

Табл. 2. Малоциклова довговічність алюмінієвих сплавів залежно від температури випробувань

Сплав	Температура випробувань, К	Кількість циклів до руйнування (N) за амплітуди деформації ϵ_d , %	
		2,2	1,5
1201	77	840 $\pm$ 60	1790 $\pm$ 290
	143	400 $\pm$ 30	1630 $\pm$ 330
	293	430 $\pm$ 15	960 $\pm$ 70
1440	77	360 $\pm$ 10	990 $\pm$ 80
	143	200 $\pm$ 30	960 $\pm$ 150
	293	100 $\pm$ 30	380 $\pm$ 10
1451	77	930 $\pm$ 110	1820 $\pm$ 120
	143	450 $\pm$ 20	1390 $\pm$ 70
	293	460 $\pm$ 110	1110 $\pm$ 60
1460	77	255 $\pm$ 30	2430 $\pm$ 500
	143	150 $\pm$ 50	810 $\pm$ 90
	293	200 $\pm$ 30	490 $\pm$ 70

Згідно отриманих результатів найбільш оптимальним комплексом міцнісних, втомних властивостей та пластичності у діапазоні температур 143...77 К володіє сплав 1460, що дозволяє рекомендувати його для виготовлення виробів, що працюють за умов криогенних температур.

Література

1. Алюминиевые сплавы при низких температурах/ Пер. с англ. под ред. И.Н. Фридляндера. – М: Металлургия, 1967. – 292 с.
2. Кишкин С.Т. Металловедение алюминевых сплавов. – М: Наука, 1985. – 238 с.
3. Механические свойства конструкционных материалов при низких температурах/ Пер. с англ. под ред. И.Н. Фридляндера. – М: Металлургия, 1983. – 429 с.
4. Фридляндер И.Н. Конструкционные алюминиево-литиевые сплавы// Металловед и терм. обраб. – 1990. – №4. – С. 2-8.
5. Фридляндер И.Н. Алюминиевые сплавы для авиакосмической техники. Сучасне матеріалознавство ХХІ сторіччя. – К.: Наук. думка, 1998. – С. 297-306.
6. Алюминий-литиевые сплавы. Структура и свойства/ И. Н. Фридляндер, К. В. Чуистов, А. Л. Березина, Н. Н. Колобнев. – К: Наук. думка, 1992. – 192 с.

УДК 674.047

Аспір. А.В. Полоз, І.А. Соколовський – УкрДЛТУ

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ВИДІВ КОНВЕКТИВНОГО СПОСОБУ СУШІННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Дана характеристика різних видів конвективного способу сушіння пиломатеріалів. Запропоновано критерії ефективності проведення процесу сушіння і дано математичний опис основним критеріям.

А.В. Полоз, І.А. Sokolovsky – USUFWT

Effectiveness of different methods of sawn timbers drying analyses

Given description of different appearances convective of saw timbers drying method. Offered the drying process taking effectiveness criterions and given mathematical description to basic criterions.

Конвективний спосіб сушіння деревини поділяють на два основні види: конвективно-атмосферний та конвективно-тепловий. Конвективно-атмосферне су-

шіння проводиться на відкритих складах або закритих приміщеннях з використанням теплоти атмосферного повітря. Конвективно-теплове сушіння можна поділити на такі підвиди: пароповітряне, при якому тепло передається до матеріалу конвективним способом від нагрітого атмосферного повітря (пароповітряної суміші); газове, з використанням як агента обробки топкових газів; парове, з використанням як агента обробки перегрітої пари або пари органічних речовин; рідинне, з використанням як агента обробки розчинів гідрофільних рідин або розплавів гідрофобних речовин; ротаційне, при якому додатково використовується відцентрова сила обертового руху; вакуумне, зі застосуванням різних способів нагрівання деревини; адсорбційне, з використанням для висушування агента обробки різних адсорбентів (солей, спиртів); конденсаційне, з використанням різних типів кондиціонерів, які висушують агент обробки.

