

**Ю.В. Цапко<sup>2</sup>**,  
докт. техн. наук, професор  
ORCID: 0000-0003-0625-0783

**О.П. Бондаренко<sup>1</sup>**,  
канд. техн. наук, доцент  
ORCID: 0000-0002-8164-6473

**О.Ю. Цапко<sup>1,3</sup>**,  
канд. техн. наук, доцент, с.н.с.  
ORCID: 0000-0003-2298-068X

**О.Ю. Горбачова<sup>2</sup>**,  
канд. техн. наук, доцент  
ORCID: 0000-0002-7533-5628

**С.М. Мазурчук<sup>2</sup>**,  
канд. техн. наук, доцент  
ORCID: 0000-0002-6008-9591

**Д.С. Жеребчук<sup>1</sup>**,  
студент  
ORCID: 0000-0002-7174-132X

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

<sup>3</sup>Український державний науково-дослідний інститут "Ресурс", Київ

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛИТ З ДЕРЕВНОЇ ШЕРСТІ

*В роботі наведені результати дослідження процесу захисту плит з деревної шерсті в'яжучими на основі вогнезахисних покриттів. Випробування на модельних зразках деревинної плити показали, що матеріал на основі деревинної шерсті і неорганічного в'яжучого характеризується поглинанням тепла та гальмуванням окислення в газовій і конденсованій фазі та утворенням на поверхні деревини теплозахисного керамічного шару. Експериментальними дослідженнями підтверджено, що матеріал на основі деревної шерсті і неорганічного в'яжучого при співвідношенні 1:1 відноситься до горючих матеріалів, оскільки, під час температурного впливу було зафіксовано його тління. Так, під термічною дією протягом 90 с матеріал зайнявся і полум'я поширилося по першим трьом зонам протягом 41 с. Натомість, підвищення кількості в'яжучого на неорганічній основі та застосування органо-мінерального в'яжучого не призводить до загорання матеріалу. При цьому максимальна температура димових газів становила близько 120 °С, а індекс горючості складав 0 за рахунок розкладання антипіренів під дією температури з виділенням негорючих газів, які гальмують процеси окиснення матеріалу та суттєво підвищують утворення на поверхні матеріалу теплозахисного шару коксу. Це приводить до гальмування теплопередачі високотемпературного полум'я до матеріалу. Завдяки цьому стало можливим визначення умов вогнестійкості матеріалу шляхом утворення бар'єру для теплопровідності. Отримані результати свідчать про можливість спрямованого регулювання процесів передавання високої температури до*

*органічного матеріалу шляхом використання спеціальних в'язучих для виробів з деревини.*

*Ключові слова: плити, деревна шерсть, теплопровідність, неорганічне і орґано-мінеральне в'язуче.*

**Актуальність теми дослідження.** На сьогоднішній день все більшої популярності набирає екологічно безпечні матеріали з деревини, які за групою горючості відносять до легкозаймистих матеріалів. Сировиною для їх виготовлення є відходи деревообробної промисловості, деревна тріска, шерсть та інше, однак ці матеріали мають одну спільну ваду – горючість.

Основні вимоги до вогнестійкості природних горючих матеріалів полягають в здатності протистояти дії вогню та не поширювати полум'я поверхнею. Зміна розкладу такого матеріалу при вогнезахисному обробленні, направлена в сторону утворення негорючих газів і важкогорючого коксового залишку, а також гальмування окиснення в газовій і конденсованій фазі.

Сучасні методи вогнезахисту будівельних конструкцій базуються на використанні покриттів, що спучуються, які являють собою складні системи органічних і неорганічних компонентів, здатних утворювати захисний шар коксу [1, 2]. Використання композицій з полімерних речовин та антипіренів переводить органічний матеріал до важкозаймистих та дозволяє перенести процес займання у більші часові терміни [3, 4].

Найпростіші вогнезахисті засоби на основі неорганічних в'язучих матеріалів містять у своєму складі зв'язану воду, яка під час нагрівання випаровується і блокує перенос тепла до поверхні, що захищається. У якості зв'язки використовують здебільшого натрієве рідинне скло, портландцемент, глиноземистий цемент, фосфатні і алюмосилікатні в'язучі. Такі матеріали характеризуються незначною еластичністю, при дії температура фактору в навколишнє середовище виділяють тільки водяні пари [3].

