'являється деструкція целюлозного волокна та стінки клітинок стають пластичними, здатними легко деформуватись при видаленні вільної води, що призводить до колапсу. Встановлено, що всихання за товщиною та шириною пиломатеріалів має різні значення та змінюється залежно від режимів сушіння. У зв'язку з цим необхідна диференціація припусків на всихання по ширині та товщині пиломатеріалів. Важливим результатом цих робіт є виявлення явища колапсу в деревині листяних порід та підтвердження теорії про те, що його виникнення викликане високою початковою вологістю та підвищеною температурою сушіння. Але кількісні характеристики колапсу не встановлені.

О.О. Пінчевською [6] було розроблено феноменологічну модель утворення колапсу, яка базується на врахуванні особливостей будови деревини листяних порід та законів фізики капілярів. Визначено [7], що збільшення всихання за рахунок колапсу деревини за умови сушіння різними режимами становить 30 %-45 %.

Результати наявних робіт з вивчення впливу сушіння на величину усування деревини суперечливі. За даними одних авторів з підвищенням температури сушіння величина усування зменшується, а за даними інших дослідників – збільшується. Але в наш час масово використовуються низькотемпературні сушарки, тому доцільним буде проведення досліджень величини припусків на усування саме за умов низькотемпературних режимів.

Діючий ГОСТ 6782.2-75 [3] встановлює залежність величини усування від вологості деревини, розмірів сортимента, породи деревини та напрямку річних шарів. Він розроблений на основі дослідів, які було проведено в УкрНДІМОД у 1950 р. тільки для комбінованого атмосферно-камерного сушіння (атмосферне підсушування до вологості 15 % та камерне сушіння до кінцевої вологості) та не враховує впливу режиму сушіння на величину усування деревини. Крім того, у діючому стандарті не здійснено диференціації припусків залежно від розмірів пиломатеріалів за товщиною та шириною. Окрім того, недостатньо обґрунтовано приймання припусків на усування для пиломатеріалів змішаного розпилювання такими ж, як для пиломатеріалів тангенціального розпилювання. Це призводить до втрат деревини на тонкомірності пиломатеріалів внаслідок недостатнього припуску чи, навпаки, через надлишковий припуск.

Чинний ГОСТ 6782.1-75 [8] встановлює припуски на усування для пиломатеріалів змішаного розпилювання, а величини усування в тангентальному напрямку приймають такими ж, як при змішаному розпилюванні. Це пояснюється тим, що за умов масового розпилювання на лісопильних рамах обсяг пиломатеріалів тангентального розпилювання не перевищував 7-10 %. Величини ж усування в радіальному напрямку встановлюють шляхом множення величин усування для змішаного розпилювання на коефіцієнт 0,6 для пилопродукції з деревини сосни, ялини, ялиці, модрина. Ці дані також потребують додаткових досліджень. Тим більше, що щільність та анатомічна будова наведених порід не є однаковими.

Ще у 1978-1982 рр. в УкрНДІМОДі та ЦНДІМОДі були проведені досліді з визначення величин всихання основних листяних та хвойних порід залежно від їх розмірів та вологості з урахуванням вимог до режимів камерного сушіння пиломатеріалів, які показали, що за умов камерного сушіння пиломатеріалів нормативними режимами величина усування для товщин пиломатеріалів до 60мм більша, а для товщин понад 60 мм – менша від відповідних величин, визначених ГОСТ 6782-75 [3, 8].

Європейськими стандартами на усування деревини EN 1313-1:1997 [9] та EN 1313-2:1998 [10] величина припусків на всихання пиломатеріалів визначається або за умовами контракту, або з міркувань, що збільшення товщини і ширини хвойних та листяних пиломатеріалів на 0,25 % на кожен відсоток збільшення вологості в інтервалі від 20 % до 30 % і зменшення розмірів сортименту на 0,25 % на кожен відсоток зниження вологості нижче за 20 %. Такий підхід також не вирішує проблеми тому, що не враховується вплив виду пиломатеріалів за перерізом річних шарів, породи деревини, режиму сушіння та розміру пиломатеріалів.