Атмосферне сушіння пиломатеріалів відносять до конвективних процесів. Сам процес вологовіддачі є нестационарним і характеризується складними явищами перенесення тепла і вологи. Головна особливість атмосферного сушіння полягає у тому, що його технологія базується на максимальному використанні сушильного потенціалу атмосферного повітря. Поверхня матеріалу, яка омивається ненасиченим повітрям, втрачає вологу. Кількість випаровуваної вологи прямопропорційна площі поверхні випаровування та ступеню сухості повітря і обернено пропорційна тиску повітря (закон Дальтона). Другою особливістю атмосферного сушіння є сезонність процесу. Чим тривалішим і активнішим є сушильний сезон, тим ефективнішим є застосування атмосферного сушіння. Третя особливість атмосферного сушіння – низька температура сушильного агента ($t_c=5...30$ °C). При малій інтенсивності атмосферного сушіння існує ймовірність пошкодження деревини грибами. З цією метою процес сушіння необхідно інтенсифікувати за рахунок розрідженого укладання матеріалу або за рахунок продування штабелів матеріалу вентиляторними установками. Процес атмосферного сушіння є малокерованим, тому потрібно звернути увагу на розміщення штабелів відносно напрямку пануючих вітрів, їх кількості для створення своєрідного мікроклімату, щільності укладання штабелів залежно від породи деревини, товщини пиломатеріалів, клімату даної місцевості і сезону. Атмосферне сушіння пиломатеріалів, як правило, поєднують з тепловим для досягнення заданої кінцевої вологості матеріалу.

Промисловість України використовує, в основному, пароповітряні сушильні камери періодичної дії. Їх кількість становить близько 90...95 % від загальної кількості сушарок. Решта припадає на інші типи сушарок: вакуумні, різних модифікацій та комбінаціями способів нагрівання деревини; конденсаційні; аеродинамічні; сушарки з використанням високо- та надвисокочастотного електромагнітного поля.

Як відомо, вакуумний спосіб сушіння базується на створенні градієнту тиску у деревині (dp/dx). Другим важливим фактором є те, що при пониженні тиску зменшується температура кипіння води. Однак, вакуумпроникність деревини є не вивченим аспектом будови деревини; товщини і вологості пиломатеріалів; періоду процесу сушіння та її залежності від інших факторів. За даними досліджень А.О. Горяєва [1], вакуумпроникність деревини становить близько 1мм за годину. Зворотна величина – проникливість деревини газами та рідинами (під тиском до 1МПа) є ще меншою у декілька разів. Таким чином, рух вологи за рахунок моляр-

ного перенесення (B) є недостатньо вивченим і загальновідоме співвідношення густини потоку вологи під дією градієнта тиску (1) потребує уточнення відповідними коефіцієнтами, або комплексом фізичних величин (A)

$$I_{\Delta p} = -AB \frac{dp}{dx}. \quad (1)$$

Найбільш продуктивним способом сушіння [1, 2] вважається вакуумно-діелектричне, де використовується поєднання вакуумного сушіння з діелектричним нагріванням деревини. Потужність діелектричного (W_t/m^3) нагрівання описується залежністю:

$$N = AE^2 \xi t g \delta 2\pi f, \quad (2)$$

де: A – коефіцієнт пропорційності фізичних величин; E – напруженість електромагнітного поля, Вт/м; ε – діелектрична проникливість деревини; $t g \delta$ – тангенс кута діелектричних витрат; f – частота коливання електромагнітного поля.

Потрібно відзначити, що у процесі сушіння змінюється величина напруженості електромагнітного поля, діелектричної проникливості і тангенса кута діелектричних витрат залежно від вологості і породи деревини. Вакуумно-діелектричні сушарки є дуже дорогими, їх вартість є на порядок більшою, ніж конвективних. Вони потребують високої кваліфікації обслуговуючого персоналу і великих витрат електричної енергії. Спеціальні способи (вакуумний, діелектричний, конденсаційний, адсорбційний, рідинний) сушіння використовуються в окремих видах діяльності і не застосовуються для масового виробництва.

Ефективність різних видів конвективного способу сушіння пилопродукції слід оцінювати за певними критеріями – показниками. Ці критерії можна умовно поділити на три групи: технічні, технологічні та економічні [3]. До технічних потрібно віднести продуктивність сушарки та коефіцієнт корисної дії сушарки. До технологічних слід віднести тривалість процесу сушіння, якість висушуваного матеріалу, споживання теплової, електричної та інших видів енергії. З економічних критеріїв найважливішим є собівартість сушіння. Розглянемо декотрі з них.