**Постановка проблеми.** Формування тепло- та звукоізоляційної плити з деревини із застосуванням негорючих в'язучих може підвищити вогнезахист матеріалу за рахунок утворення захисного шару коксу. Це дозволить розробити новий тип вогнезахисних покрівельних засобів для будівельних конструкцій. Оброблення поверхні тепло- та звукоізоляційної плити вогнезахисними покриттями не завжди доцільно, оскільки після тривалої термічної дії стадія горіння може перенестись у середину матеріалу шляхом тління.

Тому виготовлення вогнестійких тепло- та звукоізоляційних деревинних матеріалів, дослідження вогнезахисту і впливу компонентів, які входять до їхнього складу, на цей процес є не вирішеною складовою забезпечення вогнестійкості будівельних конструкцій. І, відповідно, визначають необхідність проведення таких досліджень.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** За останні роки у напрямку застосування деревини відомі роботи, які направлені на розроблення вогнезахисних панельних плит для тепло- та звукоізоляції. Вони базуються на пресуванні суміші рослинних волокон з мінеральними домішками, в якості яких використовують азбест, слюду, базальт, змішаний з гідрофобними компонентами [5, 6]. В роботі [5] вивчено вплив кількості рослинного волокна (льоноволокна – бавовняного волокна) на щільність і гнучкість матеріалу, одержуваного шляхом аераційного осадження. Також розглянуто вплив зв'язуючого на основі рослинної

сировини на властивості гнучких теплоізоляційних матеріалів, однак залишається невирішеним питання, яке пов'язано з горючістю, що знижує якість отриманих результатів. В роботі [6] реалізація способу отримання деревно-мінерального композиційного матеріалу заснована на армуванні деревини нанодисперсними частинками базальту при набуханні у водному середовищі з урахуванням поверхневих властивостей деревини і базальту. Після відділення твердої фази від реакційної суспензії та додавання в'язучого на основі суміші дрібнодисперсних базальтових і полісилікатних систем розглядається формуванням напівфабрикату і його сушіння. Однак, вироби відносяться до матеріалів, що характеризується низькою адгезією.

В роботі [7] наведені дані з технології виробництва, теплофізичні властивості матеріалу, виготовленого з конопель і гіпсового в'язучого, та показано можливість його використання в якості тепло- та звукоізоляційного матеріалу. Але залишаються невирішеними питання щодо прояву спільної дії компонентів при ізолюванні тепла. Матеріали, які наведено у роботі [8], характеризуються високою тепло- та звукоізоляційною здатністю, але не показано технологію їх виготовлення та міцнісні характеристики.

Доцільність використання доломітової глини підтверджується зміною структури пінококсу та суттєвим зниженням теплових характеристик, що обумовлено утворенням проміжних з'єднань, які створюють значну кількість наноструктур [9]. Однак, для підтвердження цього процесу не наведені відповідні фізико-хімічні розрахунки. Так, на думку авторів [10], це обумовлено широким діапазоном температур при розкладі органо-неорганічного гібридного матеріалу з піком при 353°C, що набагато вище температури займання. У напрямку даних досліджень [11] запропонована математична модель, що описує динаміку поширення і утримання тепла на волокнистому ізоляційному покритті з урахуванням «внутрішніх» особливостей теплоізолятора (зернистості і пористості волокнистої ізоляції). Однак, дана модель не враховує саме як зміна форми пор впливає на теплопередачу до самої конструкції.

Крім того, багато тепло- та звукоізоляційних матеріалів мають цілу низку недоліків, таких як внесення окремих компонентів, втрати функціональних властивостей при збільшенні температури [12]. Це означає, що не визначено, як саме протікає процес за умов температур у діапазоні розкладу матеріалу. З практичної точки зору це може викликати труднощі, що пов'язані з визначенням оптимальної кількості інертних добавок.

