

технології термінів тужавіння та швидкого набору міцності як у початковий період (перші години), так і надалі. Як показали проведені дослідження, ефективне регулювання термінів тужавіння в'язучого може бути досягнуте введенням різної кількості карбонату кальцію. При цьому початок тужавіння цементних композицій може бути відтягнутий до 1 год – 1 год 50 хв (рис.).

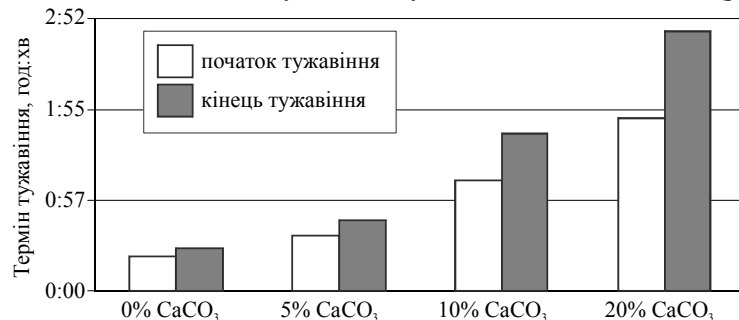


Рис. 1. Вплив карбонату кальцію на терміни тужавіння безгіпсового портландцементу (клінкер + 0,25 % Li_2CO_3 + 0,5 % казеїн + 0,1 % $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$)

Цінність тонкошарового покриття для підлог визначається, передусім, його адгезійною міцністю, хорошим розтіканням та нівелюванням маси, тріщино- та зносостійкістю, незначною усадкою. Ці показники залежать від адгезії частинок суміші між собою та до основи, а також від мінералогічного та хімічного складу в'язучого, форми частинок та дисперсності наповнювачів, водоцементного відношення, терміну зберігання, умов твердіння. Усі зазначені фактори потрібно максимально враховувати під час розроблення складів СБС для влаштування підлог і стяжок.

Проведені дослідження показали ефективність використання БГПЦ у СБС під час виробництва наливних підлог (табл.). Так, розплив розчинової суміші становить 150 мм протягом 15 хв, затверділий виріб характеризується покращеною на 35-40 % стійкістю до усадочних деформацій, порівняно з відомим складом (рис. 2), високою адгезійною, когезійною та поверхневою міцністю. Адгезійна міцність суміші на основі розробленого безгіпсового портландцементу в 2 рази перевищує міцність на відрив суміші на основі змішаного в'язучого.

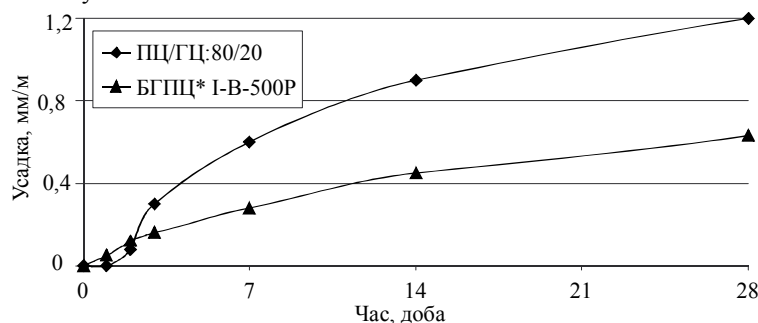


Рис. 2. Вплив виду в'язучого на величину усадки наливних підлог

Висновки. Використання безгіпсового цементу, модифікованого органіко-мінеральними добавками, у швидкотверднучих СБС є гідною альтернативою змішаним в'язучим на звичайному та глиноземистому цементі, що дає змогу вирішувати проблеми рецептурних рішень завдяки використанню одного типу в'язучого, зниженню вартості та забезпечує стабільно високі показники якості.

