

7. Сертифікат відповідності серія ВВ № 298765 від 25.11.2005 Просочувальна суміш ДСА-2 для вогнебіозахисної обробки деревини.
8. Барило О.Г. Вогнебіозахист тканин і паперу просочувальною композицією // Автореферат дис... к-та техн. наук: 21.06.02 / УкрНДІПБ МНС України.– К., 2005.– 22 с.
9. ДСТУ 4155–2003 Матеріали текстильні. Метод випробування на займистість: - К., 2003. - 7с.
10. Бут В.П., Жартовський В.М., Цапко Ю.В., Барило О.Г. Новый подход к огнебиозащите изделий из целлюлозы // Пожаровзрывобезопасность. - М.: ВНИИПО, 2004. - вып. 5. - С. 31-32.
11. ТУ У 24.6-32528450-002-2004 із зміною № 1 Композиція просочувальна ФСГ-1 для поверхневого вогне- та біозахисту тканин, паперу, очерету та соломи.
12. Каганюк Д.С., Жартовський В.М. Полуэмпирический метод расчета ряда физико-химических параметров. - К.: ИПЦ "Киевский университет", 2006 - 273 с.
13. Сертифікат відповідності UA 1.016.0072672 - 06 Композиція просочувальна ФСГ-1 для поверхневого вогне- та біозахисту тканин (згідно з додатком 1) і паперу для пакування марки Б-3; композиція просочувальна ФСГ-1 з гідрофобізувальною речовиною (сумішшю) "СІПОЛ-ЕКО" для очерету.

УДК 674.047

*Є.І. Івашко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)
Я.І. Соколовський, д.т.н., проф. (Український державний лісотехнічний університет)*

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОЄМНОСТІ КАПІЛЯРНО–ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ У ГІГРОСКОПІЧНІЙ ОБЛАСТІ

В цій статті визначається теплоємність капілярно-пористих матеріалів у гігроскопічній області, враховуючи взаємозв'язок вологи з матеріалами

Актуальність досліджень. Розробка та визначення певних енергоресурсозберігальних технологій та вдосконалення існуючих можливо на основі подальшого розшуку досліджень і розв'язування прикладних задач тепломасоперенесення у капілярно-пористих матеріалах. Фізичні процеси тепломасообмінних технологій оброблення таких матеріалів включають у себе комплекс досліджень щодо визначення їх фізико-механічних і теплофізичних властивостей з врахуванням потенціалів тепломасоперенесення. Одним з таких потенціалів, для яких актуальним є визначення теплофізичних властивостей з врахуванням зв'язку потенціалів перенесення матеріалів, є деревина. Вона характеризується високою гідрофобністю, значною містивістю структурних теплофізичних властивостей у напрямках анізотропії.

Аналіз результатів. У силу фазової та структурної неоднорідності, її теплофізичні властивості суттєво залежать, як від розподілу температури та вологості в матеріалі, а також і від форми зв'язку вологи з матеріалом. Дослідженням теплових властивостей деревини, зокрема визначенню теплоємності присвячено ряд фундаментальних робіт, як практичних так і експериментального характеру [1, 2, 3]. На сьогоднішній день можна зазначити два основні напрями визначення теплофізичних властивостей капілярно-пористих матеріалів, зокрема деревини. Першими експериментами з врахуванням стаціонарних та нестаціонарних

методик, пов'язаних з вирішення задач теплопровідності і пов'язаних з аналітичним визначенням теплових властивостей матеріалів. Але у більшості випадків, по аналогії з дослідженнями твердих тіл зв'язок вологи з матеріалом не враховують. Саме питанню врахунку теплоємності капілярно-пористих матеріалів, зокрема деревини, для гігроскопічної області тепломасоперенесення присвячена дана робота.

Постановка задачі та обговорення результатів

Виходячи із того, що волога деревина є капілярно-пористим матеріалом, її теплоємність визначається адитивним співвідношенням розрахованим на одиницю маси сухого (c) і вологого (c_0) матеріалу

$$c = c_0 + c_0 U, \quad (1)$$

де U - вологовміст.

Зазначимо, що формула (1) досить точно відображає дійсність в основному для області вологого стану $U > U_{гн}$, де $U_{гн}$ - границя насичення.

