

*Р.А. Яковлева, д.т.н., професор, зав. кафедрою, ХДТУБА,
Ю.В. Попов, к.т.н., ст. наук. співробітник, ХДТУБА,
О.М. Григоренко, к.т.н., ст. викладач, УЦЗУ,
В.С. Хоменко, викладач, УЦЗУ*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ
ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА РОЗРОБКА
ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ, ЩО СПУЧУЄТЬСЯ ПІД
ВПЛИВОМ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР**

(представлено доктором техн. наук В.І. Кривцовою)

На основі аналізу літературних даних та експериментальних досліджень встановлено найефективніші методи вогнезахисту деревини та запропоновано для використання з цією метою захисних покриттів на основі епоксидіанових олігомерів.

Постановка проблеми. Незважаючи на появу великої кількості нових синтетичних матеріалів для потреб будівництва, деревина і досі залишається одним із найбільш поширених будматеріалів. Різноманітні вироби із деревини знаходять застосування при будівництві житлових, сільськогосподарських, складських, промислових, громадських та інших будівель і споруд. Для вогнезахисту деревини та виробів з неї використовується велика кількість методів та засобів, кожен з яких, окрім переваг, має і свої недоліки. Тому дослідження ефективності вогнезахисту деревини різноманітними засобами на сьогодні є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Для вогнезахисту деревини в сучасному будівництві широко застосовуються наступні методи [1 – 3]:

- облицювання конструкцій спеціальними захисними елементами;
- оштукатурювання цементно-піщаними розчинами;
- використання цегельної кладки;
- обробка спеціальними вогнезахисними складами.

Використання для вогнезахисту цегельних кладок і цементно-піщаних розчинів приводить до надмірного збільшення маси конструкцій, збільшує навантаження на фундамент будівлі, що в умовах сучасного висотного будівництва недоцільно. Екранування поверхонь, що захищаються, спеціальними облицюваннями не можливе для конструкцій складної форми, наприклад, для ферм перекриття промислових підприємств.

Більш ефективним методом на сьогоднішній день є обробка деревини спеціальними вогнезахисними складами: лаками, емалями,

обмазками, а також просочення антипіренами [4, 5]. За способом здійснення просочення розрізняють поверхневу й глибоку.

Поверхнєве просочення здійснюється нанесенням вогнезахисного розчину на поверхню конструкції. Вона є найпростішим і найменш ефективним методом вогнезахисної обробки, тому що для цієї обробки характерне вимивання антипіренів з деревини, крім того, більшість просочувальних складів неатмосферостійкі й можуть застосовуватися лише в приміщеннях з вологістю повітря не більше 70 %. На відміну від глибокого просочення – при поверхневому – не знижуються міцнісні показники деревини й не створюються внутрішні напруження.

Глибоке просочення деревини більш ефективно в порівнянні з поверхневим. Основною його перевагою є збереження текстури деревини. Проте, є і недоліки: ефект досягається поглинанням більшої кількості антипіренів. Це приводить до обважнення деревини, збільшує її гігроскопічність і крихкість, відбивається на економіці захисту, особливо з урахуванням технологічних труднощів введення більших кількостей солей у деревину.

Застосовують наступні види глибокого просочення: просочення під тиском; метод гарячо-холодних ванн; автоклавно-дифузійне просочення. Витрати сухої солі антипірену при такому способі вогнезахисту становлять 50 - 75 кг на 1 м³ деревини. Методи глибокого просочення застосовуються для вогнезахисту виробів з деревини, але не для захисту будівельних конструкцій.

Лаки – речовини, що утворюють на поверхні деревини тонку прозору плівку, яка дозволяє зберегти текстуру деревини й має декоративні властивості, а також захищає матеріал від загоряння. Основу лакофарбових матеріалів становлять синтетичні плівкоутворювальні речовини - олігомери й полімери. Їхнє горіння відрізняється від горіння деревини подвоєним тепловим ефектом процесу, більшою витратою повітря на згоряння й схильністю до високого димо- та сажетворенням. Вогнезахисні лакофарбові матеріали сприяють локалізації розвитку пожежі, значному сповільненню швидкості поширення полум'я. Однак, при тривалому впливі температур вони втрачають адгезію до матеріалу, оголюючи його. Тому самостійно вони використовуються або для зовнішнього фарбування будинків, де у випадку пожежі значні тепловтрати відбуваються за рахунок холодних мас навколишнього повітря, або для внутрішньої обробки як вологозахист просоченої антипіренами деревини.