Література

1. Безбородов В.А. Сухие смеси в современном строительстве / В.А. Безбородов. – Новосибирск, 1998. – 160 с.
2. Рунова Р.Ф. Особенности применения минеральных вяжущих в сухих строительных смесях / Р.Ф. Рунова, Ю.Л. Носовский // Современные технологии сухих смесей в строительстве : труды 2-ой Междунар. научн.-техн. конф. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2000. – С. 16-27.
3. Тейлор Х. Химия цемента / Х. Тейлор. – М. : Изд-во "Мир", 1996. – 560 с.
4. Ping Gu. Early strength development and hydration of Ordinary Portland Cement / Calcium Aluminate Cement Pastes / Gu Ping, James J. Beaudoin, Edmond G. Quinn, Robert E. Myers // Advn Cem Mat. – 1997. – № 6. – Р. 53-58.
5. Кривенко П.В. Специальные шлакощелочные цементы / П.В. Кривенко. – К. : Вид-во "Будівельник", 1992. – 192 с.
6. Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський та ін. – К. : ТОВ УВПК "Ексоб", 2004. – 704 с.

Соболь Х.С., Петровская Н.И., Терлыга С.Ю., Дрымалык А.С. Использование быстротвердеющего безгипсового портландцемента в сухих строительных смесях для наливных полов

Исследована возможность использования быстротвердеющего портландцемента при производстве сухих строительных смесей. Определены влияние минеральных и органических добавок на физико-механические свойства раствора и реологические свойства растворной смеси. Разработана рецептура наливного пола с улучшенными характеристиками.

Sobol Kh. S., Petrovska N.I., Terlyha S. Yu., Drymalyk A.S. Usage of fast-hardening gypsum-free Portland cement in dry building mixes for self-leveling floor

Possibility of fast-hardening gypsum-free Portland cement usage in dry building mixes production was investigated. Influence of mineral and organic additives on physical and mechanical properties on of mortar and rheological properties of fresh mixture was determined. Prescription of self-leveling floor with improved characteristics was developed.

УДК 630*[161+811.2]

Доц. І.М. Сопушинський, канд. с.-г. наук –
НЛТУ України, м. Львів

АНИЗОТРОПІЯ УСИХАННЯ І РОЗБУХАННЯ ЗАВИЛЬКУВАТОЇ ДЕРЕВИНИ БУКА ЛІСОВОГО (*FAGUS SYLVATICA* L.)

Досліджено анізотропію усихання та розбухання завилькуватої деревини бука. Встановлено залежність показників усихання та розбухання деревини від кута нахилу волокон. Визначено стандартну, базисну в абсолютно-сухому та мокрому стані щільності деревини бука з різним нахилом волокон.

Ключові слова: бук, деревина, нахил волокон, щільність, усихання, розбухання.

Вступ. Бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.) – одна з головних лісоутворюючих порід України та Європи. Площа букових лісів у Карпатсько-Подільському регіоні становить 1,45 млн га. Ареал виду обумовлений біоекологічними

ми особливостями, зокрема: річною сумою опадів не менше ніж 500 мм, середньорічною температурою не нижче від 5 °С, мінімальною температурою не нижче ніж – 40 °С, охоплює широкий діапазон типів лісорослинних умов (рис. 1) [3, 4].

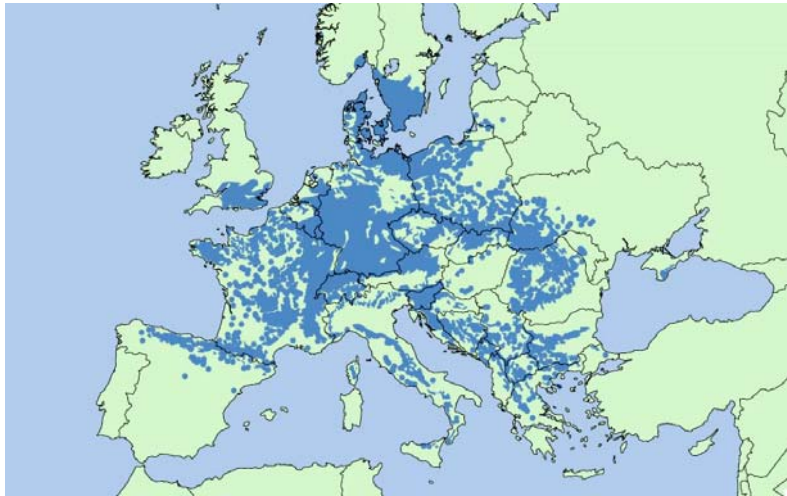


Рис. 1. Ареал зростання бука лісового в Європі [4, 9]

