$$F_{r2x} = \rho Q v_0 \frac{-h_0 - \sin\theta_0 x_D + \left(\cos\theta_0 - \frac{v_1}{v_0}\right) y_B}{y_B - y_D} - mg\frac{x_D - x_C}{y_B - y_D}.$$

Ситуація загалом значно покращиться. Проте про нормальність напрямків прикладання сил до ствола йтися тут не може. Перерозподілити навантаження можна й так, аби більша частка ваги припадала на точку D ($|F_{r2y}| > mg$), рис. 3 в. Завдяки цьому напрямок дії сили F_{r1} можна ще більше наблизити до нормального відносно лінії mm.

А от загалом співвідношення (3), які можна також подати у вигляді

$$F_{r2y} = \rho Q v_0 \sin\theta_0 + mg - F_{r1y},$$

$$F_{r1x} = \frac{\rho Q v_0\left(h_0 + \sin\theta_0 x_D - \left(\cos\theta_0 - \frac{v_1}{v_0}\right) y_D\right) + mg(x_D - x_C) - F_{r1y}(x_D - x_B)}{y_B - y_D},$$

$$F_{r2x} = \frac{-\rho Q v_0\left(h_0 + \sin\theta_0 x_D - \left(\cos\theta_0 - \frac{v_1}{v_0}\right) y_B\right) - mg(x_D - x_C) + F_{r1y}(x_D - x_B)}{y_B - y_D},$$

вказують на те, що кінці векторів F_{r1} і F_{r2}, відкладених з однієї точки і сумою яких є вектор F_r, розташовані на відповідних паралельних прямих Π_1 і Π_2, рис. 4. Приміром, вектор F_r є сумою чи пари векторів F_{r1} і F_{r2}, чи пари векторів F'_{r1} і F'_{r2}… Вочевидь існує й така орієнтація сил $F_{r1} = F^*_{r1}$ і $F_{r2} = F^*_{r2}$ (див. виділений штрихуванням силовий паралелограм), що сила $F_{r1} = F^*_{r1}$ стає нормальною до прямої mm.

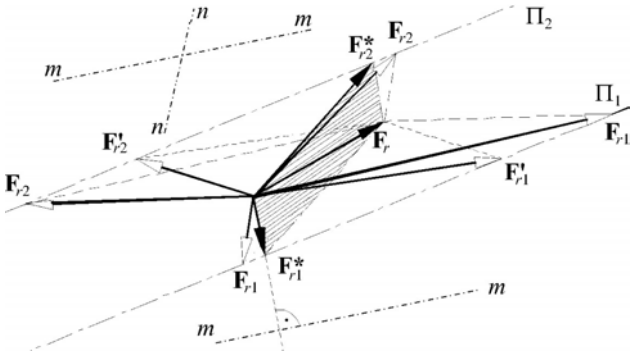

Рис. 4. Загальна схема, що відображає баланс сил на стволі

А от відповідна сила $F_{r2} = F^*_{r2}$ зорієнтована майже паралельно до прямої nn. Але це негативної ролі не відіграє, оскільки ця сила створюється рукою, охопленою скобою рукояті, а тому про надмірні дотичні зусилля йтися не може. Саме це дає підстави визнати переваги ствола пістолетного типу.

Висновки. Зважаючи на сучасну тенденцію виробництва пожежних стволів пістолетного типу, науково обґрунтовано доцільність застосування таких стволів для спрощення роботи операторів під час гасіння пожеж. На

підставі розгляду балансу сил на пожежних стволах встановлено, що за умов роботи з високими напорами пожежні стволи пістолетного типу мають перевагу над прямими стволами, оскільки їх використання дає змогу полегшити роботу операторів під час гасіння пожеж.

Література

1. Пат. 64205 Україна, МПК (2006.01), A62C 31/28. Коліно пістолетного типу для ручних пожежних стволів / І.В. Паснак, О.Е. Васильєва. № u 2011 07369; заявл. 14.06.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

2. Пат. 64206 Україна, МПК (2006.01), A62C 31/07. Переносний пожежний скомбінований ствол пістолетного типу / І.В. Паснак, О.Е. Васильєва. № u 2011 07378; заявл. 14.06.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

3. Пожарная техника : учебник / под ред. М.Д. Безбородько. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2004. – 550 с.

Гащук П.Н., Паснак И.В. **Обоснование целесообразности применения пожарных стволов пистолетного типа**

Проанализировано современное состояние производства и обоснована целесообразность применения пожарных стволов пистолетного типа. Рассмотрев баланс сил на пожарных стволах, установлено, что при работе с высокими напорами пожарные стволы пистолетного типа имеют преимущество над прямыми стволами, поскольку их использование позволяет облегчить работу операторов при тушении пожаров.