Фарби, емалі – речовини, що наносяться на поверхню матеріалу і утворюють на ній непрозорий шар різних кольорів і відтінків. Вони надають поверхні декоративний вигляд, перешкоджають загорянню та поширенню полум'я по поверхні, захищають від впливу во-

логи. Емаль має більший термін експлуатації у порівнянні із просоченнями, однак, наявність у ній органічних розчинників не дозволяє застосовувати її в житлових і громадських будівлях. Фарби являють собою суспензію пігментів, наповнювачів і різних допоміжних добавок. Призначаються для обробки конструкцій усередині приміщень.

Обмазки – склади пастоподібної консистенції, що наносяться на поверхню, яка захищається. Мають недоліки: погану адгезію й незадовільний зовнішній вигляд.

Основний механізм дії вогнезахисних покриттів полягає в зменшенні глибини й швидкості прогріву поверхні виробів, що захищаються. Це досягається різними способами, наприклад, при використанні покриттів на основі неорганічних мінеральних в'язучих речовин і рідкого скла. Для підвищення вогнезахисних властивостей до складу покриттів додають золу, азбест, вермикуліт та ін. [6]. Однак, такі покриття малоефективні, оскільки їхній теплоізолююча здатність досягається за допомогою зайвого підвищення товщини (10 мм і більше), що може негативно позначатися на експлуатаційних властивостях, і мають невисоку адгезію до поверхні.

Найбільш перспективними є вогнезахисні покриття, що спучуються. Такі покриття в умовах нормальної експлуатації мають відносно невелику товщину, яка значно зростає (в 50 - 70 разів) під впливом високих температур, крім того, при нагріванні вони поглинають тепло за рахунок ендоефектів [6]. При цьому утворюється пористий карбонізований шар, що має високі теплоізолюючі характеристики й забезпечує ефективний захист деревини від впливу полум'я. Вагомою перевагою таких засобів є значний термін експлуатації вогнезахисного покриття. Тому для вогнезахисту деревини – особливо будівельних конструкцій – найбільш доцільно використовувати такі засоби.

Постановка задачі та її розв'язання. При створенні нових ефективних вогнезахисних покриттів, які б спучувались під дією високих температур, необхідне загальне розуміння процесів, що відбуваються під час горіння покриття та деревини. Так як ці покриття є багатокомпонентними системами, що складаються з в'язучого та антипірену, то їх вогнезахисні властивості будуть визначатися правильною вибором компонентів. Поставлені завдання вирішувалися на основі аналізу літературних джерел та з урахуванням даних, отриманих в результаті експериментальних досліджень.

У якості в'язучих використовують полімери, що проявляють схильність до реакції циклізації, конденсації, зшивання й утворення нелетких карбонізованих продуктів. Виходячи із сукупності технологічних, адгезійно-міцнісних і захисних властивостей, найбільше ефективно використовувати в'язучі на основі епоксидних олігомерів. Однак, епоксиолімери горючі, а їхнє горіння супроводжується виді-

ленням диму великої щільності. Тому було проведено ряд досліджень [7], спрямованих на зменшення горючості та димоутворюючої здатності таких покриттів.

У якості об'єктів дослідження використовувалася композиції на основі епоксидного олігомеру ЕД-20, стверджені отверджувачем амінного типу. Для зниження горючості використовувалися мінеральні дисперсні наповнювачі, що містять азот та фосфор, а для регулювання димоутворюючої здатності – оксид міді (II). В результаті отримали епоксидну композицію зі зниженими горючістю та димоутворенням – ЕКПДГ.

