

ЩОДО КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВОГНЕЗАХИЩЕНОЇ ДЕРЕВИНИ

Проведено аналіз існуючих методів визначення ефективності вогнезахисту деревини, просоченої захисними засобами, розглянуто основні терміни з оцінки вогнезахисту. Обґрунтована необхідність більш повної комплексної оцінки ефективності вогнезахисту з застосуванням показників пожежної небезпеки.

Ключові слова: ефективність вогнезахисту, деревина, методи випробувань.

Постановка проблеми. Деревина та матеріали на її основі, завдяки високим механічним, технологічним та екологічним властивостям широко застосовуються в будівництві, енергетиці, на транспорті і в інших галузях економіки, але разом з тим створюють значну пожежну небезпеку, оскільки є горючими займистими матеріалами, з високою здатністю до швидкого поширення полум'я по поверхні, утворенням токсичних продуктів горіння та диму [1].

Аналіз останніх досліджень. З метою зниження горючості деревини і целюлозомістких матеріалів в Україні впроваджується їх вогнезахист шляхом просочення їх водними розчинами антипіренів або нанесення на них вогнезахисних покриттів.

Виклад основного матеріалу. Важливим аспектом вогнезахисту деревини та матеріалів на її основі, який на сьогоднішній день залишається актуальним, є оцінка його ефективності як на стадії розробки захисних засобів, класифікації і сертифікації, так і визначення якості під час приймання робіт з вогнезахисту та контролю в процесі експлуатації вогнезахисної деревини [2-5].

В Україні ефективність вогнезахисних засобів та якість вогнезахисту деревини регламентується відповідними міждержавними та державними стандартами, за вимогами яких визначаються відповідні показники пожежної небезпеки вогнезахисної деревини та її експлуатаційні властивості [6-10].

Випробування з визначення групи вогнезахисної ефективності захисних засобів для деревини здійснюються згідно з [6] і поширюється на вогнезахисні покриття та просочувальні речовини. В основу даного стандарту покладено експериментальний метод з визначення втрати маси стандартних зразків деревини за умов спеціальних вогневих випробувань. Стандарт впроваджено у 1976 році в СРСР, а в 1998 року його було переглянуто і затверджено в новій редакції зі змінами та доповненнями і на сьогоднішній день він залишається чинним в Україні як міждержавний.

Оцінка групи ефективності вогнезахисту деревини, зокрема для вогнезахисної деревини, просоченої вогнебіозахисними засобами здійснюється згідно з [7] з застосуванням стандартних методів вогневих випробувань відповідно до р.5 [6] та п.4.19 [8]. Сутність оцінки полягає у встановленні групи ефективності вогнезахисту для деревини за результатами вогневих випробувань на стандартних зразках вогнезахисної деревини з визначення показників: втрати маси зразків, температури продуктів згоряння, часу самостійного горіння та індексу поширення полум'я.

У вимогах п.3.5.9 [7] йдеться про те, що при визначенні галузі застосування вогнезахисної деревини необхідно враховувати токсичність продуктів горіння деревини та їх захисних засобів згідно з п.4.20 [8].

В розділі 5. згідно з [7] “Методи випробувань” у п.п. 5.7 та 5.8 відповідно зазначено, що якість проведеного вогнезахисту для поверхневих способів просочення (II групи ефективності), а також її забезпечення в процесі експлуатації визначають експрес методом. За наявності суперечливих результатів додатково проводять випробування згідно з п.6.2 [6], а визначення якості вогнезахисної деревини I групи здійснюють у лабораторних умовах за методами випробувань, які встановлені стандартами.

Стандарт [7] поширюється тільки на вогнезахиснену деревину, просочену захисними речовинами. Таким чином, в Україні одночасно діють 2 стандарти, за якими відповідно проводять класифікаційні, сертифікаційні та дослідні оціночні випробування з визначення вогнезахисної ефективності захисних засобів для деревини згідно з [6] та ефективності вогнезахисту вогнезахисної деревини, просочених захисними речовинами, згідно з [7]. Різниця полягає не тільки у термінах, але і у кількості показників і самої класифікації щодо визначення груп та підгруп у даних стандартах. В табл.1 наведено основні показники та їх граничні значення, за яких визначаються відповідні групи та підгрупи в [6,7].