Ключевые слова: пожарный ствол, ствол пистолетного типа, баланс сил, эффективность.

Hashchuk P.M., Pasnak I.V. **Explanation of expediency of nozzles usage of pistol type**

The current state of production and the expediency of usage of pistol type nozzles are based. Considering the balance of powers in nozzles it was found that under conditions of high pressure pistol type nozzles have advantages over straight nozzles because their usage can facilitate the work of operators during the fire extinguishment.

Keywords: nozzle, pistol type nozzle, balance of powers, efficiency.

УДК 674.047

Здобувач В.М. Борисов; доц. І.Р. Кенс, канд. техн. наук; доц. Б.П. Поберейко, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЗАЛЕЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ТА ВТРАТ ВОЛОГИ ВІД МЕХАНІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ У ПРОЦЕСІ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Показано різницю змін електричного опору стисненої та розтягненої деревини у процесі сушіння. Досліджено, що причиною виникнення відмінностей електричного опору є вплив механічних напружень на швидкість втрати вологи зразками. Помічена властивість впливає на розподіл вологи в матеріалі під дією внутрішніх напружень. Вивчення механізму цього явища відкриває шлях до більш повного контролю стану деревини та удосконалення технологічних процесів сушіння деревини.

Ключові слова: деревина, електричний опір, сушіння, вологість, напруження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Точність визначення вологості кондукторметричними методами є невисокою [1, 2]. Одним із джерел похибок цього методу може бути залежність опору від внутрішніх напружень у матеріалі. На сьогодні вплив механічних напружень на електричний опір

деревини досліджено не достатньо. Під час проведення власних досліджень було помічено відмінність змін у часі електричного опору стисненого та розтягненого зразків, типові форми відповідних залежностей зображено на рис. 1. Електричний опір розтягненого зразка (на рисунку зразка 303) завжди змінювався більше за опір стисненого (зразка 308), а починаючи з якогось часу ці відмінності ставали визначальними. Щоб пояснити це явище, було розглянуто та досліджено декілька гіпотез, серед яких: можливість прояву тензоефекту в деревині та вплив реологічних змін. Характер електричних опорів стисненої та розтягненої деревини на етапі розбіжності їх величин вказував на можливість виникнення відмінності вологості зразків.

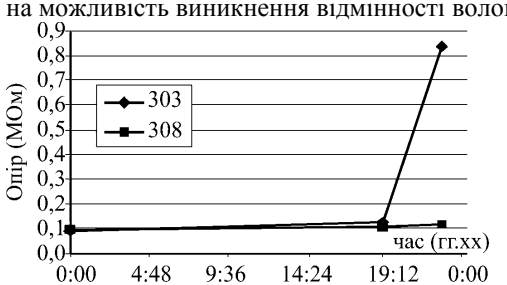

Рис. 1. Зміна електричного опору деревини під час сушіння у напруженому стані

Про теоретичне обгрунтування взаємозв'язку напружено-деформівного стану з інтенсивністю видалення вологи з гігроскопічного матеріалу у процесі сушіння йдеться в роботах [3-6]. Але експериментальних підтверджень наявності вказаної залежності не отримано.

Така гіпотеза пояснює ще один фактор, що сприяє утворенню під час сушіння зони підвищеної вологості в середині матеріалу і виникненню внутрішніх напружень. Тому питання експериментального виявлення відповідних залежностей у деревині є актуальним.

Постановка задачі, використане обладнання і зразки. Для перевірки гіпотези вологісної причини розходження електричного опору стисненого та розтягненого матеріалу потрібно підсушити декілька зразків деревини: одну частину зразків – у розтягнутому стані, другу частину – у стисненому, а контрольну групу – без навантаження. Під час сушіння необхідно зважувати зразки, слідкувати за швидкістю втрати вологи та контролювати зміну електричного опору. Для проведення експерименту з перевірки впливу напружень на швидкість сушіння необхідне спеціальне устаткування: а) кліматична камера, яка дасть змогу вирівняти і стабілізувати умови сушіння зразків; б) пристрої навантаження (розтягу і стиснення), що мають бути розташовані у цій камері; в) пристрій зважування, який дасть змогу здійснювати цю операцію не змінюючи стану зразків (розтягу або стиснення) та кліматичних умов (тобто в камері); г) прилади для вимірювання деформацій, зусиль, напружень та електричного опору деревини.

Цю задачу: *підтвердити або спростувати зв'язок між механічними напруженнями та швидкістю сушіння деревини і виникненням різниці електричних опорів стисненого та розтягненого зразка за мінімальних затрат ресурсів,* було вирішено у експерименті, який вдалося провести за поданою нижче методикою. Електричний опір в експерименті визначався за методом вольтметра та амперметра на частоті 80 Гц. Як електроди використовувались

прямокутники тонкої алюмінієвої фольги розмірами 20×10 мм, щільно притиснуті з фіксованим зусиллям через прошарок поролону до зразка.