За текстурою деревини виділяють стовбури бука із завилькуватою деревиною, властивості деревини якої досліджені недостатньо [1, 5, 7, 8]. Завилькувата деревина характеризується естетичними якостями поверхні деревини, що підкреслюється кольоровим відтінком анатомічних елементів.

Деревина – це колоїдно капілярно-пористе тіло, яке під час зниження вологості всихає пропорційно до кількості випаровуваної зв'язаної води. Сушіння деревини – важлива технологічна операція, яка спрямована на покращення якості готової продукції. Будь-який виріб із деревини змінює свої розміри внаслідок різної відносної вологості повітря, поки не досягне рівноважної вологості. Таким чином, вивчення залежності усадки та розбухання деревини від її основних структурних напрямків має велике значення для деревооброблювальних технологій [2, 4, 8]. Тема актуальна через удосконалення наявних та створення нових технологічних процесів ефективного використання декоративної (візерункової) деревини. Метою даної роботи є вивчення анізотропії усадки та розбухання завилькуватої деревини бука лісового, а також її стандартної, базисної, в абсолютно сухому та мокрому станах щільності.

Об'єкт та методика дослідження. Дослідженням охоплено природні букові деревостани Вашківського лісництва ДП "Берегометське лісомисливське господарство". Пробну ділянку було закладено у вологій грабовій субучині із складом – 9БкІГ, віком 100 років, бонітетом Іа та повнотою 0.8. На пробній ділянці відібрано 3 модельні дерева бука із прямоволокнустою та завилькуватою деревиною. Методичні аспекти відбору стандартних зразків для вивчення фізичних властивостей декоративної деревини аномалій наведено на рис. 2 [6]. Кут нахилу деревного волокна впливає на спектр фізико-меха-

нічних властивостей деревини стовбура. Для вивчення анізотропії усадки та розбухання завилькуватої деревини бука відібрано три групи зразків із нахилом деревного волокна: а) 0°...9°; б) 10°...25°; в) 26°...45° [5].

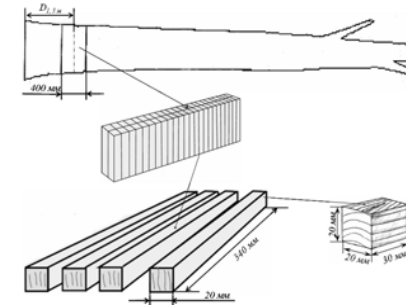


Рис. 2. Схема відбору зразків для вивчення фізичних властивостей завилькуватої деревини

Результати дослідження. Усадки та розбухання – важливі фізичні характеристики деревини для технологічних процесів її оброблення. Дослідження анізотропії усадки та розбухання декоративної деревини розкриває природу зміни властивостей деревини в основних її структурних напрямках (табл.). Важливе місце у технологічному процесі лісового виробництва посідає діагностування, оцінка якості та облік дерев із завилькуватою деревиною. Зазначені складові дають можливість ефективно використовувати частину деревинних ресурсів із високою естетичною якістю, а саме візерункову деревину, та комплексно підходити до їх перероблення.

