

УДК 614.841.45

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ ПУСТОТ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.

Рудешко І. В.

**АННОТАЦИЯ:** Рассмотрены существующие методы герметизации пустот строительных конструкций, надана оценка их эффективности, предложен метод герметизации эффективных строительных конструкций с пустотами кремний содержащими композициями на основе жидкого стекла.

**Ключевые слова:** строительные конструкции, пустоты, скрытое распространение огня, конструктивная огнезащита, жидкое стекло, герметизация пустот, кремний содержащие композиции, щелочь.

**АНОТАЦІЯ:** Розглянуті існуючі методи герметизації пустот будівельних конструкцій, нада оцінка їх ефективності, запропонований метод герметизації ефективне будівельних конструкцій з пустотами кремній містять композиціями на основі рідкого скла.

**Ключові слова:** будівельні конструкції, пустоти, приховане поширення вогню, конструктивний вогнезахист, рідке скло, герметизація пустот, кремній вмісні композиції, луга.

**ABSTRACT:** Existing methods for sealing voids of building structures are considered, an assessment of their effectiveness is given, a method for sealing effective building structures with silicon voids containing compositions based on liquid glass is proposed.

**Key words:** building constructions, voids, hidden distribution of fire, structural fire protection, liquid glass, sealing of voids, silicon containing compositions, alkali.

### **Вступ. Постановка проблеми.**

Захист конструкцій від руйнування і забезпечення їх достатньої міцності в умовах впливу високих температур під час пожежі являється однією із важливих задач пожежної профілактики.

У ряді випадків будівельні конструкції являються причиною виникнення і розповсюдження пожежі. Наявність у будівлі пустотних будівельних конструкцій призводить до того, що вогонь поширюється не тільки на зовнішніх, відкритих поверхнях, але і приховано всередині них. При цьому поширення горіння всередині конструкцій часто протікає досить швидко без особливих зовнішніх ознак, зі швидкістю, яка значно перевищує швидкість розповсюдження полум'я по зовнішній поверхні конструкцій. Такі пожежі супроводжуються сильним задимленням не тільки палаючих приміщень, але і розташованих вище поверхів. Дим з'являється на значних відстанях від осередка пожежі. Подача вогнегасних речовин на поверхню пустотних конструкцій не дає ефекту гасіння тому, для обмеження поширення пожежі їх розбирають і подають водяні стволи у середину. Це в свою чергу призводить до збільшення кількості особового складу для проведення розбирання із одночасною подачею стволів. Для нарощування сил і засобів потрібен час, протягом якого вогонь і продукти горіння поширюються по всій будівлі.

Обмеження поширення пожежі по пустотах будівельних конструкцій досягається застосуванням діафрагм і вогнетривких засипок. Так, у багатошарових стінах будівель, у

якості вогнезахисту, застосовують будівельний розчин, який наносять на спеціальні прокладки і ребра [3,4]. Пустоти у сучасних дерев'яних покриттях розділяють вогнестійкими діафрагмами, які встановлюють через кожні 6м. Площа між діафрагмами має не перевищувати 54м [5]. Існує спосіб вогнезахисту дерев'яних конструкцій дахів, коли простір між дерев'яними конструкціями заповнюють виробами із скловолокна. Такий спосіб забезпечує межу вогнестійкості на рівні 90 хвилин [6].

Найбільш ефективним рішенням щодо обмеження поширення пожеж у дерев'яних конструкціях є застосування суцільних конструкцій без пустот. Однак повітряні прошарки у ряді випадків потрібно влаштувати для захисту деревини від гниття. Влаштування таких прошарків у даний час заборонено у каркасних стінах і перегородках, які виконано із горючих матеріалів, а також із горючих матеріалів, які захищені негорючими матеріалами. У перекриттях і покриттях повітряні прошарки поділяють на відсіки діафрагмами із шлакової засипки. Діафрагми не мають перешкоджати повітрообміну у вентиляованих пустотах конструкцій. Основним недоліком діафрагм є той факт, що з часом вони можуть просідати і утворювати щілини, через які за умови пожежі будуть потрапляти дим і полум'я [2,7].