Для створення у зразках напруженого стану було використано спеціально розроблений важільний пристрій, схематично зображений на рис. 2.

1) станина; 2) важіль; 3) тягар;
4) стиснений зразок;
5) розтягнений зразок;
6, 7) тягло; 8) накладка;
9) кронштейн станини;
10) контрольний зразок;
11) пластикова оболонка

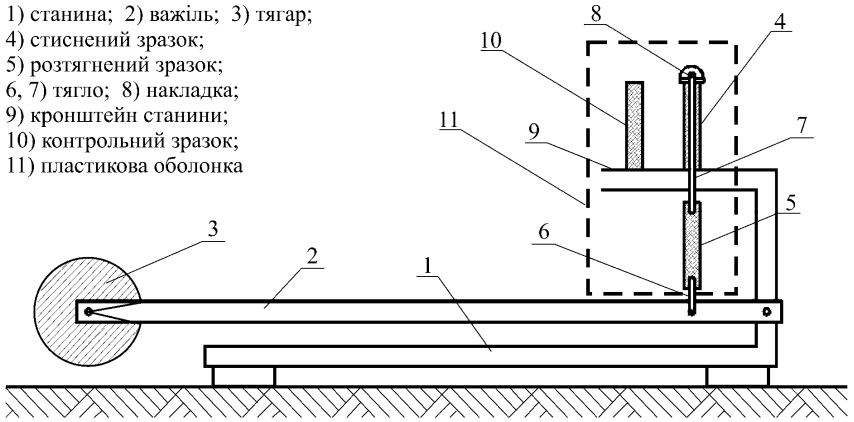

Рис. 2. Конструкція важільного пристрою навантаження зразків

Цей пристрій дозволив провести експериментальні дослідження, достатні для перевірки гіпотези залежності електричного опору та динаміки процесу сушіння від механічних напружень. Пристрій складається зі станини 1, на якій закріплена вісь важеля 2 з тягарем 3. Тягар в робочому стані утримується зусиллям, що передається через зразки 4 та 5, а також через тягло 6 та 7 і через накладку 8 притискає зразок 4 до кронштейна станини 9. Це саме зусилля розтягує зразок 5. Зразок 10 не навантажується і використовується як контрольний. Для вирівнювання умов висушування зразків, для сповільнення процесу сушіння з метою отримання більш рівномірного розподілу вологи у зразках та створення умов для максимального прояву очікуваної залежності, зона розташування зразків охоплена прозорою пластиковою оболонкою 11 з регульованою щілиною для обміну вологою з оточуючим середовищем. Ця оболонка частково виконує функції кліматичної камери: вона вирівнює умови сушіння навколо зразків, але не може стабілізувати вологість та температуру середовища. Для зразків, незалежно від напрямку навантаження, було обрано форму паралелепіпеда.

Це дозволило забезпечити однакові умови вологообміну зразків та підвищити відносний об'єм робочої частини зразка, навантаженого на розтяг, порівняно зі стандартною формою з масивною головкою. Кріплення зразка 5 здійснено за допомогою двох отворів і вставлених у них пальців. Для зменшення контактних напружень у деревині залізна вісь пальців вкрита відносно м'якою пластиковою оболонкою, що виступає над поверхнею зразка і утримує тягло на певній відстані для забезпечення вільного вологообміну поверхні. Пластикова оболонка пальців до того ж зберігає цілісність зразка у випадку багаторазового монтажу та демонтажу на пристрої навантаження під час зважувань. На відстані 11 мм від країв зразка 5 для кріплення пальців

пристрою навантаження було просвердлено отвори діаметром 4 мм (рис. 3). Для забезпечення більшої міцності зразків пальці розташовувались здовж волокон деревини.

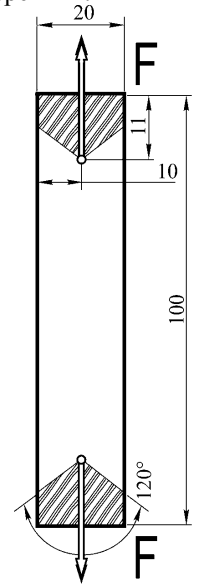

Рис. 3. Зони стисненої деревини на розтягненому зразку

З метою отримання максимальної зміни об'єму зразків було обрано тангентальний та радіальний напрямок навантаження. Довжина зразків (у напрямку навантаження) знаходилась у межах 78-102 мм. Поперечні (відносно навантаження) розміри зразків становили 20*20 мм з допуском ±2 мм. Для випробувань використовувались комплекти суміжних зразків. Змінюючи вагу важеля 2, підбиралося зусилля, що створює напруження у зразках. Важільний пристрій забезпечував постійне зусилля у випадку деформації зразків.