Враховуючи необхідність раціонального використання сировини постала потреба у перегляді наявних стандартів з припусків на усихання пиломатеріалів залежно від виду розпилювання та режимів сушіння.

Метою дослідження є визначення припусків на усихання за шириною та за товщиною для пиломатеріалів різних порід та різного виду розпилювання за умов сучасних м'яких режимів сушіння на базі закладення дослідних зразків. Відповідні експерименти проводились в камерах Sorcal та Nardi на ВАТ "Видубичі" у м. Київ для сушіння пиломатеріалів хвойних та листяних порід різного виду розпилювання, розмірів за перетином та різної початкової вологості.

Фіксувалися розміри пиломатеріалів до та після сушіння. Виміряно близько 150 зразків листяних порід деревини (дуб, вільха, береза, ясен, липа, бук) та близько 80 зразків пиломатеріалів з деревини сосни. Діапазон розмірів зразків за товщиною та шириною змінювався від 16 мм до 300 мм, початкова вологість була вища від межі насичення клітинних стінок.

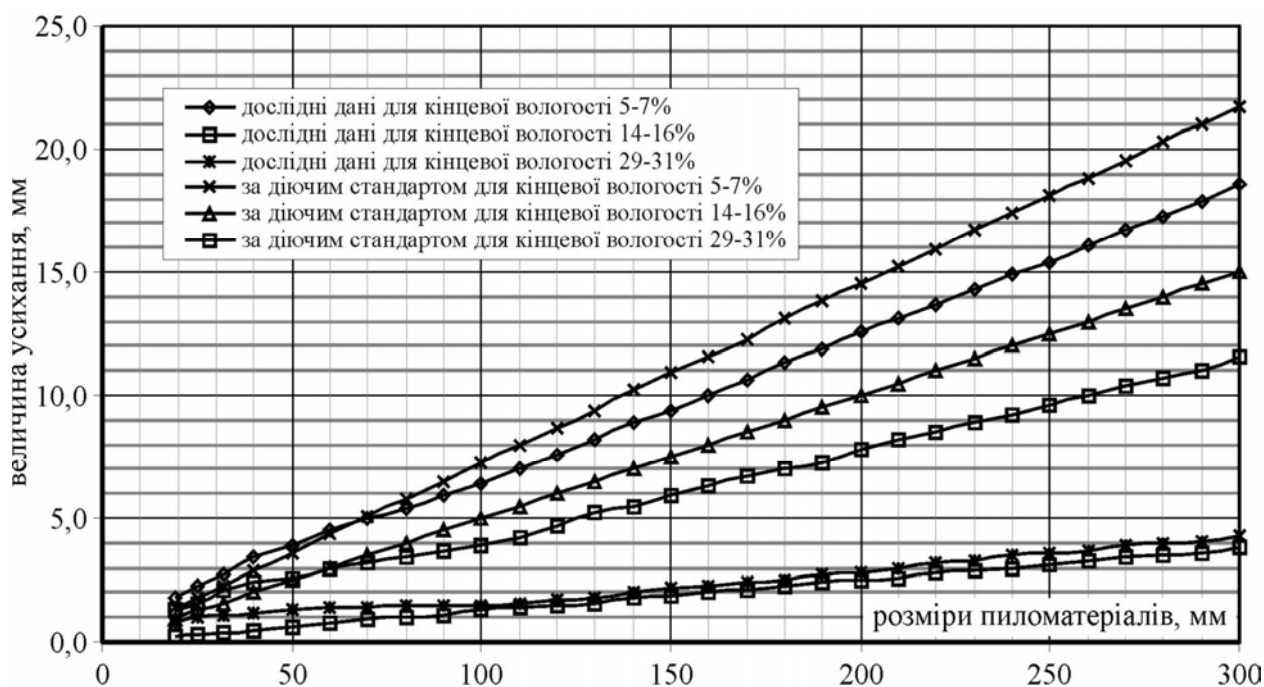


Рис. 1. Величини усихання пиломатеріалів для кінцевої вологості 5-7 %, 14-16 %, 29-31 %

Результати експериментальних досліджень з визначення припусків на усихання для пиломатеріалів листяних порід – дуба, берези, клена, ясеня, вільхи, осики, тополі порівняно з наявними наведено на рис. 1 – до кінцевої вологості 5-7 %, 14-16 %, 29-31 % для сортиментів товщиною та шириною 19 мм, 25 мм, 32 мм, 40 мм – 300 мм з градацією 10 мм.