Таблиця 1 – Основні показники та їх граничні значення згідно з [6,7]

ГОСТ, основний термін показника	Група та підгрупа вогнезахисту	Втрата маси зразків Δm , %	Температура димових газів, °C	Час самостійного горіння (τ), хв	Індекс поширення полум'я (I)
1	2	3	4	5	6
16363-98 [6], вогнезахисна ефективність для засобів захисту	I II не забезпечують	$\Delta m \leq 9$ $25 \geq \Delta m \geq 9$ $\Delta m > 25$	Початкова - 200°C, поточна та кінцева не регламентується	Не регламентується	Не регламентується
30219-95[7], ефективність вогнезахисту вогнезахисної деревини	I IA IB IB II	$\Delta m \leq 9$ $\Delta m \leq 5$ $\Delta m \leq 7$ $\Delta m \leq 9$ $\Delta m \leq 25$	Початкова - 200°C, $t_{\max} \leq 220$ $t_{\max} \leq 250$ $t_{\max} \leq 350$ не регламентується	Відсутній $\tau \leq 1$ хв., $\tau \leq 1$ хв. не регламентується	≤ 10 ≤ 10 ≤ 20 ≤ 25

Протягом багатьох років в науковій літературі з проблем вогнезахисту деревини має місце справедлива критика: щодо відносної оцінки та низької інформативності методу вогневих випробувань згідно з [6,7]; відсутності в них більшості показників пожежної небезпеки для твердих горючих матеріалів згідно з р.2. [8]; невідповідності умов вогневих випробувань та реальних умов пожежі; невизначеності стосовно методів контролю якості вогнезахисної деревини під час приймання робіт з вогнезахисту та протягом експлуатації.

З огляду на зазначене, метою даної роботи є обґрунтування доцільності проведення оцінки ефективності вогнезахисту з застосуванням комплексу показників пожежної небезпеки, значення яких об'єктивно характеризують ефективність вогнезахисту деревини та відтворюють реальну оцінку її пожежної небезпеки за умови пожежі.

Як звичай, всі наші «негаразди» починаються з визначень термінів, які вживаються у стандартах, нормативно-правових актах, а саме з термінів: вогнезахист; ефективність вогнезахисту; вогнезахисна ефективність; якість вогнезахисту, контроль

якості вогнезахисту; вогнезахисні властивості вогнезахищеної деревини та ін.

Вогнезахист згідно з [11] є зниження пожежної небезпечності матеріалу чи підвищення вогнестійкості конструкції або виробу, згідно з [10] - зниження пожежної небезпечності об'єкта вогнезахисту чи підвищення його вогнестійкості шляхом застосування вогнезахисних засобів.

В контексті цього, здійснення вогнезахисту деревини необхідно сприймати як захід щодо зниження пожежної небезпечності матеріалу деревини або рівня показників її пожежної безпеки.

З іншого боку, термін **вогнезахисна ефективність** (огнезащитная эффективность), який застосовано в [6], розглядається згідно з [12] як – “показатель, характеризующий способность огнезащитных составов снижать горючесть древесины и материалов на ее основе”. Нажаль, в [11] не надано визначення цьому терміну.

В свою чергу в [7] застосовано своєрідний “синонім” терміну “**огнезащитная эффективность**” – “**эффективность огнезащиты**”, зміст якого в контексті терміну вогнезахист треба сприймати як ефективність зниження пожежної небезпечності матеріалу деревини, тобто показників її пожежної безпеки.

Зміст та сутність даних термінів полягає в тому, що за результатами випробувань, в [6] встановлюють групу вогнезахисної ефективності для засобів захисту деревини (I або II), а в [7] - I або II групу вогнезахищеної деревини, яку відносять до важкогорючих матеріалів або важкозаймистих матеріалів.

