

напівмуфти спеціально виготовлено зі сирої сталі 40Л та ці не гартовані робочі поверхні піддавалися більш як двократному перевантаженню.

Висновки. Експериментальними дослідженнями підтверджено роботоздатність запропонованої кулькової обгінної муфти стартерів будь-якого транспортного засобу, навантажувальна здатність якої значно більша за традиційні роликові муфти вільного ходу, в яких обертальний момент передається за рахунок тертя під час заклинювання роликів між напівмуфтами. А це обмежує величину обертального моменту та термін роботи муфти внаслідок її спрацьовування під час проковзування роликів.

Застосуванням нових кулькових обгінних муфт значною мірою вирішують проблему машинобудування – підвищення ефективності механізмів вільного ходу стосовно збільшення терміну їхньої роботи та обертального моменту зі зменшенням металомісткості механічного пристрою.

Література

1. Гащук П.М., Малащенко В.В. Обґрунтування основних параметрів кулькових муфт вільного ходу // Підйомно-транспортна техніка : наук.-техн. журнал. – Дніпропетровськ. – 2005. – № 4. – С. 34-39.
2. Гащук П.М., Малащенко В.В., Сороківський О.І. Обґрунтування міцнісних показників кулькової обгінної муфти стартерів автомобілів // Вісник Східноукраїнського національного університету. – Луганськ : Східноукраїнський НУ. – 2007. – № 9. – С. 39-42.
3. Malaschchenko V, Sorokivskiy O. The Selection of Parameters of a Coaster Ball clutch and Recommendation for its Construction. Transactions of the Universities of Kosiel. – № 2, 2002. – С. 1-6 (Slovinsko).
4. Малащенко В.О., Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків. – Львів : НУ "Львівська політехніка", 2006. С. 196.
5. Пилипенко М.Н. Механизмы свободного хода. – М. : Машиностроение, 1966. – 288 с.
6. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А. Справочник по муфтам. – Л. : Машиностроение, 1979. – 344 с.
7. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам. – Л. : Политехника, 1991. – 383.
8. Пат. 28884А Україна, МКИ F16D41/06. Кулькова муфта вільного ходу / Малащенко В.О., Сороківський О.І. Опубл. 29.123.99. Бюл. № 8.
9. Пат. 32809А Україна, МКИ F16D41/06. Обгінна муфта / Малащенко В.О., Петренко П.Я., Сороківський О.І. Опубл. 29.123.99. Бюл. № 8.
10. Пат. 45667А Україна, МКИ F16D41/06. Обгінна муфта / Малащенко В.О., Павлице В.Т., Петренко П.Я., Сороківський О.І. Опубл. 15.04.2002. Бюл. № 4.
11. Пат. 66514А Україна. Запобіжна муфта / Гащук П.М., Малащенко В.В., Сороківський О.І. Опубл. 2004. Бюл. № 5.
12. Пат. № 77435 Україна. Запобіжна муфта / Гащук П.М., Малащенко В.В., Сороківський О.І. Опубл. 2006. Бюл. № 12.
13. Пат. № 30362 Україна. Обгінна муфта / Малащенко В.В. Опубл. 2008. Бюл. № 4.

УДК 674.047

*Проф. І.М. Озарків, д-р техн. наук; асист. Ю.Р. Дадак,
канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів; директор Р.М. Дадак –
технологічний коледж НЛТУ України, м. Львів*

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ КОНВЕКТИВНОГО НАГРІВАННЯ ДЕРЕВИНИ

Наведено формули для визначення часу прогрівання та сушіння деревини. Розкрито характерні особливості цих процесів. Встановлено, що процес сушіння дере-

вини характеризує два явища переміщення вологи: за рахунок теплопровідності та теплообміну з середовищем. Для аналізу процесів конвективного нагрівання використовують рівняння та методи класичної теорії теплопровідності.

***Prof. I.M. Ozarkiv; assist. Yu.R. Dadak – NUFWT of Ukraine, L'viv;
director R.M. Dadak – technological college NUFWT of Ukraine, L'viv***

Convictional wood heating calculation features

The Paper provides formulas of wood heating and drying time determination. The characteristic features of the above-mentioned processes are disclosed. It is set that the process of drying of wood is characterized by two phenomena of moving of moisture: due to a heat-conducting and heat exchange with an environment. For the analysis of processes of the convectional heating use equalization and methods of classic theory of heat-conducting.

На певних етапах для багатьох технологічних процесів характерні теплові ознаки конвективного нагрівання, трапляються випадки нагрівання без зміни агрегатного стану води і з його зміною. При цьому допускають, що процес характеризує два явища переміщення вологи: за рахунок теплопровідності та теплообміну з середовищем. Для аналізу процесів конвективного нагрівання використовують рівняння та методи класичної теорії теплопровідності [1].