Табл. Статистична характеристика щільності, усадки і розбухання деревини бука

Показник	Групи зразків за кутом нахилу волокна	N, шт.	min	M ^{±m}	max	V, %	P, %
Щільність, кг·м⁻³							
ρ_{12}	0...9°	40	739	763 ^{±2,19}	789	1,8	0,3
	10...25°	37	739	766 ^{±3,51}	806	2,6	0,4
	26...45°	40	731	771 ^{±2,94}	801	2,4	0,4
ρ_0	0...9°	40	703	728 ^{±2,31}	754	2,0	0,3
	10...25°	37	712	738 ^{±3,13}	773	2,6	0,4
	26...45°	40	696	744 ^{±3,01}	780	2,6	0,4
ρ_6	0...9°	40	576	594 ^{±1,64}	617	1,7	0,3
	10...25°	37	576	597 ^{±3,35}	622	3,4	0,6
	26...45°	40	557	603 ^{±2,46}	627	2,6	0,4
ρ_w	0...9°	40	872	988 ^{±5,83}	1057	3,7	0,6
	W, %	40	50	66 ^{±0,89}	77	8,5	1,3
	10...25°	37	963	987 ^{±2,25}	1015	1,4	0,2
	W, %	37	61	65 ^{±0,42}	71	3,9	0,6
	26...45°	40	932	971 ^{±2,63}	1004	1,7	0,3
	W, %	40	57	61 ^{±0,38}	67	3,9	0,6
Усадка, %							
β_{12}	0...9°	40	11,7	13,2 ^{±0,10}	14,1	4,7	0,7
	10...25°	37	10,6	12,2 ^{±0,14}	13,5	7,0	1,1
	26...45°	40	6,8	9,4 ^{±0,23}	12,1	15,3	2,4

β_r	0...9°	40	4,3	5,4 $^{\pm 0,08}$	6,5	9,2	1,5
	10...25°	37	5,4	6,7 $^{\pm 0,15}$	8,8	13,6	2,2
	26...45°	40	7,2	9,7 $^{\pm 0,22}$	12,2	14,3	2,3
β_l	0...9°	40	0,1	0,7 $^{\pm 0,06}$	1,4	54,1	8,5
	10...25°	37	0,2	1,0 $^{\pm 0,07}$	1,8	42,2	6,9
	26...45°	40	0,1	1,0 $^{\pm 0,09}$	2,3	57,8	9,1
β_v	0...9°	40	16,8	18,5 $^{\pm 0,11}$	19,9	3,7	0,6
	10...25°	37	17,0	18,9 $^{\pm 0,16}$	20,6	5,2	0,9
	26...45°	40	17,2	19,0 $^{\pm 0,12}$	20,6	3,9	0,6
Розбухання, %							
α_s	0...9°	40	13,3	15,2 $^{\pm 0,13}$	16,4	5,4	0,9
	10...25°	37	11,9	13,9 $^{\pm 0,18}$	15,5	7,9	1,3
	26...45°	40	7,3	10,3 $^{\pm 0,28}$	13,8	16,9	2,7
α_r	0...9°	40	4,5	5,7 $^{\pm 0,09}$	7,0	9,8	1,5
	10...25°	37	5,7	7,2 $^{\pm 0,17}$	9,6	14,7	2,4
	26...45°	40	7,8	10,8 $^{\pm 0,27}$	13,9	15,8	2,5
α_l	0...9°	40	0,1	0,7 $^{\pm 0,06}$	1,4	55,2	8,7
	10...25°	37	0,2	1,0 $^{\pm 0,07}$	1,9	42,5	7,0
	26...45°	40	0,1	1,0 $^{\pm 0,09}$	2,4	58,5	9,2
α_v	0...9°	40	20,2	22,7 $^{\pm 0,16}$	24,8	4,5	0,7
	10...25°	37	20,5	23,4 $^{\pm 0,24}$	26,0	6,4	1,0
	26...45°	40	20,8	23,4 $^{\pm 0,18}$	25,9	4,8	0,8

Примітка: ρ_{12} – стандартна щільність; ρ_0 – щільність в абсолютно сухому стані; ρ_6 – базисна щільність; ρ_w – щільність деревини за певної вологості; W – абсолютна вологість деревини; β_r , β_s , β_l , β_v – повне лінійне усування у радіальному та тангентальному напрямках, за довжиною та об'ємом; α_r , α_s , α_l , α_v – повне лінійне розбухання у радіальному та тангентальному напрямках, за довжиною та об'ємом.