Термінологічні розбіжності в оцінці результату випробувань згідно з [6,7], вносять певну плутанину в оперуванні цими термінами, хоча сутність результатів щодо визначення групи вогнезахисної ефективності та групи ефективності вогнезахисту одна й та ж.

Виходячи з цього, вважаємо термін **ефективність вогнезахисту деревини** більш прийнятним, оскільки ним безпосередньо характеризується ефективність зниження пожежної небезпечності матеріалу деревини з відповідним рівнем її показників.

Щодо терміну **якість вогнезахисту**. Цей термін не має чіткого визначення, хоча достатньо часто вживається в науково-технічній літературі, стандартах, нормативно-правових актах у різних контекстах, а саме: в п.5.7 [7] “Для поверхностных способов пропитки **качество произведенной огнезащиты...**”; в п.5.8 [7] “Определение **качества огнезащитной древесины I группы** осуществляют в лабораторных условиях по методам испытаний, установленным стандартами”; в п.4.1 [9] “**Показники якості** водних розчинів захисних речовин повинні відповідати вимогам, які наведено у таблиці 1, а **захищеної деревини** – у таблиці 2”; в р.7 [10] “У ході виконання вогнезахисної обробки здійснюється **контроль за якістю її виконання**”; в р.9 [10] “ У ході перевірки комісія перевіряє: ...3) ... **якість цих робіт і дає їм оцінку**”; в п.1.11 [13] “**Качество пропитки** характеризуется общим поглощением защитного средства и глубиной пропитки”;

Аналізуючи зміст терміну **якість вогнезахисту** та випадки його застосування у різних контекстах можна дійти до висновків, що мова йде про відповідність вогнезахищеної деревини певній групі ефективності вогнезахищеної деревини на основі визначення відповідних показників, які підтверджують даний факт відповідності, або про забезпечення відповідних параметрів вогнезахисту вогнезахищеної деревини, але при цьому потрібно чітко розділяти показники пожежної безпеки та показники якості, оскільки відносити вогнезахисну ефективність та індекс поширення полум'я до показників якості не коректно.

Таким чином, слід зазначити, що застосування вище розглянутих термінів

потребує чіткого та єдиного їх визначення, оскільки застосування їх у різних контекстах створюють певну плутанину або не вірне їх трактування.

Наступними аспектами в оцінці ефективності вогнезахисту деревини, є номенклатура показників щодо оцінки її пожежної небезпеки, урахування їх рівня небезпеки та визначення галузей безпечного застосування вогнезахисленої деревини. Показники, що представлені в табл.1 згідно з [6,7], за винятком індексу поширення полум'я, не належать до переліку показників пожежної небезпеки, які визначено в [8], тобто методичний підхід, застосований для оцінки вогнезахисту деревини в [6,7], є специфічним і застосовується тільки у країнах СНД, які приєдналися до даних стандартів. Окремо зазначимо, що Російська Федерація не приєдналася до ГОСТ 30219-95 застосовує тільки ГОСТ 16363-98.

Відомо, що всебічна оцінка пожежної небезпеки горючих матеріалів, і в тому числі деревини, залежить від встановлення необхідного переліку та правильності застосування даних показників [1]. Для повної оцінки пожежної небезпеки матеріалів залучають показники, які характеризують: горючість матеріалу за групою горючості, теплою згоряння та кисневим індексом; здатністю до поширення полум'я та димоутворення відповідно за індексом поширення полум'я та коефіцієнтом димоутворення; токсичність продуктів горіння за показником токсичності. Саме такий підхід було застосовано у дослідженнях впливу антипіренів на показники пожежної небезпеки полімерних матеріалів в [14], а також для класифікації будівельних матеріалів за показником потенційної небезпеки в [15].

Як правило, схема оцінки у разі проведення визначень комплексу показників передбачає на першому етапі починати випробування з визначення основного класифікаційного показника - групи горючості матеріалу. В методі [7] оцінка горючості вогнезахисленої деревини реалізується на базі встановлення I і II груп ефективності вогнезахисту, за якими деревина вважається відповідно важкогорючою та важкозаймистою.

