

Ю.В. Цанко, канд. техн. наук, ст. наук. співр., О.Б. Шмерего, О.В. Яненко (Київський науково-дослідний інститут судових експертиз МЮ України)

ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ У ПРИМІЩЕННЯХ З ПІДВИЩЕНОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Наведено причини виникнення пожеж в приміщеннях сухоповітряних бань-саун. Проведено дослідження пожежонебезпечних властивостей деревини та експериментально встановлено вплив температури нагрівальної печі на процес прогрівання дерев'яних конструкцій приміщення та початковий процес розкладання деревини (піролізу). Визначено, що різновид застосованого теплогенеруючого обладнання та режим опалювання приміщення, безпосередньо впливають на механізм виникнення та поширення пожежі в приміщеннях сухоповітряних бань-саун

Ключові слова: дослідження пожеж, пожежонебезпечні властивості деревини, горіння, нагрівальна піч

Актуальність проблеми. Проведений аналіз пожеж та наслідків від них в Україні за період 2000-2008 р.р. показує кількісну тенденцію щодо збільшення чисельності пожеж, причиною яких є несправність або неправильне влаштування опалювальних приладів, у тому числі у парильних приміщеннях сухо-повітряних бань саун. Тільки за останні роки їх відсоток від загальної кількості пожеж з 6% наблизився до 10%.

Відомо, як оздоблювальний матеріал у приміщеннях широко використовується деревина. Внаслідок процесу її нагрівання виділяється велика кількість летких речовин. Деякі з них, такі як водень, мають небезпечні властивості і у суміші з киснем повітря можуть утворювати вибухонебезпечні та пожежонебезпечні суміші. Такі суміші, навіть за дуже низької концентрації водню, здатні вибухати, займаючись від контакту з поверхнею нагрівального приладу саун, або у місці, де розпочалось жевріння розігрітої до температури самозаймання деревини, з якої зроблене оздоблення цих приміщень. Після об'ємного вибуху вибухової газоповітряної суміші пожежа у цих приміщеннях набуває швидкого поширення, практично по усій поверхні дерев'яного оздоблення сауни, оскільки температура у середині зазначеного приміщення близька до виникнення процесу піролізу, що як наслідок призводить до суттєвих руйнувань таких будівель, а також до летальних випадків з людьми, які перебувають у цих або суміжних приміщеннях. За такого перебігу подій визначити осередок пожежі доволі складно, що в такому разі не дає змоги визначити причину виникнення пожежі.

Проблема таких досліджень полягає ще й в тому, що поряд із використанням нових будівельних та оздоблювальних матеріалів, а також застосуванням великого асортименту новоствореного теплогенеруючого обладнання, існує обмеженість та певна неконкретність вимог протипожежних норм і правил щодо вказаних приміщень. Це викликає значні ускладнення у визначенні реальної причини пожежі, явища та процесу, який насправді відбувався та слугував безпосередньою причиною виникнення пожежі.

Основою для побудови і відпрацювання експертних версій про можливість виникнення пожежі та вибуху газоповітряної суміші внаслідок термодеструкції деревини є [1]: наявність в осередку пожежі матеріалів та речовин, які схильні до самозаймання та samozagorannya; виявлення ознак осередку пожежі, які утворюються на ділянці її виникнення, локального прогорання та вигорання шарів в обсязі горючого матеріалу; фіксація певних ознак (виділення тепла, пари, диму) в період, що передував виникненню пожежі; встановлення фактичних даних про експлуатаційні умови об'єкта досліджень.

З експертної практики дослідження пожеж у приміщеннях сухоповітряних бань-саун слідує, що виникненню пожежі у згаданому приміщенні сприяють обставини, які полягають в тому, що металева димова труба печі-кам'янки прокладається усередині таких приміщень

та не має захисної оболонки та шару теплоізоляції поміж трубою та оболонкою. До того ж відстань від поверхні зазначеної труби до дерев'яного облицювання стелі або стін, є дуже невеликою дорівнює близько 20 см і менше. Зазначенні особливості встановлення печей-кам'янки у приміщенні парилки вказують на те, що саме вони сприяють виникненню пожежі. У Правилах пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001–2004) не визначено вимог щодо встановлення печей-кам'янок у приміщеннях парилок (сухоповітряних саун), а у СНиП 2.04.05-91*У передбачено: «Отступка – пространство между наружной поверхностью печи, дымовой трубы или дымового канала и стеной, перегородкой или другой конструкцией здания, выполненной из горючих или трудногорючих материалов. Отступки следует принимать в соответствии с обязательным приложением 16, а для печей заводского изготовления - по документации завода-изготовителя».