Для визначення ефективності вогнезахисної дії розробленого матеріалу як покриття по деревині, випробовували зразки сосни розміром 150×60×30 мм оброблені ЕКПДГ. Випробування проводили згідно методики ГОСТ 16363 – 98. У результаті досліджень втрата маси випробуваних зразків становила в середньому 2,21 %, що відповідає I групі вогнезахисної ефективності для деревини.

Ефективність вогнезахисту деревини визначається рівнем її вогнезахисної здатності й обумовлюється розкладанням компонентів під впливом температури з поглинанням тепла й утворенням негорючих газів, зміною характеру процесів термічного розкладання матеріалів у напрямку утворення коксу, сповільнення процесів окиснення в газовій і конденсованій фазах.

Для визначення кількісного і якісного складу продуктів піролізу деревини проведено газохромотографічні дослідження. Результати газохромотографічного аналізу отриманих горючих газових сумішей наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Якісний і кількісний склад газоподібних продуктів термічної деструкції деревини

Компонент	Вміст компонентів в летких продуктах деструкції, % об.	
	соснової деревини	соснової деревини обробленої ЕКПДГ
CO	39,08	15,60
CO ₂	51,93	35,90
CH ₄	6,05	3,42
C ₂ H ₆ +C ₂ H ₄	0,45	0,54
C ₃ H ₈	0,19	0,21
C ₃ H ₆	0,32	не виявлено
H ₂	0,73	0,68
O ₂	0,26	не виявлено
N ₂	0,99	43,65

За результатами процесу піролізу деревини сосни можна стверджувати, що основну пожежну небезпеку представляють горючі га-

зові суміші водню з метаном і окислювачем, які утворюються в процесі розкладання деревини під впливом високих температур.

Як видно з таблиці 1, після піролізу необробленої й обробленої деревини розробленим покриттям ЕКПДГ, суміші продуктів деструкції істотно відрізняються по вмісту азоту й кількістю горючих газів. Після обробки деревини композицією ЕКПДГ у продуктах піролізу кількість горючих газів зменшилася в 1,6 рази, оксиду вуглецю – в 1,5 рази, кількість азоту збільшилася в 43 рази.

Про зниження горючості оброблених дерев'яних конструкцій можна судити по співвідношенню горючих і негорючих газів у продуктах деструкції матеріалу. Про зниження димоутворення – за кількістю оксиду вуглецю (II).

Висновок. Таким чином, на основі літературного аналізу можна стверджувати, що для протипожежного захисту деревини найефективніше використовувати покриття, які спучуються під впливом високих температур з утворенням пористого карбонізованого шару. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано вогнезахисне покриття ЕКПДГ, яке дозволяє забезпечити I групу вогнезахисної ефективності для деревини при втраті маси зразка 2,21% (згідно ГОСТ 16363 – 98).

ЛІТЕРАТУРА

1. Романенков И.Г., Левитес Ф.А. Огнезащита строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.
2. Ройтман М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве. – М.: Стройиздат, 1985. – 590 с.
3. Пожарная профилактика в строительстве: Учеб. для пожарно-техн. училищ / Б.В. Грушевский, Н.Л. Котов, В.И. Сидорук и др. – М.: Стройиздат, 1989. – 363 с.
4. Леонович А.А. Шелумов А.В. Снижение пожарной опасности древесных материалов, изделий и строительных конструкций. – Санкт.-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2002. – 59 с.
5. Леонович А.А. Огнезащита древесины и древесных материалов. – С.-П.: ЛТА, 1994. – 126 с.
6. Абрамов А.А. Огнезащита кабелей, металлических и деревянных конструкций // Бизнес и безопасность. – 2000. – №4. – С. 4 – 5.
7. Яковлева Р.А., Григоренко О.М., Довбиш А.В. Пожежна небезпека епоксидних матеріалів, що містять оксиди перехідних металів // Проблеми пожарной безопасности: Сб. науч. трудов УГЗ України. – Харьков: УГЗУ, 2006. – Вып. 20. – С. 266–271.

Стаття надійшла до редакції 19.09.2008 р.