Будівельні норми і правила встановлюють ряд обмежень у частині кількості горючих речовин. У дерев'яних конструкціях цього можна досягти заміною горючих засипок, настилів і наповнювачів на негорючі. Замість дерев'яного настилу з дощок, або підлоги застосувати накати із плит, що виконані із негорючих матеріалів.

Такі накати можна виготовляти із пінобетону або гіпсових плит, а у якості засипки використати шлак. Але, шлак за своєю структурою є важким наповнювачем, при його використанні доводиться зміцнювати стіни, перегородки тощо [2,7].

Особливої уваги потребує різноманітність способів і матеріалів вогнезахисту кабельних проходок [8].

Так для захисту кабельних проходок через будівельні конструкції, у нашій країні використовується ряд вогнестійких матеріалів: блоки з пористого бетону із заповненням зазорів вогнезахисною сумішшю ОПК, базальтове супертонке волокно, вермикуліт, пінопласт марки ФК-75, Полістоп-К і Поліпласт (Угорщина), Шотмасс (Німеччина), Promatek LDSE і Promatec (США) тощо.

Знайшли широке використання подушки із вогнестійкого матеріалу зі спеціальним наповнювачем із заданими властивостями які використовуються для ущільнення проходок кабелів і створення протипожежних поясів. Подушки складаються із зовнішньої оболонки, що виконано із матеріалу, який забезпечує герметичність і вогнестійкість з'єднання. Всередині оболонки знаходиться розчин, який спучується і твердне під впливом тепла, і забезпечує герметичність і вогнестійкість з'єднання. Температура початку спучування регулюється залежності від складу суміші [8].

До способів вогнезахисту проходок різних комунікацій також відносяться нанесення різних паст і обмазок на поверхню трубопроводів та електрокабелів, які спучуються і герметизують проходки під впливом температури [9].

Наступний спосіб для захисту вентиляційних каналів це плита, що спучується і має у кімнатних умовах щільну структуру, а за умови підвищення температури до 100 ° С спучується і герметизує канал [10].

Підвищення вогнестійкості дерев'яних конструкцій досягається шляхом використання теплозахисних і тепло поглинаючих екранів, спеціальних конструктивних

рішень, вогнезахисних складів, технологічних способів, а також застосуванням матеріалів пониженої горючості [2,5,7].

Конструктивні методи вогнезахисту деревини – це : облицювання, великорозмірні облицювання, вогнезахисні елементи, збільшення перерізу, конструктивні рішення вузлів.

Хімічні способи зниження пожежної небезпеки деревини включають в себе: просочення і введення аптипірену.

Поряд з конструктивними і хімічними способами вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій застосовують теплозахисні екрани із полегшених складів: покриття а також фарби і лаки, що спучуються.

Оскільки деревина відноситься до традиційних горючих матеріалів, межа поширення вогню по дерев'яних конструкціях в основному і визначає їх пожежну небезпеку. Для її зниження застосовують хімічні методи вогнезахисту. Вони знижують горючість деревини, переводять її до групи важкогорючих матеріалів і вміщують велику кількість просочувальних складів.

Незважаючи на наявність широкої номенклатури вогнезахисних покриттів, фарб і просочувальних складів, лише деякі з них виявляються ефективними. Однак ефективність застосування хімічних заходів вогнезахисту для зниження спалахування деревини не рівнозначна. Антипірени можуть сприяти при горінні матеріалів сильному димоутворенню і виділенню токсичних продуктів. Оскільки димоутворення є наслідком неповного згоряння продуктів розкладання, на цьому і заснована дія антипіренів - не дати горіти матеріалу [11, 12].