Аналізуючи отримані результати дослідження щільності деревини (табл.), варто зазначити, що зміна кута нахилу волокон істотно не впливає на різні види щільності деревини. Вивчення прямолінійних залежностей усування та розбухання деревини бука з різним кутом нахилу деревного волокна дає можливість врахувати анізотропію усування та розбухання у технологічних процесах деревооброблення (рис. 3, 4).

Дослідження усування та розбухання деревини для різного нахилу волокон з'ясовує причини виникнення внутрішніх напружень у деревині, що пов'язано з затриманою часткою деформації усування. Величина затриманого усування не дає змогу переродження пружних деформацій у еластичні. З рис. 3 та 4 між кутом нахилу волокна та показниками лінійного усування та розбухання існують прямолінійні залежності, коефіцієнт детермінації для яких у радіальному і тангентальному напрямках становив $0.91 < R^2 < 0.98$ (дуже високий). Водночас зміна об'ємного усування коливається в межах 1 %, що пояснюють деформацією досліджуваних зразків. Різниця значень усування та розбухання у тангентальному напрямку для взірців з кутом нахилу волокон 0-9 ° становить 12 %, у радіальному – 4 %, а за об'ємом – 17 %.

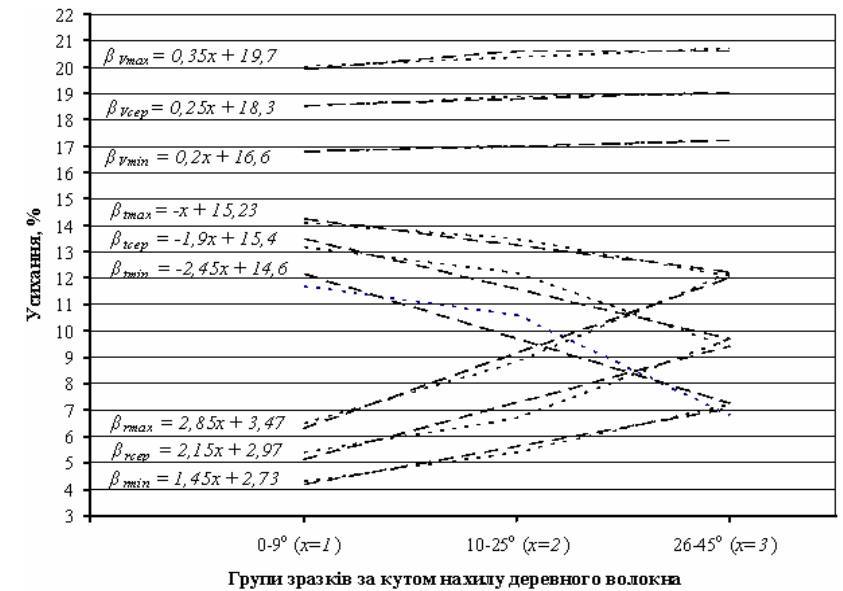


Рис. 3. Вплив кута нахилу деревного волокна на анізотропію усування деревини бука