Як видно з рис. 1, визначені дослідним шляхом припуски на всихання пиломатеріалів розмірами в діапазоні від 19 мм до 60 мм більші через колапс, величина якого явно менше при низькотемпературних режимах. Для пиломатеріалів розмірами в діапазоні від 70 мм та вище вони є меншими через розтягувальні по центру внутрішні напруги, які за знаком протилежні всиханню.

Табл. 1. Величини усування пилопродукції змішаного розпилювання з деревини бука, ільма, липи, граба для номінальних розмірів за вологості від 20 % та будь-якої вологості на момент перевірки

розміри пилома- теріалів, мм	W _k = 6 %			W _k = 8 %			W _k = 12 %			W _k = 14 %			W _k = 18 %			W _k = 20 %			W _k = 24 %		
	Дос*	Існ**	Євр***	Дос*	Існ**	Євр***	Дос*	Існ**	Євр***	Дос*	Існ**	Євр***	Дос*	Існ**	Євр***	Дос*	Існ**	Євр***	Дос*	Існ**	Євр***
32	-1,3	-1,0	-1,12	-1,1	-0,7	-0,96	-0,8	-0,3	-0,64	-0,6	0,0	-0,48	-0,2	0,3	-0,16	0,0	0,7	0,0	0,3	1,0	0,32
40	-1,8	-1,3	-1,40	-1,3	-0,8	-1,20	-1,0	-0,4	-0,80	-0,7	0,0	-0,60	-0,2	0,4	-0,20	0,0	0,8	0,0	0,3	1,3	0,40
50	-2,1	-1,6	-1,75	-1,6	-1,0	-1,50	-1,2	-0,5	-1,00	-0,8	0,0	-0,75	-0,3	0,5	-0,25	0,0	1,0	0,0	0,3	1,6	0,50
60	-2,5	-1,9	-2,10	-2,0	-1,3	-1,80	-1,5	-0,6	-1,20	-1,0	0,0	-0,90	-0,5	0,6	-0,30	0,0	1,3	0,0	0,3	1,9	0,60
65	-2,6	-2,0	-2,28	-2,0	-1,4	-1,95	-1,5	-0,7	-1,30	-1,0	0,0	-0,98	-0,5	0,7	-0,33	0,0	1,4	0,0	0,5	2,0	0,65
70	-2,8	-2,2	-2,45	-2,2	-1,5	-2,10	-1,7	-0,7	-1,40	-1,1	0,0	-1,05	-0,5	0,7	-0,35	0,0	1,5	0,0	0,5	2,2	0,70
80	-3,1	-2,5	-2,80	-2,4	-1,7	-2,40	-1,8	-0,8	-1,60	-1,2	0,0	-1,20	-0,6	0,8	-0,40	0,0	1,7	0,0	0,6	2,5	0,80
100	-3,8	-3,2	-3,50	-3,1	-2,1	-3,00	-2,2	-1,1	-2,00	-1,5	0,0	-1,50	-0,7	1,1	-0,50	0,0	2,1	0,0	0,6	3,2	1,00
120	-4,3	-3,8	-4,20	-3,4	-2,5	-3,60	-2,5	-1,3	-2,40	-1,7	0,0	-1,80	-0,8	1,3	-0,60	0,0	2,5	0,0	0,7	3,8	1,20
140	-4,9	-4,4	-4,90	-3,9	-3,2	-4,20	-2,8	-1,6	-2,80	-1,9	0,0	-2,10	-0,8	1,6	-0,70	0,0	3,2	0,0	0,9	4,4	1,40
160	-5,7	-5,0	-5,60	-4,5	-3,4	-4,80	-3,3	-1,7	-3,20	-2,2	0,0	-2,40	-1,1	1,7	-0,80	0,0	3,4	0,0	1,1	5,0	1,60
200	-7,1	-6,2	-7,00	-5,6	-4,2	-6,00	-4,2	-2,1	-4,00	-2,7	0,0	-3,00	-1,3	2,1	-1,00	0,0	4,2	0,0	1,3	6,3	2,00
260	-9,4	-8,2	-9,10	-7,3	-5,5	-7,80	-5,4	-2,7	-5,20	-3,5	0,0	-3,90	-1,7	2,7	-1,30	0,0	5,5	0,0	1,6	8,2	2,60
300	-10,8	-10,0	-10,5	-8,5	-6,3	-9,00	-6,4	-3,1	-6,00	-4,2	0,0	-4,50	-2,1	3,1	-1,50	0,0	6,3	0,0	2,0	9,5	3,00