Самим ефективним способом вогнезахисту дерев'яних конструкцій є конструктивний, який дозволяє отримати потрібні класи вогнестійкості конструкцій. До них відносять оштукатурювання, використання великорозмірних листових і плитних вогнезахисних облицювань, застосування вогнезахисних конструктивних елементів (наприклад, вогнезахисних підвісних стель), заповнення внутрішніх порожнин конструкцій (для обмеження поширення пожежі всередині будівельних конструкцій застосовують діафрагми і негорючі засипки), підбір необхідних перерізів елементів, які забезпечують необхідні значення класів вогнестійкості конструкцій, розробку конструктивних рішень вузлів примикання, сполучень і з'єднань конструкцій тощо [11].

Вибір відповідного методу вогнезахисту дерев'яних конструкцій, конкретного вогнезахисного матеріалу або складу проводять з урахуванням конструктивних, експлуатаційних, технологічних і техніко-економічних факторів. Серед них: величина вимагаемого класу вогнестійкості конструкції; тип конструкції, що захищається і орієнтація поверхонь, що захищаються у просторі (колони, балки тощо.); види навантажень, що діють на конструкцію (статична, динамічна); температурний та вологісний режими експлуатації і проведення робіт з вогнезахисту; ступінь агресивності навколишнього середовища відносно щодо вогнезахисту і матеріалу конструкції; збільшення навантаження на конструкцію за рахунок вогнезахисного матеріалу; період монтажу вогнезахисту або його відновлення; техніко-економічні показники тощо [11].

Крім того, захисні засоби мають бути нешкідливими щодо людини і тварин, без погіршення фізико-механічних і естетичних властивостей дерев'яних конструкцій, що підлягають вогнезахисту, бути доступними, дешевими та технологічними. Пошук захисних засобів, що відповідають всім цим умовам – завдання дуже складне. У всякому разі, поки не знайдено жодного такого засобу [13].

Виходячи із вищезазначеного можна зробити висновок, що існуючі методи вогнезахисту неможливо реалізувати у повній мірі для підвищення стійкості під час пожежі будівель старої споруди, особливо за наявності у них дерев'яних конструкцій з пустотами. Оскільки більшість з цих будівель являються пам'ятками архітектури, то використання існуючих методів вогнезахисту може призвести до змін естетичних і конструктивних особливостей цих будівель.

**Метою роботи** є встановлення найефективнішого складу для герметизації пустот будівельних конструкцій.

**Оновна частина.** Найбільш поширеними, технологічними і перспективними матеріалами для заповнення пустот є піна і поропласт на основі карбамід формальдегідних і поліуретанових смол [43].

**Карбамід формальдегідний пінопласт (КФП)** найдешевший із усіх пінопластів. Таким чином, у тих випадках, коли теплоізоляційні матеріали взаємозамінні, використання КФП більш рентабельне завдяки оптимальному співвідношенню теплоізоляційних властивостей і ціни [15,16].

Під час оцінювання ефективності застосування КФП, його технічні характеристики часто порівнювали (прямо або побічно), із властивостями жорстких пінополіуританових і полістирольних пінопластів. Але, оскільки по ряду важливих показників КФП поступався останнім він не набув великого попиту у споживачів.

У будівництві КФП знайшов застосування завдяки високим теплофізичним та акустичним характеристикам, а також довговічності, вогнестійкості і технологічності. У наслідок недостатньо високої міцності КФП використовується для виготовлення середнього шару каркасних панелей, заповнення пустотілих стін у конструкціях із суміщеною покрівлею, де він не піддається навантаженням.

Для влаштування теплоізоляції, КФП заливають «на місці» у пустотні конструкції, або застосовують готові елементи у яких КФП використовують, як утеплювач [17]. Щойно сформовану піну за допомогою мобільних установок заливають через верх або шприцюють під невеликим тиском у пустотілі стіни через просвердлені невеликі отвори [16,17].

Для отримання заливного КФП застосовують карбамід формальдегідні смоли, які за присутністю води із поверхнево-активними речовинами (ПАР) спінюються і стверджуються під дією каталізатора ствердження у якості котрих використовують органічні (щавлева, лимонна, бензосульфокіслота) та неорганічні (соляна, сірчана, фосфорна) кислоти.

