

CO₂ і 2,2 % H₂O, а кисню спалюється 261 см³, тобто залишається 18,76 об%, що достатньо для продовження горіння метану.

Ми погоджуємось з думкою[3], що вогнегасна здатність АОС обумовлена сумарним впливом хімічних і теплофізичних факторів. Таким чином, необхідно більш детально дослідити роль газових компонентів аерозолів і їх сумісну дію на процеси гасіння.

СПИСОК навчального посібника "Практикум з хімії" авторів Кіреєва О.О., Тарасова Г.В., Щербини О.М., Кукуєвої В.В.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тарадайко В. Особенности аэрозольного пожаротушения // Бюлетень пожежної безпеки. 1999. № 1. с. 24-36.
2. Баратов А.Н. Физические и химические аспекты пожаротушения экономически эффективными системами на основными на сжигании пропелантов //Пожаровзрывоопасность. 2001. 6. с 26-32.
3. Агафонов В.В., Копылов П.П., Обоснование механизма подавления газофазного горения аерозолями АОС и пути повышения их огнетушащей способности //Материалы 16 Всероссийской научно-практической конференции 2001. ст. 91-96.

УДК 674.048:517.95

Е.І. Івашко, (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України), Я.І. Соколовський д.т.н., професор (Український державний лісотехнічний університет)

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОСОЧУВАННЯ ДЕРЕВИНИ

Наведено фізико-математичну модель розрахунку технологічних параметрів просочування деревини захисними препаратами.

Актуальність проблеми. Підвищення фізико-механічних властивостей деревини, її довговічності шляхом просочування вогнезахисними піренами зумовлює проведення теоретичних та експериментальних досліджень визначення раціональних технологічних режимів консервації. Існуючі відповідні експериментальні результати, а також відповідні фізичні уявлення дозволяють отримати фізико-математичну модель процесу просочування деревини з врахуванням надлишкового тиску, яка з необхідною достовірністю для практичного застосування дозволяє прогнозувати та оптимізувати технологічні параметри захисної обробки будівельних дерев'яних конструкцій та елементів будь-яких розмірів.

Аналіз існуючих результатів. Теоретичні дослідження просочування деревини в умовах надлишкового тиску наведені у роботах [1,2,3]. Дослідження проводились в основному для сталих значень фізичних коефіцієнтів. Зокрема, у [3] допускалось, що пористість деревини є величиною сталою, а в [2] постійні значення надавались величині густини просочування рідини. Враховуючи відсутність аналітичного розв'язку фізико-математичної моделі, на що вказують у [1], автором [4] запропоновані відповідні емпіричні залежності.

Тому, метою наших досліджень є моделювання процесу просочування деревини з врахуванням надлишкового тиску і лінійних залежностей зміни густини просочуваної рідини і пористості деревини у випадку збільшення надлишкового тиску.

Постановка задачі. В основу моделювання просочування деревини вогнезахисними препаратами у випадку надлишкового тиску покладено рівняння

$$\frac{\partial(\rho(x,t), \mu(x,t))}{\partial t} = k_{\phi} \frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial x^2}, \quad (1)$$

де $P(x,t)$ – тиск рідини у момент часу t на відстані x від поверхні просочування, $\rho(x,t)$ – густина деревини, k_{ϕ} і $\mu(x,t)$ – відповідно коефіцієнти фільтрації і пористості деревини.

Вважаємо, що тиск просочуваної рідини на границі є сталим і дорівнює $P_{\text{гр}}$, а тиск рідини і повітря на границі $\xi(t)$ дорівнює атмосферному тиску, зокрема у початковий момент часу глибина просочування дорівнює нулеві, тобто $\xi(0)=0$.

