

5. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 674.048

*Доц. І.М. Озарків, д-р техн. наук – НЛТУ України;
інж. Б.М. Перетятко – Львівський ін-т пожежної безпеки МНС України*

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ДИФУЗІЙНОГО ПРОСОЧЕННЯ ОДНОВИМІРНИХ ТІЛ ПРИ ЇХ ЗАНУРЕННІ

Розглянуто основні принципи побудови фізико-математичної моделі процесу дифузійного просочення одновимірних тіл при їх зануренні у хімічні засоби захисту. Сутність розробленої моделі зводиться до встановлення тривалості доведення їх до нової концентрації або встановлення концентрації просочення матеріалу при заданій тривалості просочення. Встановлено, що просоченню у промислових умовах піддаються деревина круглої або прямокутної форм при різній їх довжині.

*Assoc. prof. I.M. Ozarkiv – NUFWT of Ukraine, L'viv; eng. B.M. Peretiatsko –
Lviv fire safety institute of Ukrainian Ministry of extra ordinal situations*

Physical and mathematical model of process of diffusive impregnation of one-dimensional bodies is at their immersion

Basic principles of construction of physical and mathematical model of process of diffusive impregnation of one-dimensional bodies are considered at their immersion in chemical facilities of defence. Essence of the developed model is taken to establishment of duration of leading to of them to the new concentration or establishment of concentration of impregnation of material at the set duration of impregnation. It is set that in industrial terms added an impregnation wood of round or rectangular forms at their different length.

У нашій роботі [1] розглянуто фізичні закономірності і розрахунок процесів дифузійного просочення деревини. Наведено рівняння основних задач розрахунку просочення хімічними засобами захисту (зокрема, антипіренами). Які зводяться до встановлення тривалості доведення їх до нової концентрації або встановлення концентрації просочення матеріалу при заданій тривалості просочення. Констатується, що просоченню у промислових умовах піддаються деревні сортименти круглої або прямокутної форми при різній їх довжині, коли їх можна розглядати як безмежно довгі і небезмежно довгі тіла.

Згідно з законом Фіка [1], процеси дифузійного просочення для необмеженого циліндра ($L/D > 5$, L – довжина, D – середній зовнішній діаметр) і необмеженої пластини ($S_1/S_2 < 0,30$; S_1 – товщина, S_2 – ширина матеріалу), як однорідних тіл, описуються рівнянням

$$\frac{\partial \omega(x, \tau)}{\partial \tau} = D_x \frac{\partial^2 \omega(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad (1)$$

де: $\omega(x, \tau)$ – концентрація антипірену в розчині; τ – час просочення; D_x – коефіцієнт молекулярної дифузії розчину солі в матеріалі; X – координата, в напрямку якої здійснюється процес поширення антипірену.

Враховуючи те, що залежність між концентрацією розчину (ω) і його густиною (ρ) є лінійною, то можна

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 \rho}{\partial x^2}. \quad (2)$$

Тоді, маса водного розчину, наприклад, антипірену у взірці визначиться

$$M_p(\tau) = V \cdot M_0 + \left(\frac{\rho_{розч}}{\rho_{води}} - 1 \right) \cdot C_\tau, \quad (3)$$

де: U – вологість матеріалу; M_0 – маса сухої деревини; $\rho_{розч}, \rho_{води}$ – відповідно початкова густина розчину і води; C_τ – множник, який враховує умови і час просочення.

Розглянемо фізичну модель дифузійного просочення одновимірного матеріалу товщиною S_1 (рис. 1), що занурений у розчин антипірену.

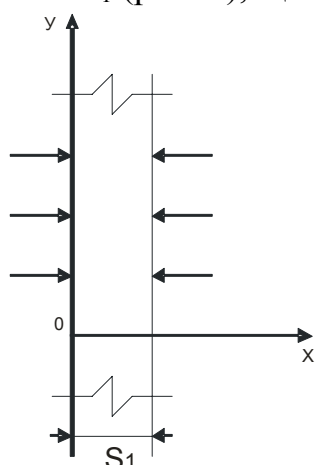


Рис. 1.
Схема просочення одновимірного тіла в розчині антипірену

При цьому для розглядуваної моделі зробимо таке допущення: густина розчину антипірену на границях, коли $x = 0$ і $x = S_1$ не змінюється у процесі просочення, оскільки об'єм розчину у ванні є набагато більшим, як швидкість дифузії антипірену у просочувальному розчині, порівняно з самим матеріалом.