Широке використання отримали пінопласти на основі поліуретанів. **Піно поліуретани (ППУ)** отримують із простих і складних полієфірів. При цьому еластичні ППУ отримують на основі полієфірів із лінійною структурою макромолекул, а жорсткі - з просторовою. До складу полімерної маси входять каталізатори, що регулюють спінювання і стверджування полімеру і емульгатор для утворення однорідної пористої структури. ППУ у заводських умовах виготовляють в основному безперервним методом. Полімерна маса надходить до паперового коробу, що пересувається конвеєром, і спінюється вуглекислим газом, який виділяється при взаємодії компонентів суміші. Маса твердне, проходить тепло обробку, охолоджується і розрізається на блоки [14,18].

На місці проведення робіт жорсткий ППУ виготовляють, заливанням полімерної маси у форми або у порожнини конструктивних елементів будівель і споруд. Піно поліуретани застосовують для теплоізоляції труб, холодильників, герметиків і середнього шару тришарових панелей. Провідне місце у загальному балансі теплоізоляційних

матеріалів займають неорганічні або мінеральні матеріали: мінеральна вата, ніздрюваті бетони, матеріали із гірських порід, що спучуються, піноскло тощо.

**Мінеральна вата** складається із склоподібних волокон і неволокнистих включень, утворених внаслідок затвердіння силікатного розплаву. Для мінеральної вати характерні висока пористість, що досягає 96-98%, і низька щільність. Вона руйнується під дією органічних кислот, які виділяють деякі гриби. Крім того для неї характерно високе водопоглинання (до 600%).

Сировиною для виробництва мінеральної вати слугують гірські породи, а також інші силікатні матеріали, відходи промисловості. Технологічний процес отримання мінеральної вати складається з отримання розплаву і переробки його у мінеральне волокно. Основними видами мінераловатних виробів є плити м'які, напівтверді і жорсткі, наливні циліндри і шкаралупи.

**Піноскло** (пористе скло) – високо пористий теплоізоляційний матеріал зі скла із рівномірно розподіленими ніздрюватими повітряними порами. Для піноскла характерні наступні цінні властивості: відносно висока міцність, водостійкість, здатність легко оброблятися ріжучими інструментами і сприймати різне забарвлення. Пористість піноскла складає 80-95%; теплопровідність 0,055-0,085 Вт/(м°C); щільність 100÷700 кг/м<sup>3</sup>. висока міцність досягається за щільністю 200÷250 кг / м<sup>3</sup>. Коефіцієнт конструктивної якості піноскла у 3 рази вище, ніж відповідний показник пористих бетонів різних марок. Виробництво піноскла здійснюють порошковим способом, сутність якого полягає у нагріванні подрібненого у порошок скла із додаванням газоутворювача. Комірчаста структура утворюється за рахунок спучування подрібненої скломаси і зміцнюється при подальшому відпалюванні. Сировиною слугують відходи виробництва скла та бій скла. Для отримання піноскла високої якості застосовують гранулятор зі спеціально звареного скла. Спікання проводять у тунельних печах в інтервалі температур 850-950 °С [18].

Введення мінеральної вати, і КФП не дозволяє робити герметизацію міжповерхових перекриттів у достатній мірі. Крім того, низька механічна міцність цих матеріалів може призводити до їх швидкого руйнування в умовах пожежі, а їх низька механічна міцність може сприяти швидкому руйнуванню в умовах пожежі.

Композиції на основі ППУ, що самостійно спінуються, хоча і дозволяють отримати високоефективну герметизацію, і мають високі властивості міцності, під впливом високих температур розкладаються з виділенням токсичних газів і можуть поширювати полум'я поверхнею під впливом температури.

Не зважаючи на той факт, що піноскло являється негорючим теплоізоляційним матеріалом, його не можна використовувати для герметизації пустот, оскільки воно закладається у вигляді готових виробів і може сприяти зміні конструктивних особливостей будівель із пустотами.

