

РОЗДІЛ 1

СИСТЕМОТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 674*047

ОСОБЛИВОСТІ СУШІННЯ ПИЛОПРОДУКЦІЇ З ДЕРЕВИНИ ЯСЕНЯ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

О. О. Пінчевська, доктор технічних наук, професор,

С. М. Компанець, аспірант

(НУБіП України)

Наведені результати експериментальних досліджень рівномірності циркуляції сушильного агента по матеріалу в сучасних конвекційних камерах різних конструкцій, кінетики сушіння ясеневі пилопродукції, визначення вологісних показників якості сушіння за показниками дистанційних вологомірів

Останнім часом спостерігається попит на вироби з деревини ясеня. За своїм виглядом та властивостями ясен схожий на і дуб, іноді ці породи не можна розпізнати, але особливості внутрішньої будови роблять їх неоднаковими щодо процесу сушіння. На відміну від достатньо дослідженої деревини дуба, термофізичні характеристики ясеня поки відсутні і це дозволяє лише орієнтовно обирати потрібні параметри режимів його сушіння.

Режими, що рекомендують виробники імпортованих сушарок, не враховують відмінності між умовами, в яких зростала деревина. Вимушене поєднання ясеня в групи з іншими породами негативно позначається на результатах та собівартості його сушіння. Враховуючи порівняно незначну площу лісів, де росте ясен - 2,4% загальної площі лісів України [1,2], необхідно ґрунтовно вибирати режими сушіння, які б забезпечували якісне сушіння пилопродукції з деревини ясеня та, відповідно, не знижували термін експлуатації виробів з неї.

Мета дослідження – дослідження кінетики сушіння пилопродукції з деревини ясена для подальшої розробки оптимальної технології сушіння.

Методика дослідження. Для дослідження якості сушіння пилопродукції з деревини ясеня у виробничих умовах було використано методику, наведену в ДСТУ 4921 : 2008 «Пилопродукція. Оцінювання якості сушіння» [3].

Щоб врахувати вплив сушильної камери на процес сушіння, необхідно визначити її теплове та аеродинамічне поле. Для цього було використано методику, висвітлену монографіях [4,5] Розсіювання аеродинамічного поля у сушарці визначають за допомогою вимірювача швидкості газових потоків ИС-1. Швидкість агента сушіння вимірюється в різних зонах штабеля на виході повітря з нього. При вимірюванні швидкості циркуляції агента сушіння в камері зонд приладу розміщують на шляху повітряного потоку так, щоб останній приводив у рух чутливий елемент – крильчатку.

З метою дослідження кінетики сушіння ясеневих пиломатеріалів у сушарці використано 12 датчиків поточної вологості деревини, які встановлені у контрольних зразках, розміщених у різних частинах штабеля. Контроль за температурою та відносною вологістю повітря у камері на вході агента сушіння в штабель відбувався за показами датчиків температури та відносною вологістю.

Результати дослідження та їх аналіз. Дослідні сушіння проводилися в двох камерах таких виробників: «O. S. Panto» (Італія), «Giper» (Україна), розміщених на підприємствах Вінницької та Київської областей. Спочатку були проведені вимірювання швидкості потоків агента сушіння у штабелях. Статистична обробка результатів дослідження свідчить, що аеродинамічне поле жодної із сушильних камер не є рівномірним. Це є перешкодою для досягнення в них високої категорії якості сушіння.

У італійських камерах фірми «O. S. Panto» задовільний розкид швидкості циркуляції (середня швидкість повітря $v_{сер} = 1,1$ м/с, коефіцієнт варіації $V_v = 35,1$ %) було досягнуто при закритих припливно-витяжних каналах та всіх працюючих вентиляторах. При вимкненні половини вентиляторів протягом всього періоду сушіння, що для економії споживання електроенергії

спостерігається на підприємстві, нерівномірність швидкості циркуляції стає дуже великою (середня швидкість повітря $v_{сер} = 0,3$ м/с, коефіцієнт варіації $V_v = 73,2$ %).