Проведені також дослідження ізоляційних матеріалів, виготовлених зі змішаних килимових відходів з розчином з колеманітової руди, одним з мінералів бору і розчином з додаванням колеманітних відходів [13]. Показано, що завдяки встановленим оптимальним співвідношенням стає можливим корегування вмісту компонентів для забезпечення процесу теплозвукоізоляції.

Тому недостатня визначеність вогнестійкості при термічній дії на матеріал та впливу компонентів, які входять до їх складу, і їх роль у забезпеченні вогнестійкості, обумовлюють проведення досліджень у цьому напрямі.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є встановлення особливостей створення вогнестійких плит з деревної шерсті.

**Матеріали і методи досліджень.** Зразки плит на основі деревинної шерсті і в'язучого готувались методом пресування в металевих прес-формах розміром 350×300×30мм. Для наповнювача плит слугувала деревинна шерсть попередньо

виготовлена з низькоякісної деревини сосни висушена до вологості 10 %. Розміри волокон (шерстин) складали: довжина – 5...400 мм, товщина – 0,5 мм та ширина – 5мм відповідно. Підготовка в'язучого полягала у доведенні його в'язкості до 10 с та 17 с (при збільшенні у двічі) по віскозиметру ВЗ-4 водою. У якості в'язучого використовували вогнезахисне покриття на неорганічній основі (патент України на корисну модель № 95440 «Вогнезахисне покриття для деревини») та покриття на органо-мінеральній основі («Skela-W»).

Деревну шерсть і в'язуче поміщали у ємність та перемішували. Перемішування відбувалося до повного змочування деревної шерсті, після чого приготовану сировинну суміш поміщали на сито на 60 с та заповнювали прес-форму. Наповнена прес-форма піддавалась гарячому пресуванню під тиском 0,02 МПа при температурі 100-110°C і витримувалась протягом 30 с на кожен міліметр пресованого виробу. Після чого температура опускалась до 75°C та витримувалась протягом 60 с на кожен міліметр товщини пресованого виробу. Після зняття навантаження зразки витримувались 1 добу при кімнатній температурі та відносної вологості повітря близькій 65 %.

Плити готували при таких співвідношеннях масових частин наповнювача і в'язучого (рис. 1):

- 1) деревинна шерсть – в'язуче (на неорганічній основі) при співвідношенні 1:1;
- 2) деревинна шерсть – в'язуче (на неорганічній основі) при співвідношенні 1:2;
- 3) деревинна шерсть – в'язуче (на органо-мінеральній основі) при співвідношенні 1:1.

Після виготовлення плит, з них було вирізано зразки для проведення випробувань, кромки яких обпилювались по всьому периметру. Так, розміри та щільність зразків для різних варіантів в'язучого склали:

- 1) деревинна шерсть – в'язуче при співвідношенні 1:1:
  - для неорганічного – 300×300×28 мм, щільність 147 кг/м<sup>3</sup>;
  - для органо-мінерального – 300×300×28 мм, щільність 143 кг/м<sup>3</sup>;
- 2) деревинна шерсть – в'язуче (на неорганічній основі) при співвідношенні 1:2 – 300×300×27 мм, щільність 274 кг/м<sup>3</sup>.

Дослідження з експериментального визначення параметрів займання тепло- та звукоізоляційних плит з деревної шерсті проводили за методикою, суть якої полягала у тому, що зразок поміщали у випробувальній камері та піддавали впливу радіаційної панелі.

Після запалювання зразка проводили вимірювання часу займання, максимальної температури продуктів горіння і часу її досягнення, часу проходження фронтом полум'я ділянок поверхні, довжину згорілої частини зразка [2].



Рис. 1. Модельні зразки плит: *а* – на основі деревинна шерсть – неорганічне в’язуче при співвідношенні 1:1, *б* – на основі деревинна шерсть – неорганічне в’язуче при співвідношенні 1:2, *в* – на основі деревинна шерсть – органічно-мінеральне в’язуче при співвідношенні 1:1

Визначення вищої теплоти  $Q_{в,в}$  здійснювалось експериментально згідно з ДСТУ Б EN ISO 1716:2011 [14] в калориметрі ІКС 6000 Isoperibol з ізотермічною оболонкою. Нижча теплота згоряння визначалась розрахунком з вищої.