Для обмеження прихованого поширення пожежі у ефективних будівельних конструкціях з пустотами потрібно введення заповнювача, що підвищує аеродинамічний опір під час руху продуктів горіння. Ці матеріали мають володіти підвищеною текучістю і здатністю заповнювати внутрішній об'єм конструкції, а також мати найменшу відносну швидкість фільтрації газів, не збільшуючи при цьому пожежне навантаження. Потрібний об'єм герметизації визначається у кожному випадку окремо, виходячи із вимог пожежної безпеки.

Проведений аналіз показав, що у якості таких матеріалів можна використовувати пінополіуретанові (ППУ), фенолформальдегідні (ФФП) пінопласти. Але ці матеріали

мають підвищену токсичність продуктів піролізу. Найменш пожежонебезпечним і з порівняно високою вогнестійкістю є пінопласт на основі карбамідформальдегідної смоли (КФП), але незважаючи на це через наявність великої кількості відкритих пор, він має високу відносну швидкість фільтрації.

Використання органічних матеріалів для герметизації пустотних конструкцій буде збільшувати пожежне навантаження. Крім того, матеріали на основі органічних пінопластів є ефективними теплоізоляційними матеріалами.

Тому стає актуальною розробка конструктивного вогнезахисту пустотних конструкцій матеріалами, які не поступаються за своєю технологічністю пінопластам, але при цьому є негорючими і не виділяють токсичних продуктів при пожежі. Для цієї мети, з огляду на специфіку будівель старої забудови, потрібний конструктивний вогнезахист, який дозволить вводити у порожнини будівельних конструкцій негорючий, вогнестійкий матеріал, який не змінює вигляд будівлі.

Для реалізації цієї ідеї було знайдено спосіб отримання швидко стверджуючої піни завдяки методу хімічного спучування рідкого скла (РС). Найбільш доступними і придатними для газоутворення у лужному середовищі виявилися порошки металевого кремнію. В результаті взаємодії відбувається зростання концентрації рідкого скла (РС) і його коагуляція під впливом нових з'єднань, що утворилися. Це призводить до збільшення в'язкості і стверджування суміші. Одночасно з цим процесом відбувається виділення водню, спучування і утворення пористої маси.

Щоб довести можливість використання матеріалу на основі рідкого скла у якості заповнювача для будівельних пустот, були проведені дослідження щодо заповнення цим матеріалом пустот будівельних конструкцій. Випробування показали, що суміш при подачі у порожнину будівельної конструкції спінується і займає потрібний об'єм. Час затвердіння і щільність заповнювача регулюється співвідношенням компонентів, що входять до суміші (табл.1) Оскільки при цьому виділяється водень, то потрібно передбачити заходи пожежної безпеки під час проведення таких робіт.

Реалізація способу герметизації будівельних конструкцій силікатно-стверджуючою піною на основі рідкого скла дозволяє збільшити час досягнення температури спалахування деревини у 1,3-1,5 разів [1].

Таким чином, для обмеження розповсюдження полум'я по пустотах будівельних конструкцій необхідна їх герметизація композицією, що самостійно спінується. При цьому ця композиція має бути здатною стверджуватись при потраплянні до пустоти, не розтікатися і не давати усадки.

Такий результат можна досягти якщо під час герметизації будівельних пустот до складу суміші (із наповнювача і рідкого скла), якою проводять герметизацію, додатково ввести матеріал, який містить тонкоподрібнений кремній, попередньо підданий механо-хімічної активації за присутності луги. Склад компонентів суміші для герметизації будівельних пустот:

- матеріал, що вміщає тонкоподрібнений кремній – 90,0 – 99,8%
- луга – 0,2-10%

Механохімічна активація матеріалу, що містить тонкоподрібнений кремній у присутності луги при зазначеному співвідношенні компонентів, являється самим оптимальним технічним рішенням для заповнення будівельних пустот [96, 97, 98].

Відомо спільне додаткове введення гідроксидів Na і Al до складу, що містить рідке скло і кремній, однак активуючого ефекту при цьому практично не спостерігається.