У сушарках вітчизняної фірми «Giper» аеродинамічне поле також виявилось нерівномірним – середня швидкість повітря $v_{сер}$ становила 0,7 м/с та 0,6 м/с, а коефіцієнт варіації – відповідно 42,3 % та 48,6 %. Отже, операторам цих камер для поліпшення результатів сушіння слід пом'якшувати режими і збільшувати термін обробки. У випадку, якщо ці заходи не дозволять досягти бажаної категорії якості сушіння – необхідно поліпшити аеродинамічні показники через модернізацію схеми циркуляції повітря та корисного використання потужності електродвигунів.

Шляхом проведення п'яти дослідних сушінь у різних камерах фірми «O. S. Panto» було досліджено кінетику сушіння ясеневих заготовок. За результатами вимірювань побудовані графіки зміни температури сушильного агента $t_{сер}$, рівноважної W_p та середньої поточної $W_{сер}$ вологості пилопродукції протягом процесу сушіння.

Отримані результати свідчать, що у ході дослідних сушінь застосовували температури від 25,9 °С до 62 °С. Рівноважна вологість змінювалася від 17,2 % до 3,1 %. Як видно з рис. 1, на відміну від стандартизованих вітчизняних режимів, де температура агента обробки змінюється ступінчасто, в італійських камерах застосовуються неперервні режими сушіння.

В табл.1 наведені дані фактичної тривалості сушіння та результати розрахунків за табличним методом для тих же умов тривалість процесу [6], а саме для заготовок з деревини ясеня перетином 27х(50 або 70) мм, які висушувалися від відповідної ($W_{поч} > 30$ %) початкової вологості до заданої кінцевої $W_{кін} = 8$ % . Видно, що фактична тривалість сушіння пилопродукції з ясеня виявилася в середньому у три рази довшою, ніж це передбачається за табличним методом. Така розбіжність вкотре свідчить про необхідність вдосконалення табличного методу розрахунку тривалості сушіння, оскільки він не враховує впливу багатьох чинників, пов'язаних із особливостями

конкретного сушильного обладнання та зміною технології процесу, що відбулася протягом останніх десятиліть.

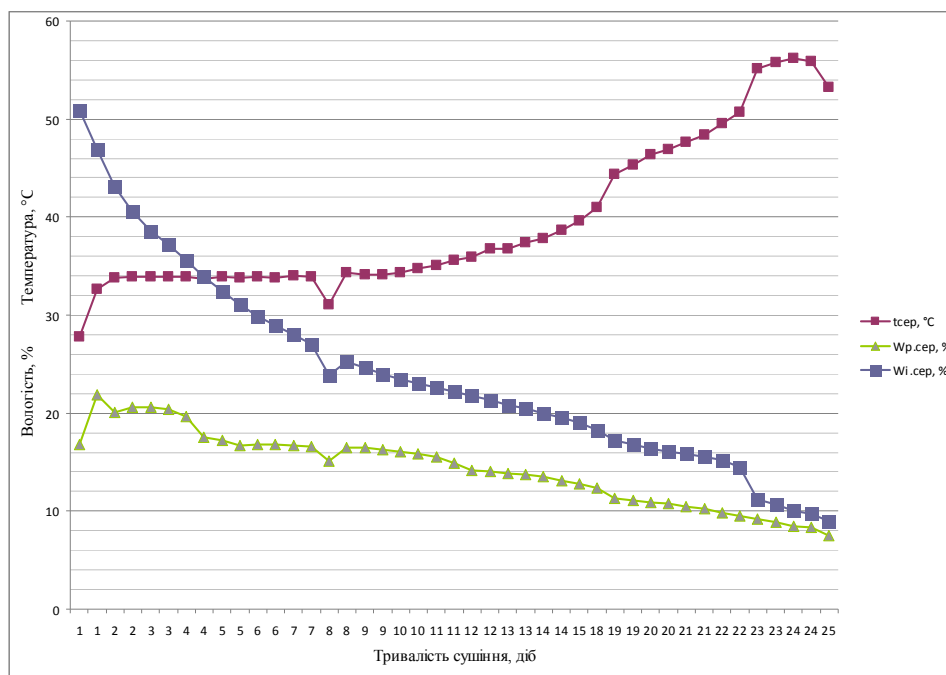


Рисунок 1. Графік зміни температури сушильного агента $t_{сер}$, рівноважної $W_{p.сер}$ та середньої поточної $W_{i.сер}$ вологості ясеневих пиломатеріалів під час дослідного сушіння № 5