**Основна частина.** На рис. 2, 3 показано процес займання та поширення полум’я деревинним матеріалом. Результати досліджень з визначення приросту максимальної температури газоподібних продуктів горіння ( $\Delta t$ , °C) деревинного матеріалу, проведених у лабораторних умовах, наведено на рис. 4, табл. 1.

Дослідження показали (рис. 4), що матеріал на основі деревної шерсті і неорганічного в’язучого при співвідношенні 1:1 відноситься до горючих матеріалів, оскільки, під час температурного впливу було зафіксовано тління.

При дії радіаційної панелі на зразки деревинного матеріалу (крива 1, рис. 4) температура газоподібних продуктів горіння підвищилась до 150 °C. Під час випробувань зразка матеріалу на основі деревної шерсті і неорганічного в’язучого при співвідношенні 1:1 було встановлено, що зразок зайнявся на 90 с, полум’я поширилося по першим трьом зонам протягом 41 с, а потім перейшло у фазу тління. Натомість, підвищення кількості в’язучого на неорганічній основі та застосування органічно-мінерального в’язучого, не призводить до загоранні матеріалу, максимальна температура димових газів становила близько 120 °C, а індекс горючості склав 0 (табл. 1).



Рис. 2. Результати випробувань процесу займання та поширення полум'я матеріалу: *а* – вплив полум'я на зразок, *б* – горіння матеріалу на основі деревної шерсті і неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:1



Рис. 3. Результати випробувань процесу займання та поширення полум'я матеріалом: *а* – на основі деревної шерсті і неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:2, *б* – на основі деревної шерсті і органо-мінерального в'язучого при співвідношенні 1:1

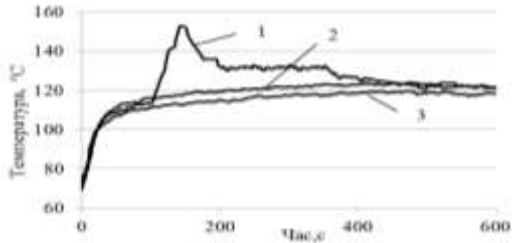


Рис 4. Динаміка наростання температури димових газів при випробуваннях матеріалу: 1 – на основі деревної шерсті і неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:1, 2 – на основі деревної шерсті і органо-мінерального в'язучого при співвідношенні 1:1, 3 – на основі деревної шерсті і неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:2

Таким чином, встановлено, що зразок матеріалу на основі деревної шерсті і неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:1 за високих температур здатний до займання та горіння, що є недостатнім для захисту і потребує підвищення кількості вогнезахисного засобу. Виготовлення матеріалу на основі деревної шерсті і неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:2 і при застосуванні органо-мінерального в'язучого при співвідношенні 1:1 перешкоджає вигоранню та поширенню полум'я.

Таблиця 1

**Час проходження фронтом полум'я контрольних точок**

Зразок матеріалу на основі деревної шерсті	Температура димових газів, °C		Час займання, с	Час проходження фронтом полум'я ділянок зразка, с									Час досягнення максимальної температури димових газів, с	Довжина горіння зразка, мм	Індекс горючості
	T <sub>1</sub>	T <sub>max</sub>		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:1	71,3	151	6	12	17	16	–	–	–	–	–	–	141	96	35,7
органомінерального в'язучого при співвідношенні 1:1	69,6	121	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	600	0	0
неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:2	72,4	119	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	600	0	0

Для оцінювання стійкості до термічної дії тепло- та звукоізоляційних деревинних матеріалів розглянуто швидкість втрати маси при випробуваннях. У табл. 2 наведено час випробування, площа пошкодження зразка та швидкість втрати маси елемента конструкції після випробувань.

Швидкість втрати маси зразків розраховували за рівнянням:

$$\vartheta = \frac{\Delta m}{\tau \cdot S_0}$$

де  $\Delta m$  – втрата маси зразка після випробувань, кг;

$\tau$  – час випробування, с;

$S_0$  – площа пошкодження зразка, м<sup>2</sup>.