У результаті здійснення вище зазначеного технічного рішення перемішані компоненти за рахунок активованого матеріалу, що містить тонкоподрібнений кремній, вступають у реакцію спінювання і тверднуть набагато швидше. Це зменшує втрати тепла до оточуючого повітря і, як наслідок, зменшуються усадка і матеріалоемність, збільшується кратність, покращується герметизація (суміш не відстає від стінок конструкції), збільшується діапазон температур використання даного способу герметизації, зникає необхідність додаткового нагрівання. Крім цього, відбувається випаровування води за рахунок випромінювання тепла. При цьому, просушування і стверджування матеріалу проходить більш інтенсивно, завдяки чому суміш не розтікається і не розшаровується, матеріал щільно заповнює порожнечу будівельної конструкції.

Проникнення розчину для герметизації може регулюватися часом його затвердіння, який залежить від співвідношення матеріалу, що містить тонкоподрібнений кремній: луга у процесі механохімічної активації і вмісту вже активованого кремнію у суміші, яка використовується.

Спосіб герметизації відбувається наступним чином. Матеріал, що містить тонкоподрібнений кремній, подрібнюють до порошкоподібного стану у кульовому млині, потім його відсівають до фракції -100 МК. Після цього фракцію -100 МК завантажують до кульового млина проводять механохімічну активацію сухим методом за присутності луга протягом 10 хв. Далі отриманий матеріал змішують із рідким склом, при постійному перемішуванні. Після початку реакції вводиться наповнювач, після чого отриману суміш вводять у порожнечі будівельної конструкції.

Таблиця 1 – Вогнезахисні композиції для порожнин будівельних конструкцій.

№ п/п	Компоненти складу, %					τ <sub>тверд.</sub> хвил.	ρ кг/м <sup>3</sup>	Примітка
	матеріал із Si	луг	рідке скло	H <sub>2</sub> O	напов- нювач			
1.	50,0	-	50,0	-	-	30,1	158	Суміш попередньо нагрівають до 25 <sup>0</sup> С (NaOH)
2.	45,0	1,0	50,0	4,0	-	28,6	145	NaOH розчиняли у воді, суміш нагрівали до 25 <sup>0</sup> С
3.	45,0	1,0	50,0	4,0	-	8,5	126	Матеріал, що містить Si, активують у присутності NaOH
4.	49,9	0,1	50,0	-	-	25,8	139	Матеріал, що містить Si, активують у присутності NaOH
5.	49,8	0,2	50,0	-	-	12,4	128	Матеріал, що містить Si, активують у присутності NaOH
6.	49,5	0,5	50,0	-	-	6,3	120	Матеріал, що містить Si, активують у присутності NaOH
7.	40,0	10,0	50,0	-	-	0,04	123	Матеріал, що містить Si, активують у присутності NaOH

8.	45,0	1,0	54,0	-	-	7,6	124	Матеріал, що містить Si, активують у присутності КОН
9.	30	-	50	-	20	38	227	суміш нагрівали до 25 <sup>0</sup> С
10.	30	2	50	-	18	26	220	Матеріал, що містить Si, активують у присутності NaOH

Суміші легко текучі і можуть подаватися у важкодоступні місця, а після спінювання матеріал має уявну щільність не більше за 160кг/м<sup>3</sup>.

У якості матеріалу, що містить тонкоподрібнений кремній може бути використаний сам кремній, а також його відходи на різних стадіях отримання та переробки. Наприклад шлаки металургійного виробництва кремнію мають наступний хімічний склад: Si 20-90%, SiO<sub>2</sub> 5-60%, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. SiC, окисли Sr, K, P – решта.

З метою поліпшення властивостей, зниження витрати матеріалу, який містить тонкоподрібнений кремній і для регулювання часу ствердження і плинності вводять наповнювачі. У якості цих наповнювачів використовують: мелений пісок, шлак, зола, доломіт тощо. Це призводить до збільшення часу затвердіння і уявної щільності.