Відомо [2], що при нагріванні деревини змінюється її структура, фізичні та хімічні властивості. Леткі речовини, що виділяються з деревини в процесі нагріву, займаються як від відкритого джерела полум'я, так і від нагрітих предметів та горючих газів. За певних умов спостерігається процес самозаймання деревини, яке реєструється при температурах понад 330°C. Однак за умов тривалого нагрівання, він може спостерігатись і при більш низьких температурах. Визначальним в таких випадках є необхідна концентрація горючих газів у продуктах піролізу, який протікає в цих приміщеннях.

Пожежонебезпечні властивості деревини сосни, які визначено згідно з ГОСТ 12.1-044, показують, що вона відноситься до матеріалу середньої займистості, яка швидко поширює полум'я поверхнею, з високою дымоутворювальною здатністю, з температурою займання 280°C (протягом 590 с) та 470°C (протягом 165 с).

Із аналізу даних процесу сухої перегонки деревини сосни, які наведено в [2], можна з'ясувати умови її займання при досягненні температури більше 200°C. Так за температур до 100°C, відбуваються ендотермічні процеси, результатом яких є втрата маси матеріалів. Під час нагрівання деревини відбувається розділення його на летку частину та твердий залишок, який називають коксом.

Якщо нагрівати тверде паливо без доступу кисню повітря, то з нього виділяються пари, гази і лишається твердий залишок, багатий вуглецем кокс (деревинне вугілля, якщо паливо деревина). Цей процес називають сухою перегонкою (або піролізом). Піроліз основної маси деревини відбувається за температури 200-500°C. Вже за температури 200°C починається виділення газів CO, CO₂. Склад продуктів піролізу багатогранний і складний. Леткі утворення (паро газова суміш) складається з газів, які являють собою сполуки вуглецю, водню, кисню та інших (CO, CO₂, CH₄, C₂H₄, N₂, O₂, H₂), парів смоли, оцтової (деревинної) кислоти (CH₃COOH), парів води та інших. Найбільшу кількість газів дають деревина і торф. Так вже за температури 200°C внаслідок процесу піролізу деревини у приміщенні парилки може утворюватись газоповітряна суміш, за різних обставин, як у локальному об'ємі, поблизу розігрітого предмету печі – кам'янки або димової труби, так і у повному об'ємі приміщення, тому у деяких випадках пожежі у зазначених приміщеннях супроводжуються вибухами зазначеної суміші, що призводить до суттєвих руйнувань таких будівель від впливу їх факторів.

Непоодинокі випадки, коли після таких вибухів виникають пожежі, які набувають швидкого поширення, практично по усій поверхні дерев'яного оздоблення, оскільки температура у їх середині близька до виникнення процесу піролізу.

Як відомо [2], для того щоб розпочалось горіння необхідно три складових: горючий матеріал – для зазначених приміщень – це деревина, окислювач – для зазначених приміщень – це кисень повітря, джерело запалювання – для зазначених приміщень – це або розігріті до температури самозапалення елементи печей – кам'янок, ділянки не захищених димових труб, або розжарені продукти горіння, що можуть виходити крізь нещільності із зазначених труб, у місцях приєднання їх до печей димових каналів тощо, а також через виникнення горіння дерев'яного оздоблення де відбувається інтенсивний рух розігрітого повітря. Так у [2] зазначено,

що характерним є механізм самозаймання дерев'яних елементів під час експлуатації пічного опалення, коли протягом тривалого часу на них впливають підвищені температури. Процес термічного розкладу деревини відбувається у дві стадії. На першій стадії починаючи з температури 110°C, вона висихає та виділяє леткі речовини, що супроводжується характерним запахом. Цей процес інтенсифікується при температурі 110-150°C. Залишкова волога повністю видаляється за температури 170°C. Під впливом температур 150-210°C відбувається обвуглення целюлози. В межах 210-280°C газоподібні продукти піролізу самозаймаються на повітрі.