У випадку, коли початкова температура деревини вища за нуль градусів Цельсія, для розрахунку процесів нагрівання використовують графоаналітичний метод, що базується на використанні відповідних критеріїв подібності, тобто безрозмірних комплексних величин. Якщо не відбулося фазових перетворень (випаровування, конденсації, розмороження), залежно від умов теплообміну, можливі такі два випадки:

1. Відбувається інтенсивний конвективний теплообмін, за якого температура поверхні матеріалу $t_{n,m}$ практично відразу стає рівною температурі середовища t_c (це значить, що критерій Біо $B_i = \alpha / \lambda \cdot R \rightarrow \infty$ і коефіцієнт теплообміну $\alpha \rightarrow \infty$). Це характерно для нагрівання сухої деревини в насиченій парі або у воді та для сухої деревини між плитами пресу, тобто наявні умови першого типу.

2. Теплообмін, за якого $t_{n,m} < t_c$, тобто $B_i \neq \infty, \alpha \neq \infty$, де наявні крайові умови третього типу. Цей теплообмін характерний для нагрівання деревини в газоподібному середовищі (повітрі, перегрітій парі, топкових газах). Тоді, розв'язок задач із визначення температури деревини в певній точці тіла t_x за заданого часу нагрівання τ для крайових умов першого типу набуде такого вигляду:

$$\Theta = f(F_0; \tilde{x}); \quad (1)$$

$$t_x = t_c - \Theta \cdot (t_c - t_0), \quad (2)$$

де: F_0 – теплообмінний критерій Фур'є ($F_0 = a \cdot \tau / R^2$, де a – коефіцієнт теплопровідності, R – характерний розмір тіла, тобто радіус для круглих сортиментів або половина товщини); t_0 – початкова температура деревини, °С.

За крайових умов третього типу розв'язок задач щодо нагрівання деревини ускладнюється за рахунок додаткового введення B_i . У цьому випадку пошуковий вираз B_i (аналог рівняння (1)) у загальному вигляді запишемо

$$\Theta = f(F_0; \tilde{x} = x/R; B_i), \quad (3)$$

де Θ – безрозмірна температура, визначається $\Theta = \frac{t_c - t_x}{t_c - t_o}$.

Розрахункову температуру $t_{розр.}$ для знаходження коефіцієнтів $\lambda_{ном}$, та c приймаємо за

$$t_{розр} = \frac{(t_c + t_o)}{2}. \quad (4)$$

Особливим випадком нагрівання із зміною агрегатного стану води є розмороження сирі деревини. Адже, якщо витримувати деревину в атмосферних умовах за від'ємної температури, то вода в ній (вільна вода повністю, а зв'язана частково) перебуває у вигляді льоду. Тому нагрівання замороженої деревини буде принципово відрізнятися від нагрівання в діапазоні позитивних температур. Методики для розрахунку нагрівання замороженої деревини розроблені в роботах [2, 3].

Тривалість цілковитого розмороження циліндричного сортимента (ко-лод, кряжів) визначаємо за формулою

$$\tau = \left(\frac{D^2 - d^2}{16} - \frac{d^2}{8} \ln \frac{D}{d} \right) \cdot \frac{q_{розм}}{\lambda \cdot t_c} \text{ с}, \quad (5)$$

де: D – середній зовнішній діаметр, м; d – діаметр олівця ($d = 6...10$ см), м; $q_{розм}$ – питомі витрати тепла на розмороження 1 м^3 деревини, Дж/м³; λ – коефіцієнт теплопровідності замороженої деревини, Вт/(м·°C); t_c – температура агента обробки, °C.

Для пластинчатих сортиментів тривалість розмороження визначаємо

$$\tau = x^2 \cdot \frac{q_{розм}}{2 \cdot \lambda \cdot t_c} \text{ с}, \quad (6)$$

де x – глибина залягання точки або зони нагрівання від поверхні матеріалу, м.

Величина $q_{розм}$ знаходиться за формулою

$$q_{розм} = \rho \cdot c_{(-)}(0 - t_0) + \rho_b \cdot \frac{W - W_{н.з.}}{100} \cdot \gamma, \text{ Дж/м}^3, \quad (7)$$

де: ρ – фактична густина, $\rho = f(W, \rho_b)$ кг/м³; $c_{(-)}$ – питома теплоємність замерзлої деревини, $c = f\left(\frac{t_0}{2}; W\right) \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; t_0 – середня річна від'ємна температура, °C; ρ_b – базова густина, кг/м³; $W_{н.з.}$ – відносна кількість зв'язаної води у рідкому стані, %.

За даними проф. Б.С. Чудінова [4], величина $W_{н.з.}$ залежить від температури замороженої деревини, її значення наведено у табл. 1.

Табл. 1. Вміст незамерзлої зв'язаної води

$t_0, ^\circ\text{C}$	-30	-25	-20	-15	-10	-5
$W_{н.з.}, \%$	15	17	18	20	23	27

У випадку цілковитого розмороження деревини формули (5) та (6) набудуть, відповідно, такого вигляду:

- для необмеженого циліндра

$$\tau_{n.p.} = \frac{D^2}{16} \cdot \frac{q_{розм}}{\lambda \cdot t_c}, \text{ с}; \quad (8)$$

- для пластини

$$\tau_{n.p.} = \frac{S_1^2}{8} \cdot \frac{q_{розм}}{\lambda \cdot t_c}, \text{ с}, \quad (9)$$

де S_1 – товщина пластини (ванчеса, рейки, бруса, заготовки), м.