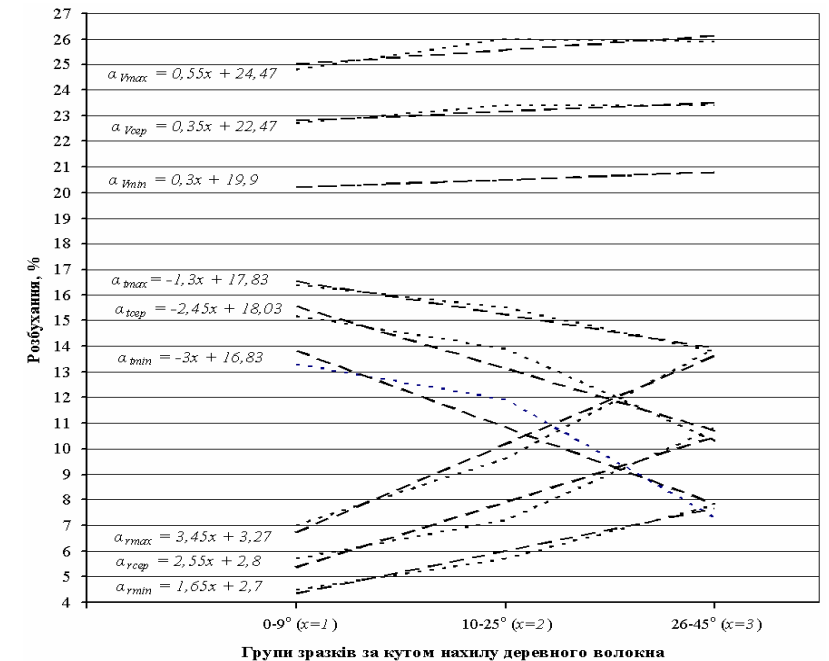


Рис. 4. Вплив кута нахилу деревного волокна на анізотропію розбухання деревини бука

Висновки. На підставі виконаних досліджень робимо такі висновки: а) нахил волокон у деревині бука не має істотного впливу на різні види щільності; б) середні значення лінійного усихання і розбухання у тангентальному напрямку приблизно у два рази більші, ніж у радіальному; в) вплив нахилу волокон на лінійні усихання і розбухання описується лінійною залежністю; г) із збільшенням кута нахилу волокон тангентальне і радіальне усихання вирівнюються.

Література

1. Вінтонів І.С. Аспекти формування високодекоративної текстури деревини / І.С. Вінтонів, І.М. Сопушинський, М.П. Сопушинська // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 14.6. – С. 113-117.
2. Білей П.В. Сушіння деревини : навч. посібн. [для студ. ВНЗ] / П.В. Білей, В.М. Павлюст. – Львів : ТзОВ "Ліга-Прес", 2003. – 240 с.
3. Миклуш С.І. Типи лісу рівнинних букових насаджень України / С.І. Миклуш // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2005. – Вип. 15.1. – С. 9-14.
4. Сопушинський І.М. Вплив лісорослинних умов південно-західного мегасхилу Українських Карпат на властивості деревини бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) : дис... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.03 – "Лісознавство і лісівництво" / Сопушинський Іван Миколайович; УкрДЛТУ. – Львів, 2001. – 180 с.
5. Сопушинський І.М. Методичні аспекти структуроутворення декоративної деревини / І.М. Сопушинський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.10. – С. 41-46.
6. Normen für Holz: DIN-Taschenbuch 31. – [8^{te} Aufl.]. – Berlin : Beuth Verlag GmbH, 2009. – 604 S.
7. Selection of maple "birdseye" (*Acer pseudoplatanus* L.) in Ukrainian Carpathian mountains / I. Sopushynskyy, I. Vintoniv, A. Teischinger [etc.] // Wood Structure and Properties '06. – Zvolen : Arboga Publishers. – 2007. – P. 139-142.
8. Knigge K. Methodische Untersuchungen über die Möglichkeit der Drehwuchsfeststellung in verschiedenen Alterszonen von Laubhölzern / W. Knigge, H. Schulz // Holz als Roh und Werkstoff. – Heidelberg : Springer-Verlag. – 1959. – Heft 9. – S. 341-351.
9. Von Wuehlisch G. European beech (*Fagus sylvatica* L.): technical guidelines for genetic conservation and use / G. Von Wuehlisch. – Rome : EUFORGEN, 2003. – 6 p.

Сопушинський І.Н. Анизотропія усушки і розбухання свилевої деревини бука лісового (*Fagus sylvatica* L.)