Нехай, пористість деревини і густини просочуваної рідини залежно від збільшення внутрішнього тиску змінюється за лінійним законом. Таке припущення зроблене на основі аналізу наявних експериментальних даних. Отже, маємо:

$$\begin{aligned} \mu(x,t) &= \mu_0 + \beta_{\text{пл}}(P(x,t) - P_0), \\ \rho(x,t) &= \rho_0 + \beta_{\text{ст}}(P(x,t) - P_0), \end{aligned} \quad (2)$$

де μ_0, ρ_0 – відповідно коефіцієнти пористості для атмосферного тиску і густини деревини в абсолютно сухому стані; $\beta_{\text{пл}}$ – коефіцієнт пластичності деревини; $\beta_{\text{ст}}$ – коефіцієнт стискування деревини.

Таким чином, задача фільтрації води у деревині із врахуванням лінійної зміни пористості деревини і густини рідини залежно від зміни внутрішнього тиску зводиться до розв'язування нелінійного диференційного рівняння у частинних похідних

$$k_{\phi} \frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial x^2} = \left(2\beta_{\text{ст}}\beta_{\text{пл}}(P(x,t) - P_0) + \mu_0\beta_{\text{ст}} + \beta_0\beta_{\text{пл}} \right) \frac{\partial P(x,t)}{\partial t}. \quad (3)$$

Початкові і граничні умови мають такий вигляд:

$$\begin{aligned} P(0,t) &= P_{\text{сп}}, \quad t > 0; \\ P(\xi(t),t) &= P_0, \quad t > 0, \quad 0 < \xi(t) \leq a; \\ \left. \frac{\partial P(x,t)}{\partial x} \right|_{x=\xi(t)} &= -\frac{\mu_0\rho_0'}{k_{\phi}} \frac{\partial \xi}{\partial t}; \\ \xi(0) &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

де ρ_0' – густина рідини.

Розв'язок задачі (3), (4), яка дозволяє прогнозувати і визначити технологічні параметри процесу просочування, отримано у числовому вигляді як для постійних так і для змінних коефіцієнтів.

Проаналізуємо часткові випадки (3), (4), які дозволяють отримати з певними допущеннями аналітично-наближені розв'язки [2,3]. Так для випадку сталих значень $\rho(x,t)=\rho_0$ отримано розв'язок (3), (4):

$$\begin{aligned} \xi(t) &= b\sqrt{t}; \\ P(x,t) &= P_{\text{сп}} - \frac{\mu_0 b}{2} \sqrt{\frac{\pi\rho_0}{k_{\phi}\beta_{\text{пл}}}} \exp\left(\frac{b^2\rho_0\beta_{\text{пл}}}{4k_{\phi}}\right) \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2} \sqrt{\frac{\rho_0\beta_{\text{пл}}}{k_{\phi}t}}\right), \end{aligned} \quad (5)$$

де b – стала величина, яка знаходиться шляхом розв'язування рівняння

$$b \exp\left(\frac{b^2 \rho_0 \rho_{nl}}{4k_\phi}\right) \operatorname{erf}\left(\frac{b}{2} \sqrt{\frac{\rho_0 \beta_{nl}}{k_\phi}}\right) = \frac{2(P_{zp} - P_0)}{\mu_0} \sqrt{\frac{k_\phi \beta_{nl}}{\pi \rho_0}}; \quad (6)$$

$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt.$$

Допущення про неврахування коефіцієнтів пластичності деревини і стискання рідини дозволяє отримати аналітичний розв'язок задачі (3), (4), який має такий вигляд:

$$P(x,t) = \rho_{nl} - \sqrt{\frac{(\rho_{nl} - \rho_0) \mu_0 \rho_0}{2k_\phi t}};$$

$$\xi(t) = \sqrt{\frac{2k_\phi}{\mu_0 \rho_0}} (\rho_{nl} - \rho_0) t.$$

Числовий алгоритм фізико-математичної моделі (2) – (4). Отримаємо числовий розв'язок рівнянь (2) – (4). Введемо такі позначення:

$$2\beta_{nl}\beta_{cm} = \gamma'; \quad -2\beta_{nl}\beta_{cm}P_0 + \mu_0\beta_{cm} + \beta_0\beta_{nl} = \gamma.$$

Тоді рівняння (2) запишемо у такому вигляді

$$\frac{k_\phi}{\phi(x,t)} \frac{\partial^2 \phi(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\partial \phi(x,t)}{\partial t} \quad (8)$$

де $\phi(x,t) = \gamma + \gamma'P(x,t)$.