Для експерименту було використано раніше висушену деревину сосни, що була намочена у воді до вологості 130 %, та деревину ясена, що була підсушена вперше до 40-50 %. На кожне випробування вибиралися зразки, вирізані з суміжних ділянок однієї дошки.

Дослідження 1. На першому етапі експерименту для виявлення різниці у швидкості сушіння стисненої та розтягнутої деревини були підготовлені пари малих чистих суміжних зразків сосни зі щільністю деревини у межах 400-460 кг/м^3. Контрольні зразки у цьому досліді не використовувались, що спростило доведення комплектів зразків до заданих рівнів вологості. Важелем 2 у зразках створювалось невелике напруження 0,25 мПа у тангентальному напрямку.

Зміну вологості зразків сосни у процесі сушіння відображено у даних табл. 1 та у більш наочному вигляді – на графіках (рис. 4). Результати експерименту однозначно свідчать про більшу швидкість втрати вологи розтягнених зразків порівняно зі швидкістю сушіння стиснених зразків. Як видно з табл. 1, за вологості ≥30 % навіть незначні напруження відносно границі міцності (що на розтяг у тангентальному напрямку становить 2,1 МПа для сосни ≥ 30 % вологості [7]) істотно змінюють процеси вологообміну. Різниця втрат вологи розтягненого та стисненого зразка за час експерименту знаходиться в межах 51-80 %.

Аналогічні умови стиснення та розтягу матеріалу спостерігаються під час сушіння деревини, але внутрішні напруження при цьому сягають межі міцності, тому вплив їх на швидкість сушіння може бути незрівнянно більшим. Об'єктивно порівнювати швидкості втрати вологи зразками можна за

двома критеріями: часом, за який стиснений та розтягнений зразок змінили свою вологість на певну величину, та кількістю вологи, втраченої за фіксований проміжок часу.

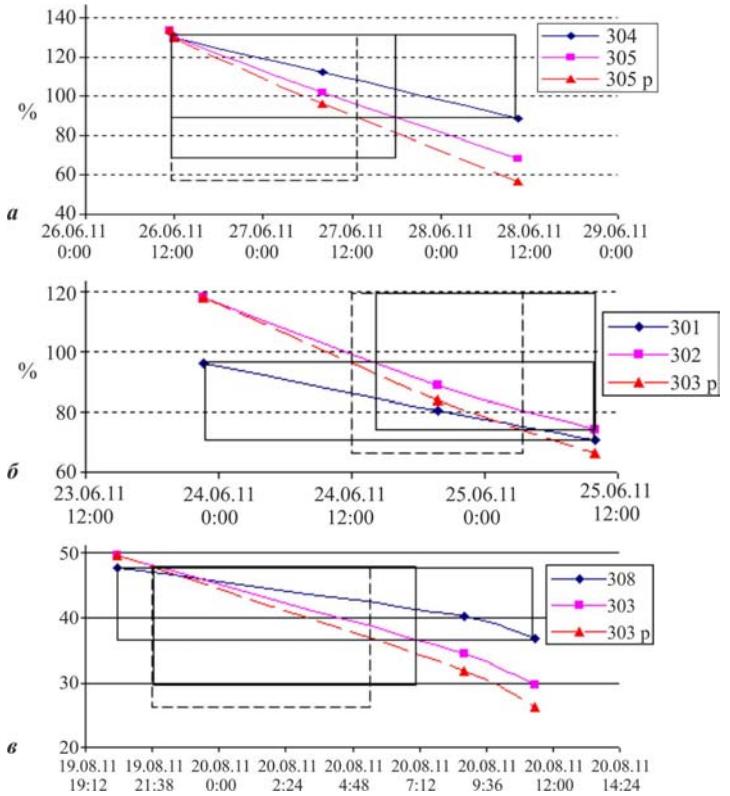

Рис 4. Зміна вологості зразків сосни у процесі сушіння: *зразки 304, 301, 308 стиснені; зразки 305, 302, 303 розтягнені; 305р, 302р, 303р розтягнена деревина зразків*

Табл. 1. Порівняння втрат вологи зразками деревини сосни

Номер комплекту зразків	Зразок	Тангентальне навантаження 0,25 мПа	Вологість %		Втрата вологості %	Відношення втрат вологості	
			початкова	кінцева		без корекції	з корекцією
1	304	стиснення	129,9	88,7	41,2	1,51	1,77
	305	розтяг	130,4	68,0	62,4		
2	301	стиснення	95,9	70,5	25,4	1,74	2,04
	302	розтяг	118,1	74,0	44,1		
3	308	стиснення	47,6	36,6	10,9	1,80	2,12
	303	розтяг	49,5	29,8	19,7		