Таблиця 1 - Зведені дані про тривалість та результати дослідних сушінь ясеневих пиломатеріалів товщиною 27 мм в камері O. S. Panto

№ сушіння	Тривалість процесу, діб		Середня вологість деревини	
	Фактична	Очікувана	Початкова $W_{поч.}, \%$	Кінцева $W_{кінц.}, \%$
1	21,5	8,17	41,9	7,3
2	19,8	7,57	31,2	5,3
3	28	6,88	45,2	9,1
4	16,7	6,33	36,3	8,3
5	24,8	7,36	51,0	9,0

Рівномірність кінцевої вологості партії висушених пиломатеріалів згідно

[3] оцінюється за величиною середнього квадратичного відхилення в межах $\pm 2\sigma_w$. Розрахунок прогнозованого розсіювання кінцевої вологості проведено за перетвореним рівнянням [4] :

$$\sigma_w^{(n)} = \sqrt{\left(\frac{W_{nep}^{(n)} - W_p^{(n)}}{W_{nep}^{(n-1)} - W_p^{(n)}}\right)^2 d_w^{(n-1)} + d_{w_p}^n}, \quad (1)$$

де n – індекс ступеня режиму;

$W_{nep}^{(n)}$ – значення перехідної вологості на n -ому ступені режиму, %;

$W_{nep}^{(n-1)}$ – значення перехідної вологості на попередньому ступені режиму, %, для початкових умов $W_{nep}^{(n-1)} = W_0$;

W_0 – початкова вологість матеріалу, %;

$W_p^{(n)}$ – рівноважна вологість на n -ому ступені режиму, %;

$d_{w_p}^n$ – дисперсія рівноважної вологості на n -ому ступені режиму;

$d_w^{(n-1)}$ – дисперсія початкової вологості на $(n-1)$ -ому ступені режиму,

при $n=0$ дорівнює дисперсії початкової вологості d_{w_0} .

Залежність між коливаннями швидкісного V_v , %, та теплового V_t , %, полів у штабелі пиломатеріалів описується емпіричним рівнянням [4]:

$$V_t = 0,25V_v - 2,85 \quad (2)$$

Враховуючи те, що у сушарці фірми «O. S. Panto» коефіцієнти варіації дорівнювали $V_v = 35,1$ % та $V_v = 73,2$ %, знайдено очікувані коефіцієнти варіації температурного поля, які становили відповідно $V_t = 5,9$ % та $V_t = 15,4$ %.

Для розрахунку можливого розсіювання кінцевої вологості пиломатеріалів було використано лише початкові та кінцеві значення вологості пиломатеріалів кожного з п'яти дослідних сушінь, оскільки на сьогодні відсутнє рівняння для математичного сподівання вологості пилопродукції з деревини ясеня. Результати розрахунків та дані експериментальних досліджень наведені на рис.2.