З приводу адекватності щодо оцінки горючості I групи важкогорючої деревини згідно з [7] та групи важкогорючих матеріалів згідно з [8] виникають сумніви, особливо для важкогорючої деревини підгрупи 1Б та 1В, для яких у [7] визначено час самостійного горіння та тління, а також для підгрупи 1В максимальну температуру димових газів у вогневих випробуваннях 350°C.

Згідно з п.2.1.2. [8] важкогорючі матеріали – це матеріали, що здатні до горіння у повітрі під дією джерела запалювання, але нездатні до самостійного горіння після його вилучення. Під час визначення групи важкогорючих матеріалів згідно з п. 4.3.4.3 [8] температура газоподібних продуктів горіння у випробуваннях має бути нижче 260 °C. Цей факт особливо актуальний для вогнезахисленої деревини, параметри вогнезахисту (кількість поглинених захисних речовин, глибину просочення) якої забезпечують ефективність вогнезахисту на межі I та II групи (встановлене значення втрати маси зразків у вогневих випробуваннях 9%), тобто важкогорючої і важкозаймистої деревини.

В п.п. 4.3.4.3 згідно з [8] дозволяється проводити вогневі випробування матеріалів вогнезахисленої деревини з метою визначення показника групи горючості за регламентованим значенням збільшення температури димових газів Δt_{max} у вогневих випробуваннях від початкової менше 60°C. Метод випробувань, запропонований в [8] вважається класифікаційним для матеріалів просочених негорючими засобами або з нанесеними на них вогнезахисними покриттями.

Результати, отримані у даних випробуваннях, щодо віднесення таких матеріалів до групи важкогорючих матеріалів є більш надійними, ніж за методами в [6,7], оскільки

в [8] висуваються більш жорсткі вимоги до тривалості випробувань (5 хвилин або до часу досягнення максимальної температури). Групу горючості встановлюють за результатами на 3 зразках з матеріалу деревини з фактичною товщиною зразків, але не більше 30 мм.

Важливим показником в плані комплексної оцінки пожежної небезпеки деревини, просоченої захисними засобами, є нижча теплота згоряння, визначення якої здійснюється згідно з ДСТУ Б EN ISO 1716 [16]. Особливість цього фундаментального показника полягає в тому, що його числове значення є сталою величиною для конкретного стану матеріалу і застосовується як основний параметр щодо визначення питомої пожежної навантаги. Для проведення випробувань здійснюється відбір матеріалу деревини будь-якої форми та масою 1-2 г. Метод визначення теплоти згоряння можна застосовувати для класифікаційних, сертифікаційних випробувань, а також як арбітражний у проведенні контролю якості вогнезахисту матеріалу деревини на об'єкті, оскільки вимірювання забезпечують високу точність та відтворюваність результатів.

Враховуючи, що матеріал деревини є природним полімером, а також з метою проведення всебічної оцінки та контролю горючості вогнезахисної деревини, вважаємо доцільним в систему даної комплексної оцінки включити кисневий індекс. Результати випробувань, які були наведено в [17], показали суттєву різницю значень кисневого індексу для матеріалу соснової деревини та її вогнезахисного важкогорючої деревини, яка становила 35-40%. Метод кисневого індексу є досить прийнятним для проведення оцінки горючості вогнезахисної деревини, оскільки дозволяє використовувати зразки для випробувань невеликих розмірів: довжиною 70-150 мм; шириною 7-10 мм; товщиною 2-10 мм та застосовувати його з метою сертифікації та арбітражу за відповідних контрольованих умов.

Показники займистості та здатності до поширення полум'я застосовують як в системах оцінки пожежної небезпеки матеріалів держав СНД, так і найбільш розвинутих країн: Великої Британії, Франції, Німеччини та США, оскільки процеси займання і поширення полум'я головним чином впливають на процеси виникнення, розвитку та поширення горіння.