Розв'язок диференційного рівняння (8) представимо у вигляді

$$\phi(x,t) = \Phi_1(x)\Phi_2(t) \quad (9)$$

де функції $\Phi_1(x)$ і $\Phi_2(t)$ знаходимо із системи диференційних рівнянь.

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 \Phi_1(x)}{\partial x^2} = \frac{\Phi_2(t)}{k_\phi} A; \\ \frac{\partial \Phi_2(t)}{\partial t} = A. \end{cases} \quad (10)$$

З (10) знаходимо

$$\Phi_2(t) = At + A_1. \quad (11)$$

Функція $\Phi_2(t)$ визначається із співвідношення

$$\int \frac{d\Phi_2}{\sqrt{\frac{2A}{3k_\phi} \Phi_2^3 + C_1}} = x + C_2, \quad (12)$$

де C_1, C_2, A, A_1 – визначаються з граничних умов (4).

Розв'язок задачі (3), (4) реалізовано у середовищі Mathematica 4.

Висновки

Наведено фізико-математичну модель розрахунку технологічних параметрів просочування деревини з врахуванням змінних значень коефіцієнтів стискання просочуваної рідини і пористості деревини. Отриманий алгоритм з використанням програмного середовища Mathematica 4 дозволяє розрахувати залежності глибини просочування від тиску рідини і тривалості процесу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Серговский П.С., Расев А.И. Гидродинамическая обработка и консервирование древесины. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 359 с.
2. Варфоломеев Ю.А., Баданина А.А., Аганов Д.В. Решение краевой задачи Стефана для уравнений фильтрации жидкости в древесине //Межвуз. сборник научных трудов/ ПГУ – 2000. – Вып.3: Вестник математического факультета. – С. 16-21.
3. Коллинз Р. Течение жидкости через пористые материалы. – М.: Мир, 1974. – 350с.
4. Осмач Н.А. Проницаемость и проводимость древесины. – М.: Лесная промышленность, 1964 – 184с.
5. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами товароведения : Учебник для ВУЗов. – 2-е изд. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 366с.

УДК 666.974.2

Пархоменко Р.В. (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУР НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СІРЧАНИХ МАСТИК І БЕТОНІВ*

У статті наводяться дані про дослідження впливу підвищених температур (інтервал 20 °С – 110 °С) на міцність сірчаних композицій, температурних деформацій і напруг та експериментальне визначення коефіцієнтів лінійного розширення в межах (+23 °С) - (+46°С) і (+23 °С) - (-26 °С).

Сірчані мастики і бетони, разом з багатьма позитивними якостями, мають ряд значних недоліків і насамперед порівняно низьку термостійкість і підвищену горючість. Тому дослідження їх стійкості до впливу негативних і позитивних температур є актуальним питанням.

Дослідженнями сірчаних бетонів, які були проведені в Канаді [1], при охолодженні їх до – 40 °С встановлено, що показники, які характеризують міцність сірчаних бетонів, змінюються незначно. В роботах С. Н. Журкова, Г. Л. Слонимського, А. Л. Рабіновича вказується, що міцність термопластичних полімерів, каучуків, гуми підвищується прямо пропорційно зниженню температури, при цьому максимальна міцність таких матеріалів може бути отримана при температурі – 200 °С і нижче.

Сірка є типовим термопластом і можна припустити, що вплив низьких температур на сірчані бетони має бути аналогічним їх впливу на термопластичні полімери. До теперішнього часу досліджень характеристик міцності сірчаних мастик і бетонів при понижених температурах практично не проводилось.

* Робота виконується в рамках кандидатської дисертації під керівництвом проф. Ю. І. Орловського і доц. Т.Н.Шналя