Для гігроскопічної області співвідношення (1) не враховує взаємозв'язок вологи із матеріалом. На даний факт вказують результати теоретичної обробки експериментальних даних теплоємності для текстильних матеріалів [2], згідно яких для знаходження теплоємності, обумовленої наявністю як вільної так і зв'язаної вологи формулу (1) необхідно

добавити новим членом $c(\tau) = A \frac{dU(\tau)}{d\tau} / \frac{dU(0)}{d\tau}$, де $\frac{dU(\tau)}{d\tau}$ - біжуча швидкості сушіння,

$\frac{dU(0)}{d\tau}$ - швидкість сушіння для першого періоду, A - деякий параметр із розмірністю

теплоємності. Зазначимо, що врахування такої залежності у відповідних рівняннях тепломасоперенесення вносить не лінійність відносно температури, що суттєво ускладнює інженерний розрахунок. Для гігроскопічної області матеріалу, згідно [1] теплоємність c залежить від кількості вологи і температури, а також від зміни стану і визначається рівнянням

$$c = c_0 + c_0 U + U \left[R_n \ln \varphi + \frac{R_n T}{\varphi c_{uT}} \left(\frac{dU}{dT} - c_{u\varphi} \right) \right], \quad (2)$$

де R_n - газова стала пари; T - температура; φ - відносна вологість повітря; $c_{uT} = (\sigma U / \sigma \varphi)_T$, $c_{u\varphi} = (\sigma U / \sigma T)_\varphi$ - відповідно ізотермічна та ізопотенціальна масоємності.

Для подальшого застосування рівняння (1) запишемо його в іншій формі. Для цього отримаємо відповідні значення ізотермічної c_{uT} , та ізопотенціальної $c_{u\varphi}$ масоємностей. Оскільки вологовміст деревини U є функцією стану, то відношення приросту вологовмісту до приросту хімічного потенціалу μ рівне.

$$\frac{dU}{d\mu} = \left(\frac{dU}{d\varphi} \right)_T \left(\frac{d\varphi}{d\mu} \right)_T = \frac{\varphi c_{uT}}{R_n T} \quad (3)$$

де R_n - газова стала повітря.

Для знаходження $c_{u\varphi}$ використаємо температурний коефіцієнт хімічного потенціалу, який характеризує зміну останнього у випадку зміни потенціалу перенесення тепла і є термодинамічним параметром перенесення, що обумовлений впливом вологообміну на теплообмін

$$\left(\frac{d\mu}{dT} \right)_u = \left(\frac{d\mu}{dT} \right)_\varphi - \left(\frac{d\mu}{d\varphi} \right)_T \left(\frac{dU}{dT} \right)_\varphi \left(\frac{d\varphi}{dU} \right)_T = \frac{R_n T}{\varphi} \left(\frac{\varphi \ln \varphi}{T} - \frac{c_{u\varphi}}{c_{uT}} \right) \quad (4)$$

Скориставшись (3) і (4), отримуємо значення величин

$$c_{uT} = \frac{R_n T}{\varphi} \left(\frac{\sigma U}{\sigma \mu} \right)_T; \quad c_{u\varphi} = \left(\frac{\sigma U}{\sigma \mu} \right)_T \left(R_n \ln \varphi - \left(\frac{\sigma \mu}{\sigma T} \right)_u \right) \quad (5)$$

Підставляючи (5) у (2), отримаємо вираз для визначення теплоємності деревини у гігроскопічній області

$$c = c_0 + c_u U + \left((R'_n - R_n) \ln \varphi + \frac{1}{\left(\frac{\sigma U}{\sigma \mu} \right)_T} \frac{\sigma U}{\sigma T} \left(\frac{\sigma \mu}{\sigma T} \right)_u \right) U \quad (6)$$

Зазначимо, що для області вологого стану ($U < U_{2n}$) нелінійний член співвідношення дорівнює нулеві, тобто є тотожним формулі (1).

Значення $\left(\frac{\sigma U}{\sigma \mu} \right)_T$ можуть бути визначені графічним диференціюванням залежності

$U_p = f(\mu)$, де U_p – рівноважний вологовміст деревини.

Згідно з [4], для області $\varphi = 0 \div 0.5$ маємо

$$\left(\frac{\sigma U}{\sigma \mu} \right)_T = \frac{U_p - 0.0036 \left[13.9 - \left(\frac{T}{100} \right)^2 \right]}{R'_n T}, \quad (7)$$

а для діапазону $\varphi = 0.5 \div 1$

$$\left(\frac{\sigma U}{\sigma \mu} \right)_T = \frac{U_p}{R'_n T} \left[\frac{236 U_p}{21.7 - \left(\frac{T}{100} \right)^2} - 1 \right] \quad (8)$$

Аналогічно [4] визначається величина $\left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_u$. Зокрема, для $\varphi = 0 \div 0.5$