Примітка: * – дос. – величини припусків на всихання за результатами експерименту;

** – існ. – величини припусків на всихання за ГОСТ 6782.2-75;

*** – євр. – величини припусків на всихання за європейськими стандартами EN 1313-1:1997 та EN 1313-2:1998

В табл. 1 відображено порівняльну характеристику припусків на всихання пилопродукції змішаного розпилювання з деревини бука, ільма, липи, граба для номінальних розмірів за вологості від 20 % та будь-якої вологості на момент перевірки за діючими стандартами, європейськими стандартами та результатами експериментальних досліджень. З цих даних видно, що визначені внаслідок досліджень припуски на всихання близькі за значеннями європейським стандартам. Очевидно, це пов'язано з тим, що в наведених стандартах та дослідях припуски на всихання встановлювались для м'яких режимів, в той час, як в діючих стандартах – для більш жорстких режимів сушіння.

З викладеного вище видно, що величина всихання пиломатеріалів залежить від режимів сушіння, розмірів пиломатеріалів, породи та початкової вологості деревини. При низькотемпературних режимах пиломатеріали більших розмірів мають менші припуски на всихання, а пиломатеріали менших розмірів – більші припуски на всихання, ніж при стандартних режимах [11] за рахунок колапсу анатомічних елементів та залишкових розтягувальних напружень.

Література

1. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 467 с.
2. Нормы припусков на усушку древесины лиственных пород. Отчет по науч.-исслед. работе. – К.: УкрНИИМОД, 1950. – 172 с.
3. ГОСТ 6781.2-75. Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки.
4. Тупицын В.П. Клеточный коллапс в древесине ясеня маньчжурского// В кн.: Сушка древесины. Матер. Всесоюзной науч.-техн. совещания. – Архангельск, 1975. – С. 146-147.
5. Курьянова Т.К. Исследование усадки древесины дуба в зависимости от режима сушки: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1981. – 155 с.
6. Пинчевская Е.А. Усадка пиломатериалов лиственных пород: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1988. – 18 с.
7. Пинчевская Е.А., Коваль В.С. Некоторые закономерности усадки дубовых пиломатериалов// Деревообработ. пром-сть. – Харьков. – 1987, № 4. – С. 10-11.
8. ГОСТ 6781.1-75. Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки.
9. EN 1313-1:1997. Round and sawn timber – Permitted deviations and preferred sizes. Part 1: Softwood sawn timber.
10. EN 1313-2:1998. Round and sawn timber – Permitted deviations and preferred sizes. Part 2: Hardwood sawn timber.
11. ГОСТ 19773-84. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Режимы сушки в камерах периодического действия.

УДК 620.178.16: 620.193

Доц. О.Б. Гасій, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів

ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ З ВАКУУМНИМИ ЙОННО-ПЛАЗМОВИМИ ПОКРИТТЯМИ

Наведено результати промислових випробувань стійкості металорізального інструмент-ту та технологічного оснащення з вакуумними йонно-плазмовими покриттями та їх корозійної стійкості в різних робочих середовищах.

Ключові слова: вакуумні йонно-плазмові покриття, коефіцієнт стійкості, корозійна стійкість, демпферна підкладка.