Домінуючу роль у здатності деревини до займання та поширення полум'я відіграє процес газифікації матеріалу деревини за умови процесу створення термічно товстого або термічно тонкого шару, на який значно впливає товщина матеріалу [1]. Цей факт треба враховувати для отримання взаємопов'язаних результатів у визначеннях групи горючості, здатності до займання та поширення полум'я по поверхні деревини. Для оцінки займистості матеріалів та поширення полум'я по їх поверхні в Україні застосовують відповідно методи визначення температур займання та самозаймання п.4.7. та п.4.9. [8] та індексу поширення полум'я по поверхні [8]. В роботі [5] вважається доцільним застосовувати метод визначення температури займання у якості арбітражного або додаткового для оцінки якості вогнезахисту деревини за відповідним показником якості. В свою чергу, показник індексу поширення полум'я широко застосовується в класифікаційних та сертифікаційних випробуваннях для оцінки вогнезахисної деревини до здатності поширювати полум'я згідно з п.3.4.4. [7], зокрема для важкогорючої деревини значення індексу, визначеного безрозмірною величиною, регламентується у межах 0-10, тобто не поширює або повільно поширює полум'я по поверхні.

Аналіз результатів багатьох досліджень та дані статистики свідчать про те, що домінуючий негативний вплив серед небезпечних факторів пожежі на людей

справляють саме дим та токсичні продукти горіння [1]: переважно за рахунок погіршення видимості та від утворення небезпечних концентрацій CO, CO₂ та ін. шкідливих речовин. Згідно з п.3.5.9. [7] у разі визначення галузі застосування вогнезахищеної деревини необхідно враховувати показник токсичності продуктів горіння згідно з п.4.20. [8].

Введення антипіренів в середину деревини як правило зменшує рівень утворення горючих газоподібних речовин під час піролізу її за рахунок зміщення механізму розкладу деревини у бік утворення CO₂ та вуглецю [1]. Цей процес в деякій мірі здатний підсилювати димоутворення під час горіння деревини, тому існує необхідність контролю здатності вогнезахищеної деревини за коефіцієнтом димоутворення згідно з п. 4.18. [8]. Комплексна оцінка пожежної безпеки вогнезахищеної деревини передбачає визначення основних показників на етапі розроблення захисних засобів, класифікації та сертифікації вогнезахисної деревини та застосування окремих показників як контрольних під час приймання робіт з вогнезахисту та експлуатації.

В таблиці 2 надана зведена характеристика розглянутих та запропонованих методів вогневих випробувань з комплексної оцінки пожежної безпеки вогнезахищеної деревини.

Таблиця 2 – Характеристика методів вогневих випробувань з комплексної оцінки пожежної безпеки вогнезахищеної деревини

№ з/п	Чинники пожежної безпеки деревини	Стандарт	Рівень вогневих випробувань	Назва показника, одиниця вимірювання	Граничне значення показника
1	2	3	4	5	6
1.	Горючість	4.3. ГОСТ 12.044 -89	Класифікаційні, сертифікаційні	Група горючості	$\Delta t < 260^{\circ}\text{C}$
		ДСТУ Б EN ISO 1716	Класифікаційні, сертифікаційні, контрольні	Нижча теплота згорання, МДж/кг	$Q_{\text{контрН,Р}} \leq Q_{\text{Н,Р}}$
		4.14. ГОСТ 12.044 -89	Класифікаційні, сертифікаційні, контрольні	Кисневий індекс, %	КИ > 50
2.	Займистість	4.7. ГОСТ 12.044 -89	Класифікаційні, контрольні	Температура займання, $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{з.кл}} \leq t_{\text{з. контр.}}$
3.	Поширення полум'я	4.19. ГОСТ 12.044 -89	Класифікаційні, сертифікаційні	Індекс поширення полум'я	$I = 0 \div 10$
4.	Токсичність продуктів горіння	4.20. ГОСТ 12.044 -89	Класифікаційні, сертифікаційні	Показник токсичності, г/м ³	$\text{HCL}_{50} > 40$
5.	Дим	4.18. ГОСТ 12.044 -89	Класифікаційні, сертифікаційні	Коефіцієнт димоутворення, м ² /кг	$D_m < 500$