Нагрівання деревини від $t_0 < 0$ °С часто завершується нагріванням її до величини оптимальної температури, за якої досягається висока якість напівфабрикату або виробу (лущеного та струганого шпону, гнутих меблів тощо). Тоді формула для визначення часу доведення температури в тій чи іншій зоні сортименту до потрібної оптимальної величини має вигляд:

- для необмеженого циліндра

$$\tau_{доd} = \frac{0,096 \cdot D^2}{a} \cdot \lg \left[\frac{t_c}{t_c - t_x} \cdot \left(1 - \frac{d}{D} \right) \right], \text{ с}; \quad (10)$$

- для пластини

$$\tau_{доd} = \frac{0,231 \cdot S_1^2}{a} \cdot \lg \left[\frac{t_c}{t_c - t_x} \cdot \left(1 - \frac{x}{R^*} \right)^{1,50} \right], \text{ с} \quad (11)$$

де: a – коефіцієнт температуропровідності за наявності позитивної температури $t_{розр} = (t_c + t_x + 2 \cdot t_0) / 4$ (t_0 – середня початкова температура, $t_0 = 10 \dots 20$ °С); R^* – половина товщини, м.

У випадку, коли $x / R^* = 1$, тобто для середини пластини тривалість нагрівання для досягнення заданої по перерізу температури $\bar{t}_x$ має вигляд

$$\tau = \frac{0,231 \cdot S_1^2}{a} \cdot \lg \left[\frac{t_c}{t_c - t_x} \cdot 0,60 \right], \text{ с}. \quad (12)$$

Зауважимо, що у формулах для розрахунку процесів нагрівання після повного розмороження пластини за заданої температури t_x у будь-якій точці перерізу x (від початку поверхні) розрахункове значення температури приймаємо

$$t_{розр} = \frac{t_c}{4} \cdot \left(3 - \frac{x}{R} \right) + \frac{t_x}{4}, \quad (13)$$

а в окремому випадку, коли $t_x = t_u$, то за формулою

$$t_{розр} = \frac{2 \cdot t_c + t_u}{4}. \quad (14)$$

При заданою середньою на перерізі температурою t_k (наприклад, прогрівання ванчесів)

$$t_{розр} = \frac{\bar{t}_k + 0,45 \cdot t_c}{2} \quad (15)$$

Для циліндра за заданою t_x на поверхні олівця d , що перебуває на віддалі x , від зовнішньої поверхні, значення $t_{розр}$ дорівнює

$$t_{розр} = \frac{t_c}{4} \cdot \left(2 + \frac{d}{D} \right) + \frac{t_x}{4} \quad (15)$$

Література

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1967. – 600 с.
2. Шубин Г.С. Физические основы и расчет процессов сушки древесины. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1973. – 248 с.
3. Шубин Г.С. Сушка и тепловая обработка древесины. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1990. – 336 с.
4. Чудинов Б.С. Теория тепловой обработки. – М. : Изд-во "Наука", 1968. – 255 с.

УДК 662.63.003.12:/620.91

Аспір. А.В. Прокіп¹ – НЛТУ України, м. Львів

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Розглянуто підходи щодо оцінки обсягів деревинних відходів. Удосконалено підходи щодо оцінки обсягів утворюваних лісових деревинних відходів, доступних для подальшого використання.

Ключові слова: деревинні відходи; потенційні, екологічно доступні, мобільні ресурси деревинних відходів.

Post-graduate A.V. Prokip – NUFWT of Ukraine, L'viv

An estimation of potential of wood offcuts is for the power use

Wood residuas assesment methods are considered in the paper. Forest cutting residuas assesment methods are improved in order to calculate potential resiadas for further usage.

Keywords: wood wastes; potentially accessible, environment accessible and mobile wood resources.

Оцінка потенціалу використання будь-якого енергоресурсу передбачає врахування економічних, екологічних та технологічних складників його використання, а також потребу оцінювання ресурсного потенціалу цього енергоресурсу для задоволення конкретних енергетичних потреб.

Оцінювання доступних обсягів деревинних енергоресурсів з метою енергетичного використання можна виконувати на мікро- та на макрорівні. Аналіз можливостей використання деревини як енергоресурсу на мікрорівні зводиться до оцінки таких можливостей у масштабі певного підприємства. На сьогодні найпоширенішим прикладом промислового енергетичного використання деревини можуть бути підприємства деревообробної галузі. Аналіз на макрорівні передбачає потенційні обсяги деревинних енергоресурсів, оцінку реальних можливостей їх використання та потенційний економічний ефект від використання таких енергоресурсів. Одну із методик оцінювання

¹ Наук. керівник: проф. Ю.Ю. Туниця, д-р екон. наук – НЛТУ України, м. Львів