Для визначення характеристик тепловиділення матеріалів під час їхнього горіння використовується рівняння, що пов'язує швидкість тепловиділення під час горіння матеріалу з швидкістю вигорання і нижчою теплоотою згорання [14]:

$$Q = \eta m Q_n S$$

де  $\eta$  – коефіцієнт повноти згорання летких продуктів розкладу речовини у полум'ї (приймається 0,85);

$m$  – масова швидкість вигорання матеріалу, кг/(м<sup>2</sup>·с);

$Q_n$  – нижча теплота згорання матеріалу, кДж/кг;

$S$  – площа поверхні зразка, що перебуває під дією теплового впливу, м<sup>2</sup>.

Таблиця 2

**Швидкість вигорання необроблених та оброблених зразків тари**

Зразок матеріалу на основі деревної шерсті	Втрата маси $\Delta m$ , кг	Час випробування $\tau$ , с	Площа пошкодження зразка $S_0$ , м <sup>2</sup>	Швидкість вигорання зразка $\vartheta$ , 10 <sup>-3</sup> кг/(м <sup>2</sup> ·с)
неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:1	0,022	600	0,016	0,0023
органомінерального в'язучого при співвідношенні 1:1	0,008	600	0,008	0,0015
неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:2	0,0012	600	0,005	0,0004

Проведено визначення теплоти згорання матеріалу на основі деревної шерсті і неорганічного та органомінерального в'язучого (табл. 3).

Таблиця 3

**Вища та нижча теплота згорання деревини**

Зразок матеріалу на основі деревної шерсті і в'язучого	Теплота згорання, кДж/кг		Площа поверхні зразка, що перебуває під дією теплового впливу, м <sup>2</sup>	Тепловиділення, кДж/кг
	вища	нижча		
неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:1	18965	17257	0,036	1,219
органомінерального в'язучого при співвідношенні 1:1	12846	11775	0,036	0,54
неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:2	11943	10957	0,036	0,144



Таким чином, зразок матеріалу на основі деревної шерсті і неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:2 та органічно-мінерального в'язучого при співвідношенні 1:1 знижує теплоту згоряння матеріалу та відповідно тепловиділення більш ніж в 2 рази, що підтверджується результатами досліджень рис. 4.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Випробування на модельних зразках деревинної плити показали, що матеріал на основі деревинної шерсті і неорганічного в'язучого характеризується поглинанням тепла та гальмуванням окислення в газовій і конденсованій фазі та утворенням на поверхні деревини теплозахисного керамічного шару. Натомість покриття при дії високої температури утворює значний коефіцієнт случення, сприяє утворенню теплоізолювального шару коксу, що запобігає вигоранню деревини і проходженню високої температури до матеріалу. При дії радіаційної панелі на зразки матеріалу на основі деревної шерсті і неорганічного в'язучого при співвідношенні 1:1, температура газоподібних продуктів горіння підвищилась до 150 °С, зразок зайнявся на 90 с, полум'я поширилося по першим трьом зонам і перейшло у фазу тління. Натомість, підвищення кількості в'язучого на неорганічній основі та застосування органічно-мінерального в'язучого, не призвело до загорання матеріалу, максимальна температура димових газів становила близько 120 °С, а індекс горючості склав 0. Це свідчить про можливість спрямованого регулювання процесів передавання високої температури до органічного матеріалу шляхом використання спеціальних в'язучих для виробів з деревини.

Подальші дослідження будуть спрямовані на теоретичне та експериментальне вивчення процесів горіння матеріалів з деревини, а акож встановлення взаємозв'язку між складовими і властивостями засобів захисту.