Висновок. Отже, в роботі розглянуто аспекти з визначення вогнезахисної ефективності вогнезахисних засобів для деревини, ефективності вогнезахисту деревини та комплексної оцінки пожежної безпеки вогнезахищеної деревини, обґрунтована необхідність єдиного підходу до проведення вогневих випробувань, впровадження всебічної оцінки пожежної безпеки вогнезахищеної деревини з застосуванням

показників: горючості, займистості, поширення полум'я, токсичності продуктів горіння та димоутворення.

З метою здійснення контролю якості вогнезахисту застосовувати методи випробувань, прийнятні до проведення оцінки якості при прийманні робіт та протягом експлуатації, коректно застосовувати та визначати терміни: показник якості [9], вогнезахисна ефективність [6] та ефективність вогнезахисту [7].

Список використаних джерел

1. Баратов А.Н., Адрианов Р.А., Корольченко и др. Пожарная опасность строительных материалов. - М.: Стройиздат. 1988 – 380 с.
2. В.М. Жартовський, С.В. Жартовський Про деякі невідповідності стандартизованих методів і методик визначення вогнезахисту виробів з деревини умовам експлуатації. // Науковий вісник УкрНДПБ: Наук. журнал. К.– 2010. - № 1(21). – С. 95-102.
3. О.Д. Гудович, О.В. Корнієнко Дослідження зміни ефективності вогнезахисту деревини залежно від часу та умов зберігання. // Вісник КНУДТ: Науковий журнал. К.: 2012. №5. – С. 50-55.
4. А.Г. Яцукович, А.П. Денисевич Современные методы контроля качества огнезащитной обработки древесины пропиточными составами. // Науковий вісник УкрНДПБ: Наук. журнал. К.– 2011. - № 2(24). – С. 155-162.
5. В.М. Жартовський, С.В. Жартовський, О.В. Добростан, В.В. Коваленко Аналіз методів оцінювання якості вогнезахисту деревини, обробленої вогнезахисними речовинами. / Матеріали 14-ї Всеукраїнської наук.-практ. конф. рятувальників. Київ: ІДУЦЗ, 2012. – С. 176-179.
6. ГОСТ 16363–98. Средства огнезащиты для древесины. Методы определения огнезащитных свойств.
7. ГОСТ 30219-95 Древесина огнезащищенная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение.
8. ГОСТ 12.1.044–89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
9. ДСТУ 4479: 2005 Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. Номенклатура показателів і методи їх определения.
10. НАПБ Б.01.012–2007. Правила з вогнезахисту.
11. ДСТУ 2272: 2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.
12. ГОСТ Р 53292-2009 Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на её основе.
13. ГОСТ. 20022.6-93 Защита древесины Способы пропитки.
14. Яковлева Р.А., Спіріна-Смілка Е.Ю., Саенко Н.В., Попов Ю.В., Новак С.В., Коваленко В.В., Гудович О.Д., Шафран Л.М. Влияние антипиренов на показатели пожарной опасности эпоксиполимерных материалов. //Проблемы пожарной безопасности. Сборник научных трудов. Выпуск 29, Харьков. 2011. – С. 175-181.
15. Иличкин В.С., Фукалова А.А. Токсичность продуктов горения полимерных материалов. – М.: ВНИИПО. – 1987. – С.50-53.
16. ДСТУ Б EN ISO 1716:2011 Випробування виробів щодо реакції на вогонь. Визначення вищої (нижчої) теплоти згорання.
17. Гудович О.Д., Корнієнко О.В. Щодо оцінки ефективності вогнезахисту будівельних конструкцій з вогнезахисних матеріалів на основі деревини. матеріали. / Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Пожежна безпека: теорія і практика”. Черкаси.: 2012. – С.24-27.