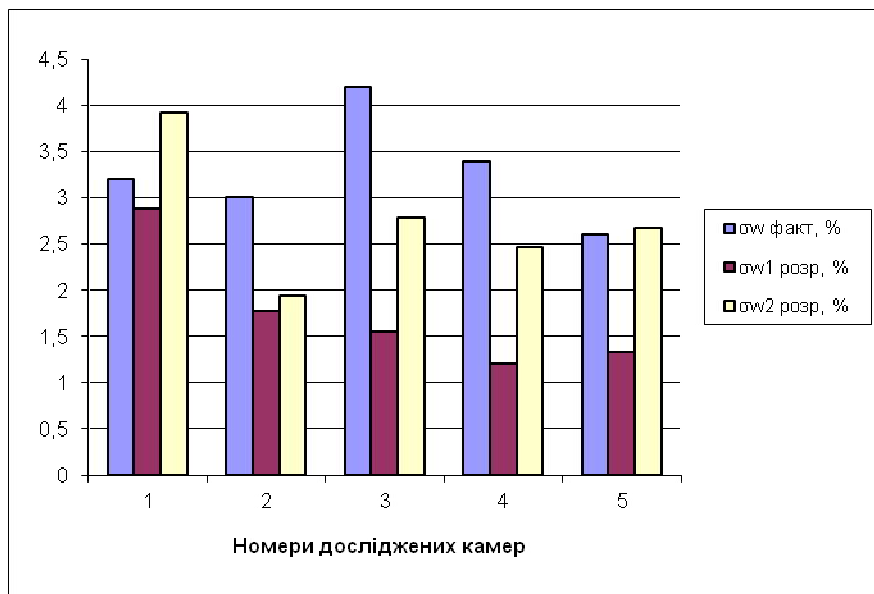


Рисунок 2. Порівняння фактичного та розрахованого (1- для $V_v = 35,1 \%$ 2- для $V_v = 73,2 \%$), середнього квадратичного відхилення кінцевої вологості ясеневі пилопродукції товщиною 27 мм

Видно, що середнє квадратичне відхилення фактичної кінцевої вологості відрізняється від прогнозованої величини. Це свідчить про необхідність проведення досліджень з визначення термодинамічних коефіцієнтів деревини ясеня, які б дали можливість побудувати рівняння кінетики його сушіння в низькотемпературних камерах. У разі наявності такого рівняння розрахунки прогнозованого розсіювання кінцевої вологості будуть мати більшу точність, що дозволить використовувати їх під час вибору раціонального режиму сушіння.

Розрахунки очікуваної дисперсії кінцевої вологості у всіх камерах були проведені за даними вимірювання швидкості циркуляції в камері №5. Таке припущення зроблено тому, що камери за конструкцією, місткістю та специфікацією висушуваного матеріалу є принципово однаковими, хоча розсіювання початкової вологості пилопродукції в камерах відрізнялось. Тому спостерігається деяка розбіжність між розрахунковими і фактичними даними.

З рис.2 видно, що у камерах № 3-5 у разі роботи всіх вентиляторів можна досягти бажаної категорії якості сушіння. Проте, для зменшення витрат на

електрику половину вентиляторів відключили, що призвело до нерівномірного розсіювання кінцевої вологості матеріалу. Позитивного результату, тобто відповідності II категорії якості, не вдалося досягти незважаючи на значне затягування процесу.

Отже, підприємствам, які для досягнення якісного сушіння змушені затримувати процес, збільшуючи при цьому його собівартість, можна рекомендувати організувати атмосферне підсушування пилопродукції. Це зменшить вартість висушеного матеріалу також і за рахунок зменшення розсіювання початкової вологості напівфабрикатів, що завантажуються в камеру.

Список літератури

1. Загальна характеристика лісів України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.lisproekt.gov.ua>; <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish>
2. Лісове господарство України. – К.: Вид-во «Держ. ком. лісового господарства України», 2009. – 71с.
3. ДСТУ 4921 : 2008. Пилопродукція. Оцінювання якості сушіння. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 7 с. (Національний стандарт України).
4. Пінчевська О. О. Прогнозування якості сушіння пиломатеріалів / Пінчевська О. О. – К. : Аграр Медіа груп, 2010. – 228 с.
5. Пінчевська О. О. Управління якістю сушіння пиломатеріалів / О.О.Пінчевська, В.С.Коваль, Н.В.Марченко – К. : Освіта України, 2012. – 176 с.
6. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины : [сборник] / [ред. коллегия Е. С. Богданов, П. С. Серговский, Л. Н. Кротов, Г. С. Шубин]. – Архангельск : ЦНИИМОД, 1985. – 144 с.

Аннотация

ОСОБЕННОСТИ СУШКИ ПИЛОПРОДУКЦИИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЯСЕНЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е. А. Пинчевская, С. М. Компанец

Представлены результаты экспериментальных исследований циркуляции сушильного агента по материалу в современных конвективных камерах разных конструкций, кинетики сушки пилопродукции из древесины ясеня, определения влажностных показателей качества сушки по показаниям дистанционных влагомеров

Abstract

THE PECULIARITIES OF FACTORY ASH LUMBER DRYING

O.O.Pinchevska,S.M.Kompanets

The results of experimental study of circulation evenness determination of drying agent through the material in different modern convection driers, ash lumber drying kinetics, determination of drying quality by moisture meters data's are presented.