#### **Список літератури:**

1. Tsapko Yu., Tsapko A. Establishment of the mechanism and fireproof efficiency of wood treated with an impregnating solution and coatings. *East European Journal Enterprise Technologies*. 2017, Vol. 3, №10 (87). P. 50-55.
2. Tsapko Yu., Tsapko A. Modeling a thermal conductivity process under the action of flame on the wall of fire retardant reed. *East European Journal Enterprise Technologies*. 2018, Vol. 2, №10 (92). P. 50-56.
3. Tsapko Ju., Guzii S., Remenets M., Kravchenko A., Tsapko A. Evaluation of effectiveness of wood fire protection upon exposure to flame of magnesium. *East European Journal Enterprise Technologies*. 2016, Vol. 4, №10 (82). P. 31-36.
4. Tsapko Yu., Kyrycyok V., Tsapko A., Bondarenko O., Guzii S. Increase of fire resistance of coating wood with adding mineral fillers. *MATEC Web of Conferences*, 230 (2018), 02034. P. 1-6. doi: 10.1051/mateconf/201823002034.
5. Babashov V.G., Bespalov A.S., Istomin A.V., Varrikn M. Heat and Sound Insulation Material Prepared Using Plant Raw Material. *Refractories and Industrial Ceramics*. Vol. 58(2), 2017. P. 208-213.
6. Danilov V., Ayzenshtadt A., Makhova T. Obtaining and characterization of wood-mineral Composites. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference*

*Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*. Vol. 18(6.1), 2018. P. 347-354.

7. Brencis R., Pleiksnis S., Skujans J., Adamovics A., Gross U. Lightweight composite building materials with hemp (*Cannabis sativa* L.) additives. *Chemical Engineering Transactions*. 2017, Vol. 57. P. 1375-1380.

8. Li Z., Ma J., Ma H., Xu X. Properties and Applications of Basalt Fiber and Its Composites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018, Vol. 186(2), 012052.

9. Zaryoun M., Hosseini M. Lightweight fiber-reinforced clay as a sustainable material for disaster resilient architecture of future buildings. *Architectural Engineering and Design Management*. November, 2018, Vol. 15(3). P. 1-15.

10. Alabdulkarem A., Ali M., Iannace G., Sadek S., Almuzaiqer R. Thermal analysis, microstructure and acoustic characteristics of some hybrid natural insulating materials. *Construction and Building Materials*. 2018, Vol. 187. P. 185-196.

11. Grickus A., Guseynov S.E. On one mathematical model for dynamics of propagation and retention of heat over new fibre insulation coating. *Environment, Technology, Resources*. 2015, Vol. 3. P. 82-86.

12. Yuan J., Chen H., Zhong Q., Li K. Optimization for heat and sound insulation of honeycomb sandwich panel in thermal environments. *Vibroengineering Procedia*. 2017, Vol. 11. P. 161-166.

13. Erdoğan Y. Production of an insulation material from carpet and boron wastes. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*. 2016, Vol. 152. P. 197-202.

14. ДСТУ Б EN ISO 1716 Випробування виробів щодо реакції на вогонь. Визначення вищої (нижчої) теплоти згоряння (EN ISO 1716:2010, IDT). Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 37 с.

### **References:**

1. Tsapko, Yu., Tsapko, A. (2017). "Establishment of the mechanism and fireproof efficiency of wood treated with an impregnating solution and coatings", *East European Journal Enterprise Technologies*, 3, 10 (87), 50-55.

2. Tsapko, Yu., Tsapko, A. (2018). "Modeling a thermal conductivity process under the action of flame on the wall of fire-retardant reed", *East European Journal Enterprise Technologies*, 2, 10 (92), 50-56.

3. Tsapko, Ju., Guzii, S., Remenets, M., Kravchenko, A., Tsapko, A. (2016). "Evaluation of effectiveness of wood fire protection upon exposure to flame of magnesium", *East European Journal Enterprise Technologies*, 4, 10 (82), 31-36.

4. Tsapko, Yu., Kyrycyok, V., Tsapko, A., Bondarenko, O., Guzii, S. (2018) "Increase of fire resistance of coating wood with adding mineral fillers", *MATEC Web of Conferences*, 230, 02034, 1-6. doi: 10.1051/mateconf/201823002034.

5. Babashov, V.G., Bespalov, A.S., Istomin, A.V., Varrik, N.M. (2017). "Heat and Sound Insulation Material Prepared Using Plant Raw Material", *Refractories and Industrial Ceramics*. 58 (2), 208-213.

6. Danilov, V., Ayzenshtadt, A., Makhova, T. (2018). "Obtaining and characterization of wood-mineral Composites", *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*, 18 (6.1), 347-354.