#### **Висновки.**

1. Наявність у будівлі пустотних будівельних конструкцій призводить до того, що вогонь поширюється не тільки на зовнішніх, відкритих поверхнях, але і приховано всередині них.
2. Існуючі методи вогнезахисту неможливо реалізувати у повній мірі для підвищення стійкості під час пожежі старих будівель, особливо за наявністю у них дерев'яних конструкцій з пустотами.
3. Для обмеження прихованого поширення пожежі у ефективних конструкціях з пустотами потрібно введення заповнювача (композиції), що підвищує аеродинамічний опір під час руху продуктів горіння.
4. При цьому ця композиція має самостійно спінюватися і бути здатною стверджуватись при потраплянні до пустоти, не розтікатися і не давати усадки.
5. Найефективніший спосіб герметизації пустот будівельних конструкцій – за допомогою силікатно-стверджуючої піни на основі рідкого скла, що дозволяє збільшити час досягнення температури спалахування деревини у 1,3-1,5 разів.

#### **Перелік використаної літератури**

- [1]. Заятдинов О.М. Эффективные пустотные конструкции с ограниченным развитием пожара Автореф. дис. канд. техн. наук. Специальность 05.23.01. – Улан-Удэ, 2004. – 24 с;
- [2]. Ройтман М.Я. Пожарная профилактика в строительном деле. – М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1954. – 304с.
- [3]. Cavity closures for fire barriers: Заявка 2189824 Великобритания, МКИ Е 04 В 1/94. НКИ Е 1 D.
- [4]. Fire barrier at top of cavity wall: Заявка 2189923 Великобритания, МКИ Е 04 В 1/94, 2/28; Е 04 D 13/16. НКИ Е 1 D.
- [5]. Инженерные методы оценки надежности строительных конструкций при пожаре. / Присадков В.И., Молчадский И.С, Абрамов В.С., Сегалов А.Е. // Противопожарная защита зданий и сооружений: Сб.науч. тр. - М.: ВНИИПО МВД РФ, 1992.-с. 117-123.



- [6]. Brandschutz auch ohne massiv Bauteile II Brandschutz. - 1998. -[52],Suppl. - с.72.
- [7]. Ломакин А.Д. Защита древесины и древесных материалов. -М.: Лесн. пром-сть, 1990.-256с.
- [8]. Смелков Г.Н. Огнезащита кабельных проходок. Обзор противопожарных требований и методов испытаний // Пожаровзрывоопасность.
- [9]. Mittel gegen Brandausbrietung. „Trockenbau“, 1987,4 №10, 66-67.
- [10]. Infumescent fire seals product review. BASF „Fire Surx.“, 1988, 17, №2,17.
- [11]. Романенков И.Г., Левитес Ф.А. Огнезащита строительных конструкций.- М.: Стройиздат, 1991.- 320с: ил.
- [12]. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. - М.: Наука. 1981.280 с.
- [13]. Нагрузова Л. П., Романенков И. Г., Риков Р. И. Несущая способность деревянных конструкций при пожаре. – Абакан, 2006, 304с..
- [14]. Тараканов и др. Наполненные пенопласты/О.Г, Тараканов, И.В. Шамоу, В.Д. Альперн.-М.: Химия, 1988.-216.:ил-
- [15]. Пены в технологии горных работ: Сб. науч. тр.- Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1990.-144 с.
- [16]. Левинский Б.В. Коллоидно - химические закономерности образования и старения пенных систем низкой кратности в процессах получения и эксплуатации пенных теплоизоляторов. Докторская диссертация. -Иркутск.: 1983,409 с.
- [17]. Шплет Н.Г. Сверхлегкие эффективные пенопласты для градостроительства.- Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние , 1985.-64с,ил.
- [18]. Машович А.Я., Зяятдинов О.М., Москвитин В.А. Усовершенствование технологии получения твердеющей пены для целей пожаротушения// Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции.- Иркутск ВСИ МВД России, 2000. с. 256 - 257.