На графіках (рис. 4) сторони побудованих прямокутників ілюструють обидва ці параметри: висота прямокутника пропорційна величині зміни вологості зразка; а ширина прямокутника зображає час, потрібний зразку для зміни вологості на певну величину. Чим вужчий і вищий прямокутник, тим

швидше іде процес сушіння відповідного зразка. Для перевірки ідентичності умов сушіння зразків проводились відключення навантажень на 3-9 год за умови близьких значень вологості зразків комплекту. Виявилось, що за час таких відключень навантаження, втрати вологи зразками одного комплекту завжди були рівними з точністю до 0,01 гр. Така різниця втрати вологи не перевищує похибки від дискретності відліків ваги, що була використана в експерименті. Це *підтверджує вплив на швидкість сушіння та зміну електричного опору напружень деревини*, за відсутності яких зразки сохнуть та змінюють свій опір з однаковою інтенсивністю. Відзначимо, що частина об'єму розтягненого зразка у проміжку від отвору для пальця до краю займає стиснений матеріал, який висихає значно повільніше за розтягнений. Якщо прийняти вказані на рис. 3 положення та розміри зони стисненої деревини, то простими геометричними підрахунками знайдемо, що 14,9 % деревини розтягненого зразка є стисненою.

Визначена зважуванням вологість розтягненого зразка є середньою за об'ємом. З рівняння кількості вологи

$$W_{сер}\, m = a \cdot m \cdot (W_c - \Delta W) + m\,(1\text{-}a) \cdot W_c \qquad (1)$$

отримуємо значення різниці вологості стисненої та розтягненої частини зразка:

$$\Delta W = (W_{сер} - W_c)/a = 1{,}175 \cdot (W_{сер} - W_c), \qquad (2)$$

де: a = 1 – (14,9/100)=0,851– об'ємна частка розтягненого матеріалу зразка; $W_{сер}$ – середня вологість розтягненого зразка, визначена ваговим методом; W_c – вологість стисненої частини розтягненого зразка (приймемо рівною вологості стисненого зразка); ΔW – різниця вологості стисненої та розтягненої частини зразка; m– маса деревини зразка.

На рис. 4 пунктирними лініями показано розрахований графік зміни вологості розтягненої деревини зразка. Відповідна корекція, проведена за даними табл. 1, показує, що навіть *відносно невеликі напруження можуть істотно змінити час сушіння деревини.*

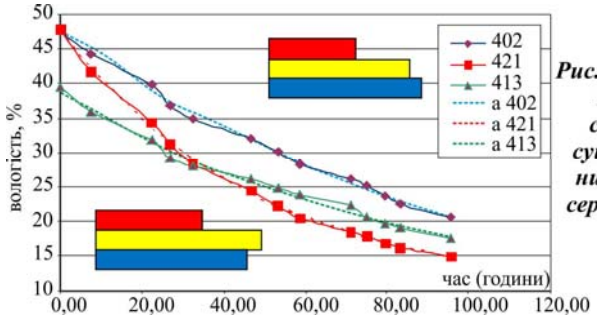

Рис.5. Сушіння деревини ясена. На гістограмах верхній стовпчик відповідає часу сушіння розтягненого (421), нижній – стисненого (402), середній– контрольного (413) зразків

Рис. 5. Сушіння деревини ясена. *На гістограмах верхній стовпчик відповідає часу сушіння розтягненого (421), нижній – стисненого (402), середній – контрольного (413) зразків*

Дослідження 2. На другому етапі експерименту досліджувався вплив навантаження на швидкість першого сушіння зразків деревини ясена на межі гігроскопічної вологості. Для дослідів використовувався комплект із трьох

малих чистих суміжних зразків. Наявність не навантаженого третього зразка дала змогу визначити відхилення у швидкості втрати вологості стисненого та розтягненого зразків від контрольного. Графіки зменшення вологості зразків наведено на рис. 5. Як допоміжні на цьому графіку наведено гістограми часу, витраченого для зменшення вологості зразків від 40 % до 30 % (верхня), та від 30 % до 20 % (нижня гістограма).

Табл. 2. Параметри процесу сушіння деревини ясена на межі гігроскопічної вологості

Зразок	Напрямок тангентального навантаження 0,38 МПа	Зміна вологості зразків, %		Час втрати вологи, год.	Відносна швидкість сушіння зразків	
		від	до		до контрольного	навантажених зразків
402	стиснення	40	30	33,2	0,933	1,732
421	розтяг	40	30	19,2	1,616	
413	контрольний	40	30	31,0	1,000	–
402	стиснення	30	20	46,8	1,100	1,438
421	розтяг	30	20	32,6	1,582	
413	контрольний	30	20	51,5	1,000	–

Числові дані, що характеризують процеси сушіння зразків ясена, наведено у табл. 2. Навіть без врахування стисненої зони розтягненого зразка відмінності у часі зменшення вологості для мокрої деревини становлять 1,73, а для вологої – 1,44 раза. Звертає увагу, що за вологості понад 30 % розтягнений зразок деревини ясена втрачав вологість на 62 % скоріше, а стиснутий – на 7 % повільніше за контрольний, у разі зменшення вологості нижче 30 % обидва навантажених зразка стали сушитися скоріше за контрольний, на 58 % та 10 % відповідно. Зміна відношень швидкостей сушіння навантажених і контрольного зразків залежно від рівня вологості може пояснюватись різними механізмами впливу напружень на сушіння деревини залежно від присутності вільної вологи.