7. Brencis, R., Pleiksnis, S., Skujans, J., Adamovics, A., Gross, U. (2017). "Lightweight composite building materials with hemp (*Cannabis sativa* L.) additives", *Chemical Engineering Transactions*, 57, 1375-1380.
8. Li, Z., Ma, J., Ma, H., Xu, X. (2018). "Properties and Applications of Basalt Fiber and Its Composites", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 186 (2), 012052.
9. Zaryoun, M., Hosseini, M. (2018). "Lightweight fiber-reinforced clay as a sustainable material for disaster resilient architecture of future buildings", *Architectural Engineering and Design Management*, 15 (3), 1-15.
10. Alabdulkarem, A., Ali, M., Iannace, G., Sadek, S., Almuzaiqer, R. (2018). "Thermal analysis, microstructure and acoustic characteristics of some hybrid natural insulating materials", *Construction and Building Materials*, 187, 185-196.
11. Grickus, A., Guseynov, S.E. (2015). "On one mathematical model for dynamics of propagation and retention of heat over new fibre insulation coating", *Environment, Technology, Resources*, 3, 82-86.
12. Yuan, J., Chen, H., Zhong, Q., Li, K. (2017). "Optimization for heat and sound insulation of honeycomb sandwich panel in thermal environments", *Vibroengineering Procedia*, 11, 161-166.
13. Erdoğan, Y. (2016). "Production of an insulation material from carpet and boron wastes", *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 152, 197-202.
14. DSTU B EN ISO 1716 (2012) "Vyznakhennya vyshchoyi (nyzhchoyi) teploty z horyannya (EN ISO 1716:2010, IDT)", Kyiv: Minrehionbud Ukrainy.

***Yu. Tsapko, O. Bondarenko, O. Tsapko, A. Gorbachova, S. Mazurchuk, D. Zhezbchuk***

***Functional assignment of technological accessories for woodworking***

*Forming a heat and sound insulation board from wood using non-combustible binders can increase the fire protection of the material by forming a protective layer of coke. This will make it possible to develop a new type of fireproof roofing products for building structures. It is not always advisable to treat the surface of a heat and sound insulation board with fireproof coatings, since after prolonged thermal exposure, the combustion stage can be transferred to the interior of the material by smoldering. Therefore, the manufacture of fire-resistant heat- and sound-insulating wood materials, the study of fire protection and the impact of their components on this process is an unresolved component of ensuring the fire resistance of building structures. And, accordingly, they determine the need for such research.*

*The paper presents the results of research into the process of protecting wood wool boards with binders based on fire-resistant coatings. Tests on model samples of a wooden board showed that the material based on wood wool and an inorganic binder is characterized by heat absorption and inhibition of oxidation in the gas and condensed phase and the formation of a thermally protective ceramic layer on the surface of the wood. Experimental studies have confirmed that a material based on wood wool and an inorganic binder at a ratio of 1:1 refers to combustible materials, since its smoldering was recorded during exposure to temperature. So, by thermal action for 90 s, the material ignited and the flame spread over the first three zones for 41 s. On the other*

*hand, an increase in the amount of an inorganic-based binder and the use of an organic-mineral binder does not lead to a material fire. In this case, the maximum temperature of the flue gases was about 120 °C, and the flammability index was 0 due to the decomposition of fire retardants under the influence of temperature with the release of incombustible gases, which inhibit the oxidation of the material and significantly increase the formation of a heat-protective layer of coke on the surface of the material. This leads to inhibition of heat transfer of the high-temperature flame to the material. Due to this, it became possible to determine the conditions of fire resistance of the material by forming a barrier for thermal conductivity. The obtained results indicate the possibility of targeted regulation of high temperature transfer processes to organic material by using special binders for wood products.*

**Keywords:** *boards, wood wool, thermal conductivity, inorganic and organo-mineral binders.*

### **Посилання на статтю**

**APA:** Tsapko, Yu., Bondarenko, O., Tsapko, O., Gorbachova, A., Mazurchuk, S., & Zherebchuk, D. (2023). Functional assignment of technological accessories for woodworking. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 51, 206-217.

**ДСТУ:** Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Цапко О.Ю., Горбачова О.Ю., Мазурчук С.М., Жеребчук Д.С. Дослідження вогнестійких властивостей плит з деревної шерсті. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2023. № 51. С. 206-217.