Продуктивність сушарки описується формулою:

$$P_k = \frac{T}{\tau_c + \tau_d} E \rightarrow \max. \quad (3)$$

При цьому $P_k \rightarrow \max$ за такими значеннями величин, $T, E \rightarrow \max$ та $\tau_c + \tau_d \rightarrow \min$. У позначеннях прийнято: T – тривалість роботи сушарки у рік, $T = 365 k_T$, k_T – коефіцієнт корисної дії сушарки; E – обсяг матеріалу, яка знаходиться у сушарці; τ_c – тривалість процесу сушіння, яка включає безпосередньо тривалість сушіння – τ_c та тривалість допоміжних операцій – τ_d . Величина коефіцієнта корисної дії сушарки змінюється у межах $k_{Tmin} < k_T \leq 1,0$, вона є різною для окремих типів камери.

Тривалість процесу сушіння визначається табличним або графоаналітичним методами. При визначенні графоаналітичним методом

$$\tau_c = C_r \frac{KS_1^2}{a'_M 10^6} CA_n A \phi I g \frac{W_n}{W_k}, \quad (4)$$

де: C_r – поправка на багатомірність, враховує ширину пиломатеріалів, $0,5 < C_r \leq 1,0$; K – множник, який враховує співвідношення одиниць вимірювання, $50 < K \leq 72$; S_1 –

товщина пиломатеріалів (заготовок); C – коефіцієнт, який враховує сповільнення процесу сушіння у штабелі різної ширини; A_n – коефіцієнт, який враховує реверсивність циркуляції; A_ϕ – коефіцієнт, який враховує ступінь насичення агента сушіння на першій ступені режиму; W_n, W_k – відповідно початкова і кінцева вологість пиломатеріалів; a'_M – коефіцієнт теплопровідності деревини при температурі змоченого термометра – t_m .

За однакових умов (порода і розміри матеріалу, кінцева і початкова вологість, тип сушарки) тривалість сушіння залежить від інтенсивності процесу, що можна виразити через коефіцієнт вологості:

$$a' = \frac{S_1}{2} \frac{\frac{dw}{dx}}{\frac{dw}{d\tau}}, \quad (5)$$

де $dw/d\tau$ – швидкість сушіння; dw/dx – розподіл вологості деревини по товщині S_1 .

Таким чином, визначення ефективності різних видів конвективного сушіння пиломатеріалів є складною комплексною задачею, де потрібно враховувати технічні, технологічні та економічні аспекти цього процесу. Різні комбінації видів конвективного сушіння можуть інтенсифікувати процес або його штучно сповільнити, досягти високої якості матеріалу і забезпечити збереження його природних властивостей, зменшити витрати енергії на процес.

Література

1. Горьев А.А. Вакуумно-диэлектрические сушильные камеры. – М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 105 с.
2. Серговский П.С., Расев А.Н. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 360 с.
3. Билей П.В. Сушка древесины твердых лиственных пород. – М.: Экология, 1992. – 224 с.

УДК620.169:621.793 Доц. О.Б. Гасій, к.т.н.; ст.викл. Й.Л. Ацбергер – УкрДІТУ

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ МЕТАЛО- І ДЕРЕВОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЙОННО-ПЛАЗМОВИМ НАПИЛЕННЯМ

Проаналізовано результати останніх досліджень в області нанесення покриттів йонно-плазмовим напиленням. Розглянуто основні напрямки вдосконалення даної технології, сформульовано задачі, які потребують подальшого вирішення.

O.B. Hasiy, Y.L. Acberger – USUFWT

To question of rising of metal – and wood-cutting instrument resistance by ion-plasma evaporation

The results of last researches in the sphere of ion-plasma evaporation were surveyed in the article. The main trends of this technology development were observed and further problems were formulated.

Електрофізичні методи є одними з найбільш високотехнологічних та екологічно чистих методів нанесення покриттів. Із групи вакуумних технологій в основному на практиці використовуються технології осадження покриттів із парів та