Табл. 3. Параметри експоненціальних функцій апроксимації зміни вологості зразків

Рисунок	Зразок	Порода	Навантаження		Межі апроксимації, %	Параметри апроксимації			R^2	$b_{ст}/b_р$
			напрям	вид		ΔW, %	b	W_0, %		
5	402	ясен	танг	стисн	47-15	47,44	4,823	-0,09	0,996	2,42
	421		танг	розтяг		37,85	1,989	9,78	0,998	
	413		–			29,85	3,311	9,04	0,990	–
6	601	сосна	рад	стисн	40-10	30,30	2,646	5,40	0,996	2,64
	602		рад	розтяг		27,88	1,002	9,42	0,996	

За гігроскопічної вологості таке ж співвідношення швидкостей сушіння було помічено на зразках сосни, які і розтягнені (305, 302, 303), і стиснені (304, 301, 308) без навантаження висихали повільніше, ніж під навантаженнями. Відсутність стабілізованого режиму сушіння призвела до періодичних змін швидкості сушіння деревини внаслідок добових коливань вологості та температури повітря. Ці коливання, як видно на графіках (рис. 5), мають помітний

вплив на процес сушіння та утрудняють аналіз результатів дослідження. Апроксимація залежності вологості від часу експоненціальною функцією виду:

$$W(t) = \Delta W e^{-t/b} + W_0 \qquad (4)$$

дозволила отримати гладку функцію з високою достовірністю апроксимації (R^2). Параметри експоненціальних функцій апроксимації ΔW, b, W_0, R^2 подано у табл. 3.

Дослідження 3. Для експерименту було використано три малих чистих суміжних зразки сосни: 601, 602, 603. У радіально навантажених зразках створювалось напруження 0,2 МПа. Графічну залежність зміни вологості з часом навантажених у радіальному напрямку зразків сосни подано на рис. 6, а параметри апроксимації цієї залежності наведено у табл. 3. Швидкість перебігу експоненціальних процесів можна порівнювати за значенням сталої часу b. В останній колонці табл. 3 наведено відношення сталих часу стисненого та розтягненого зразків $b_{ст}/b_р$. Результати експерименту показали, що і за радіального напруження розтягу (602) деревина має значно більшу швидкість втрати вологи, ніж стиснута (601) і ненавантажена (603).

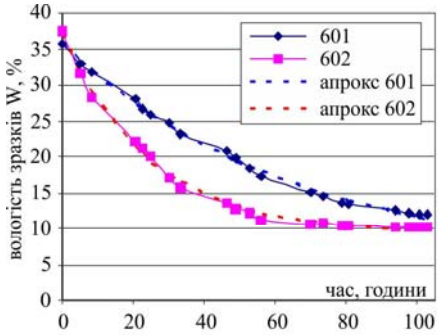

Рис. 6. Зміна вологості радіально навантажених зразків сосни:
601 – стиснений зразок;
602 – розтягнений зразок

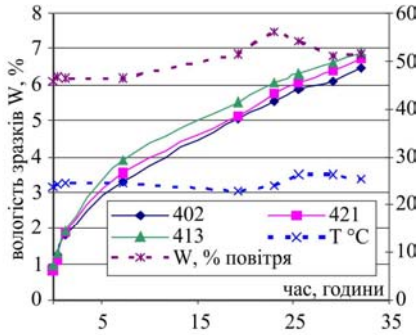

Рис. 7. Абсорбція вологи зразками ясена: *402 – стиснений;*
421 – розтягнений;
413 – контрольний зразок

Дослідження 4. За даними апроксимації, наведеними у табл. 3, стиснуті зразки виділяються не тільки більшою сталою часу перехідного процесу зміни вологості, але й низьким рівнем кінцевої вологості W_0. Тому було проведено перевірку зміщення внаслідок тангентального навантаження рівня рівноважної вологості на зразках ясена у процесі абсорбції вологи. Графік збільшення вологості зразків подано на рис. 7. На рисунку зображено на додатковій шкалі графіки зміни температури та вологості повітря у приміщенні. Істотної зміни рівня врівноваженої вологості зразків у цьому експерименті не спостерігалося. Це означає, що з наближенням до рівноважного стану під час сушіння деревини крива зменшення вологості має значні відхилення від наведеної вище експоненціальної залежності. Дослідження цих процесів потребує сталих кліматичних умов експерименту.