Исследована анизотропія усушки і розбухання свилевої деревини бука. Установлені залежності показателів усушки і розбухання деревини бука від кута нахилу деревинного волокна. Визначено стандартні, умовні, в абсолютно-сухому і мокрому стані щільності деревини бука з різним нахилом волокон.

Ключові слова: бук, деревина, нахил волокон, щільність, усушка, розбухання.

Sopushynskyy I.M. Anisotropy of shrinkage and swelling figured wood of European beech (*Fagus sylvatica* L.)

Investigated the shrinkage and swelling anisotropy of beech figured wood. Correlations between the slope of wood grain and characteristics of shrinkage and swelling were established. The standard, basic, oven-dry and wet wood densities of beech with different slope of wood fiber were studied.

Keywords: beech, wood, twistiness, closeness, withering, intumescing.

УДК 674.047

Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук; доц. І.В. Петришак, канд. техн. наук; аспір. А.М. Комбаров; магістр П.П. Білей – НЛТУ України, м. Львів

ТЕПЛОВА ОБРОБКА І СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ В ПРОЦЕСАХ ГНУТТЯ

Описано фізичні явища переходу деревини у стан еластичності в процесі її нагрівання. Наведено методику визначення кількості теплоти, яка витрачається у процесах нагрівання деревини перед гнуттям та під час сушіння, коли одна з поверхонь має вологоізоляцію, а також методику визначення витрат теплової енергії з електрообігрівом заготовок у процесі гнуття.

Ключові слова: гнуття, нагрівання, сушіння, масивна деревина, деформації, стиск, розтяг, вологість, тепла енергія.

Вступ. У технологічному процесі гнуття деревини складовими частинами є тепла обробка, гнуття і сушіння зігнутих деталей для стабілізації набутої форми. У загальному технологічному процесі виготовлення виробів місце гнуття не є постійним. зазвичай, його використовують безпосередньо після розкроювання. Технологічний процес відбувається таким чином: розкрий на заготовки, тепла обробка заготовок, гнуття, сушіння і механічна обробка гнутих заготовок. Деколи гнуттю піддають вже частково оброблені деталі. Наприклад, задні ніжки гнутого стільця згинають переважно після обробки на круглопалкових копіювальних верстатах, а після гнуття і сушіння тільки шліфують.

Теплова обробка деревини відбувається під дією тепла водяної пари, атмосферного повітря, топкових газів і рідин, тепла контактуючих елементів, інфрачервоного випромінювання та електромагнітних хвиль. Основна мета теплової обробки – зміна фізико-механічних властивостей деревини, що визначається відповідними технологічними та експлуатаційними вимогами. У більшості випадків метою теплової обробки деревини є її розм'якшення. У літературі наведено різні думки про причини розм'якшення деревини в процесі її гідротермічної обробки та особливостей деформації деревини в нагрітому стані. Найбільш просте та поширене пояснення причин підвищеної деформативності нагрітої деревини полягає в тому, що тверді колоїдні речовини, які знаходяться у міжклітинному просторі, за звичайних температур цементують деревинні волокна, а в процесі нагрівання переходять в гелевий стан, внаслідок чого послаблюється зв'язок між волокнами. З погляду сучасної фізико-хімії полімерів, аморфні лінійні полімери (до яких відносять целюлозу) можуть знаходитись у трьох станах: склоподібному, в'язкотекучому та високоеластичному.

Суть переходу деревини в процесі нагрівання зі склоподібного в високоеластичний стан полягає в тому, що вода тут відіграє роль пластифікатора – дисоціює поперечні зв'язки між макромолекулами. Руйнування цих зв'язків приводить до збільшення гнучкості структурних елементів. Таким чином, фізична суть розм'якшення деревини тепловою обробкою полягає в тимчасовому виведенні її з склоподібного в еластичний стан, в якому вона здатна витримувати значні пружні деформації без руйнування.