У даному випадку граничні умови запишуться

$$\rho_{|x=0} = \rho_{розч}; \rho_{|x=S_1} = \rho_{розч}, \quad (4)$$

де $\rho_{розч}$ – густина просочувального розчину у ванні.

Тоді початкові (часові) умови будуть мати такий вид

$$\rho_{|S_1=0} = \rho_{вод}. \quad (5)$$

Розв'яжемо рівняння (2), (4), (5), використавши при цьому метод Фур'є [3]. Для цього, ввівши нашу змінну z , тобто

$$z = \rho_{розч} - \rho, \quad (6)$$

отримуємо

$$\rho = \rho_{розч} - z. \quad (7)$$

Продиференціювавши останній вираз, аналогічно (2), і, провівши відповідно заміну граничних та початкових умов на нові, отримаємо вирази

$$\frac{\partial z}{\partial \tau} = D_x \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}; \quad (8)$$

$$z_{|x=0} = z_{|x=S_1} = 0; z_{|\tau=0} = \rho_{розч} - \rho_{води}. \quad (9)$$

Використавши метод Фур'є (метод розділення змінних) для рівняння (8) і отримуємо

$$z(x, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} (\rho_{розч} - \rho_{води}) \frac{4}{\pi(2n-1)} \cdot \sin(2n-1) \cdot \frac{\pi x}{S_1} \cdot \exp \left[\frac{-\pi^2 (2n-1)^2 \cdot D_x \cdot \tau}{S_1^2} \right] \quad (10)$$

Тоді, враховуючи рівняння (7), отримуємо рівняння

$$\rho(x, \tau) = \rho_{розч} - \sum_{n=1}^{\infty} (\rho_{розч} - \rho_{води}) \frac{4}{\pi(2n-1)} \cdot \sin(2n-1) \cdot \frac{\pi x}{S_1} \cdot \exp \left[\frac{-\pi^2 (2n-1)^2 \cdot D_x \cdot \tau}{S_1^2} \right]. \quad (11)$$

Таким чином, виконані теоретичні дослідження дозволили отримати в будь-якій точці сортименту у випадку одномірного тіла.

Література

1. Озарків І.М., Перетятко Б.М. Фізичні основи дифузійного просочення деревини// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць – Львів: НЛТУУ. – 2007, вип. 17.7. – С. 153-158
2. Озарків І.М., Сорока Л.Я., Грицюк Ю.І. Основи аеродинаміки і тепло масообміну: Навч. пос. – К.: ІЗМН, 1997. – 280 с.
3. Романовский П.И. Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразование Лапласа. – М.: Наука, 1980. – 336 с.

УДК 674.047

*Проф. Я.І. Соколовський, д-р техн. наук;
ст. викл. М.В. Дендюк – НЛТУ України*

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ДЕРЕВИНИ У ПРОЦЕСІ СУШІННЯ

На основі математичної моделі двовимірного в'язкопружного стану у деревині під час сушіння та методики визначення функцій реологічної поведінки деревини розроблено алгоритм та програмне забезпечення з метою проектування системи автоматичного керування процесом сушіння деревини.

Ключові слова: математична модель, програмне забезпечення, деревина, процес сушіння, вологовміст, в'язкопружність, напружено-деформівний стан.

Prof. Ya.I. Sokolowsky; senior teacher M.V. Dendyuk – NUFWT of Ukraine, L'viv

Programmatic complex for the design of the stressedly-deformed state of wood in the process of drying

On the basis of mathematical model of the two-measurable viscoelasticity state in wood during drying and method of determination of functions of rheological conduct of wood an algorithm and software is developed with the purpose of planning of the automatic process control system of drying of wood.

Актуальність проблеми. Розроблення нових та удосконалення існуючих технологій сушіння деревини нагально ставить питання створення універсальних математичних моделей деформаційно-релаксаційних і тепломасообмінних процесів у висушуваних пиломатеріалах. Адже значні за величиною значення напружень є основним стримуючим фактором для інтенсифікації процесу сушіння і визначальним критерієм кінцевої якості пиломатеріалів. Вирішення цього питання ускладнюється тим, що деревина належить до класу фізично-нелінійних гідрофільних полімерів, які характеризуються значною мінливістю структурних і механічних властивостей.