Головні висновки. Отримані експериментальні дані свідчать про те, що головним чинником розбіжності електричних опорів є різниця вологості стисненого та розтягненого зразків, яка накопичується у процесі невпинного природного сушіння. Залежність процесу видалення вологи з деревини від тангентального та радіального напруження матеріалу є істотною. Така залежність явно виражена як у хвойної породи – сосни, так і у листяної кільцесудинної породи – ясена, в широкому діапазоні вологості деревини від 130 до 10 %. Внутрішні напруження, що виникають під час сушіння деревини, впливають на процеси вологообміну в матеріалі та матеріалу з середовищем, і таким чином, на його електричний опір. Вивчення, врахування та використання виявленого явища дасть змогу удосконалити процеси контролю та технологію сушіння деревини.

Література

1. Голицын В.П. Оценка достоверности измерения влажности древесины хвойных пород различными методами и влагомерами // Лесной эксперт N 15, В.П. Голицын, канд. техн. наук, доцент, главный специалист ООО "ВИТ-Агро", г. Барнаул, Россия, Н.В. Голицына, магистр, менеджер компании " Toshiba ", г. Нью-Йорк, США.

2. Accuracy of a capacitance-type and three resistance-type pin meters for measuring wood moisture content Philip J. Wilson, Forest products journal. – 2007. – Vol. 49, No. 9.

3. Поберейко Б.П. Теоретичні основи розрахунку міцності деревини зі змінними потенціалами тепломасоперенесення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.23.06 – "Технологія деревообробки, виготовлення меблів та виробів з деревини" / Поберейко Богдан Петрович. – Львів, 2011. – 40 с.

4. Флуд Л.О. Дослідження взаємозв'язку релаксаційно-деформівних, тепломасо-обмінних та міцнісних процесів у висушуваній деревині / Л.О. Флуд, Б.П. Поберейко // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2011. – Вип. 37.1. – С. 89-92.

5. Соколовський Я.І. Дослідження текучості деревини та її особливості / Я.І. Соколовський, Б.П. Поберейко // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2008. – Вип. 34. – С. 90-98.

6. Поберейко Б.П. Синтез тепломасообменных, реласационно-деформационных и прочностных процессов в гигроскопических материалах / Б.П. Поберейко, Я.И. Соколовский // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. научн. трудов. – Брянськ (РФ) : Изд-во БГИТА. – 2007. – Вып. 18. – С. 133-137.

7. Вінтонів І.С. Деревинознавство : навч. посібн. / І.С. Вінтонів, І.М. Сопушинський, А. Тайшінгер. – Львів : Вид-во "Апріорі", 2007. – 312 с.

Борисов В.М., Кенс И.Р., Поберейко Б.П. **Экспериментальная проверка зависимости электрического сопротивления и потерь влаги от механических напряжений в процессе сушки древесины**

Показано различие изменений электрического сопротивления сжатой и растянутой древесины в процессе сушки. Доказано, что причиной возникновения различий электрического сопротивления является влияние механических напряжений на скорость потери влаги образцами. Это свойство влияет на распределение влаги в материале под действием внутренних напряжений. Изучение механизма этого явления открывает путь к более полному контролю состояния древесины при сушке и совершенствованию технологических процессов сушки древесины.

Ключевые слова: древесина, электрическое сопротивление, сушка древесины, влажность древесины, напряжение.

Borisov V.M., Kens I.R., Pobereyko B.P. **Experimental verification of dependence of electrical resistance and loss of moisture from the mechanical stresses in the timber**

Show the difference of changes of electrical resistance and the spread of compressed wood during drying. It is proved that the cause of differences in electrical resistance is the influence of mechanical stress on the rate of moisture loss of samples. Marked property have effect distribute of moisture in the material under tension. Studying the mechanism of this phenomenon opens the way for better control of wood and improvement of technological processes of drying wood.

Keywords: wood, electric resistance, wood drying, humidity of wood, pressure in a material.

УДК 629.113.06:628.83

Доц. О.Т. Возняк, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

ПОВІТРОРОЗПОДІЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЄЮ ЗУСТРІЧНИХ НЕСПІВВІСНИХ СТРУМИН У ПУЛЬСУЮЧОМУ РЕЖИМІ

Розглянуто повітророзподілення взаємодією зустрічних неспіввісних струмин у пульсуючому режимі. Визначено динамічні параметри повітряного потоку, утвореного взаємодією зустрічних неспіввісних плоских струмин, при їх витіканні в пульсуючому режимі та створенні динамічного мікроклімату в приміщенні.