$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_u = R'_n \ln \frac{U_p - 0.0036 \left[13.9 - \left[\frac{T}{100} \right]^2 \right]}{0.0072 \left[29.5 - \left[\frac{T}{100} \right]^2 \right]} + 0.0922 T^2 \frac{U_p - 0.0562}{29.5 - \left[\frac{T}{100} \right]^2 \left[U_p - 0.0036 \left[13.9 - \left[\frac{T}{100} \right]^2 \right] \right]}; \quad (9)$$

для $\varphi = 0.5 \div 1$

$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_u = R'_n \ln \left\{ 1.21 - \frac{0.512}{U_p} \left(27.7 - \left(\frac{T}{100} \right)^2 \right) \right\} + 0.0472 \frac{T^2}{U_p \left(1.21 - \frac{0.512}{U_p} \left(27.7 - \left(\frac{T}{100} \right)^2 \right) \right)} \quad (10)$$

Висновок. Таким чином, отримані співвідношення (10) дозволяють визначити теплоємність деревини у гігроскопічній області залежно від параметрів внутрішніх і зовнішніх потенціалів тепломасоперенесення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лыков А.В. Теория сушки. – М. Энергия, 1968 – 470 с.

2. Луцык Р.В., Малкин Э.С., Абаржи И.И. *Тепломассообмен при обработке текстильных материалов.* Киев, 1993. – 314 с.
3. Шубин Г.С. *Сушка и тепловая обработка древесины.* М., Лесная промышленность, 1990. – 236 с.
4. Загоруйко В.А., Кривошеев Ю.И., Слышко А.Г. *Определение влагосодержания гигроскопических грузов для их сохранной перевозки.* – М. Трансибри, 1988. – 496 с.

УДК 628.17:628.74

С.Л. Кусковець, В.І. Желяк, к.т.н., доц., А.С. Кусковець (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ОРГАНІЗАЦІЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯ В СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Розглянуто можливість використання водопровідної мережі малих сільських населених пунктів для організації пожежогасіння без використання спеціальної пожежної техніки. На прикладі конкретного населеного пункту с. Бояничі показано, що необхідний напір перед кожним з двох найбільш невідгідно розташованих гідрантів, колонки, пожежного рукава довжиною до 120 м та пожежного ствола з витратою води 3,7 л/с не перевищує 12 м, а при витраті води 5 л/с – 23 м, що може бути забезпечено висотою розміщення бака водонапірної башти. Запропонована система, це свого роду влаштування водопровідної мережі високого тиску

Як відомо з нормативних джерел [1], пожежогасіння в сільській місцевості може здійснюватись із зовнішніх штучних, або природних джерел водопостачання, систем водопостачання низького або високого тиску. При пожежогасінні від водопроводу низького тиску вільний напір біля пожежного гідранта повинен бути не менше 10 м.в.ст., а подача води до джерела пожежі забезпечується пожежними автомобілями, або мотопомпами. При пожежогасінні від водопроводу високого тиску, вільний напір біля пожежного гідранта повинен становити: $H = H_{б\gamma\delta} + 28$ м.в.ст., де $H_{б\gamma\delta}$ - висота найвищої будівлі в зоні дії пожежного гідранта; 28 – розрахункові втрати напору на пожежному гідранті, колонці та двох, паралельно під'єднаних до них непрогумованих пожежних рукавів діаметром 66 мм та довжиною 120 м із стволом з діаметром насадки 19 мм при витраті води через кожен із стволів 5 л/с. При цьому необхідний напір в мережі повинен створюватись протипожежними насосами, оскільки висоти водонапірної башти для цього переважно недостатньо. При гасінні пожежі пожежно-рятувальними частинами, час від моменту виклику до моменту прибуття пожежної команди до місця пожежі може становити від 10 хв до 50 хв в залежності від часу доби, відстані та погодних умов, що негативно впливає на час ліквідації пожежі та збільшує збитки. Окрім того, нормативна витрата води 5 л/с, або 10 л/с не відповідає технічній характеристиці існуючого обладнання, яке експлуатується в пожежно-рятувальній службі. Беручи до уваги, що основні втрати напору при подачі води до осередку пожежі виникають в пожежних рукавах, а також те, що в даний час промисловістю випускаються тільки прогумовані (латексні) пожежні рукави, опір яких практично в два рази менший, ніж в непрогумованих, доцільно виявити можливість використання для пожежогасіння сільських водопровідних мереж без застосування спеціальної пожежної техніки, тобто як мереж "високого тиску". Для цього розглянемо роботу водопровідної мережі села Бояничі з умовою гасіння пожежі двома струменями води з витратою 3,7 л/с та 5 л/с від двох гідрантів. При