Ключові слова: повітророзподілення, плоска струмина, пульсуючий режим, динамічний мікроклімат, взаємодія струмин, зустрічні неспіввісні струмини, швидкість руху повітря, витрата.

Постановка проблеми. Дослідження у приміщеннях як громадських, так і промислових будинків свідчать про те, що на тепловідчуття людини сприятливо впливають саме змінні подразники [1]. Змінний режим витікання припливних струмин означає створення динамічного мікроклімату і на терморегуляції організму людини відображається позитивно.

По суті людина піддається дії динамічного мікроклімату, постійно перебуваючи у природних умовах, а відтак звикла до постійних коливань температури, рухомості повітря та його вологості. Звідси є очевидною доцільність створення динамічного мікроклімату також і в закритих приміщеннях. При цьому важливо знати, в яких межах необхідними та допустимими є коливання метеофакторів упродовж дня.

Мета та задачі досліджень. Метою роботи є визначення динамічних параметрів повітряного потоку, утвореного взаємодією зустрічних неспіввісних плоских струмин, при їх витіканні в пульсуючому режимі та створенні динамічного мікроклімату в приміщенні

Розглянемо схему взаємодії зустрічних неспіввісних плоских струмин при їх витіканні у пульсуючому режимі (рис. 1), де витрата і початкова швидкість змінюються за періодичним законом, причому зі зміщенням на 1/2 періоду, тобто зі зсувом фаз коливань швидкості руху повітря $\Delta\varphi = \pi$. У зв'язку з цим при їх взаємодії утворюється стояча хвиля (рис. 2).

Визначимо параметри результуючого потоку, що розвивається у вільному просторі. Струмини є плоскими, для яких осьова швидкість V_x у розрахунковій точці А з координатою x_A у випадку усталеного руху (частковий випадок пульсуючого режиму) визначається відомою формулою розрахунку осьової швидкості V_x при відомій початковій V_o [3]:

$$V_x = V_o \cdot m\sqrt{\frac{b}{x}}. \qquad (1)$$

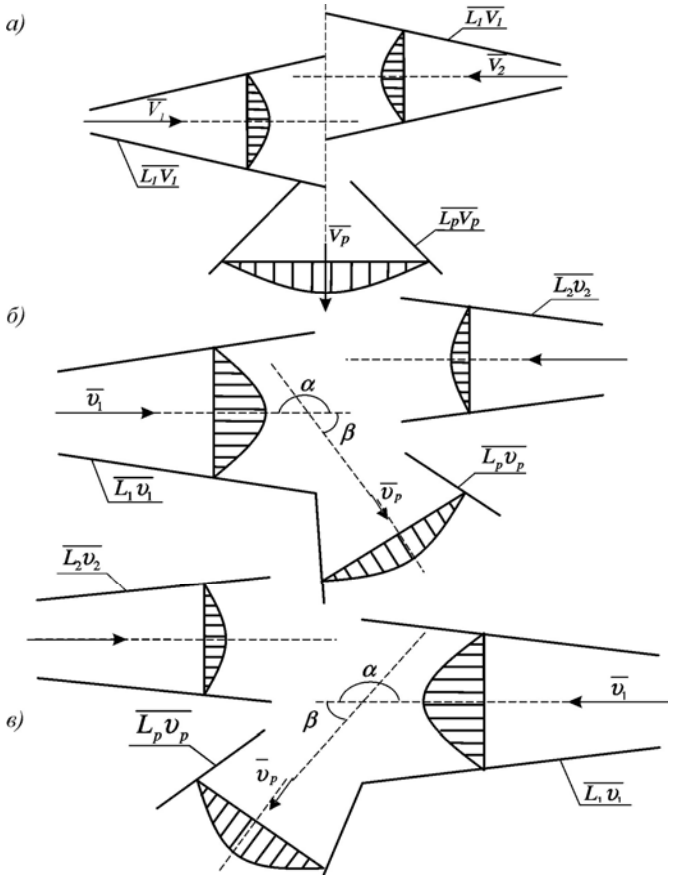

Рис. 1. Схема взаємодії зустрічних неспіввісних плоских струмин:
а) $L_1 = L_2$ б) $L_1 > L_2$ в) $L_1 < L_2$

При використанні пульсуючої подачі з допомогою відповідного пристрою [2] початкова швидкість V_o виходу струмини з певного насадка буде коливатись за періодичним законом: тобто буде змінюватись в межах від $V_{0_{min}}$ до $V_{0_{max}}$:

$$V_0 = \overline{V}_0 + A \cdot \sin \omega t, \qquad (2)$$

де: $\overline{V}_0$ – середнє значення V_0 за період коливань, м/с; A – амплітуда коливань величини V_0, м/с; ω – циклічна (колова) частота коливань, $с^{-1}$; t – проміжок