Постановка проблеми та її розв'язання. Склад продуктів термічної деструкції залежить від багатьох умов: виду рослинного матеріалу, вологості, температури, динаміки надходження повітря тощо. Найвищий вміст горючих компонентів – у газоподібних продуктах, які утворюються внаслідок піролізу (термічного розкладу без доступу повітря) [5].

З метою визначення області температур, за яких термічна деструкція деревини відбувається найбільш інтенсивно, проводилось попереднє термогравіметричне дослідження процесів термічної деструкції в динамічному режимі із застосуванням дериватографа Q-1500 D. Якісний і кількісний склад цих сумішей визначали газохроматографічним методом з використанням газового хроматографа ЛХМ-7А.

Безпосередні дані щодо процесів, що відбуваються у зразках матеріалів під час їх нагрівання в динамічному режимі, одержано в результаті термогравіметричних досліджень. Досліджували зразки тирси соснової деревини в атмосфері повітря нормального складу (вміст кисню – 21 % об.). Маса зразка становила 190 мг, швидкість нагрівання – 5 °C на хвилину, зразок порівняння – порошок α -корунду, матеріал тиглів – алунд, чутливість гальванометрів: DTA – 250 мкВ, DTG – 500 мкВ. Результати аналізу досліджуваних матеріалів наведено на рис. 1.

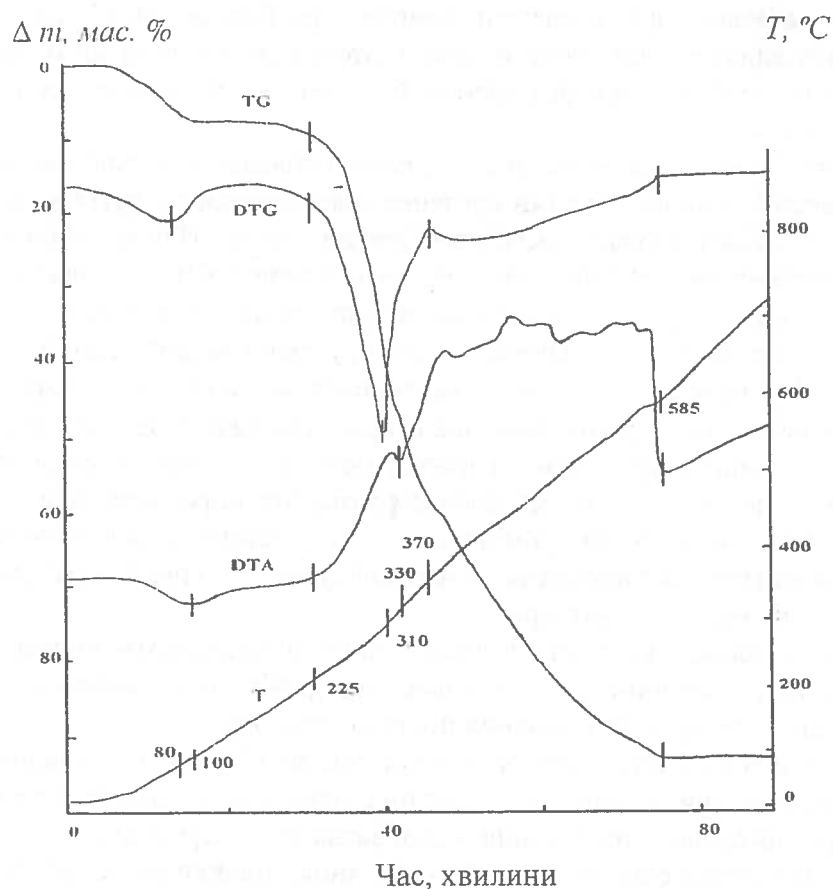


Рис. 1. Криві термогравіметричного аналізу зразків соснової деревини в нормальній повітряній атмосфері

У досліджуваних зразках деревини за досягнення температури, що дорівнює 100°C, відбуваються ендотермічні процеси, які супроводжуються втратою їх маси. Такі процеси зумовлюються випаровуванням хімічно незв'язаної води без деструкції матеріалу зразків. Крім того, органічні речовини втрачають конституційну воду (ендоефект з максимумом при 190°C на рис. 1 з додатковою втратою маси). Температури, за яких починається інтенсивна деструкція, тобто спостерігається швидка втрата маси зразків, суттєво не відрізняються і становлять 200-215 °C. У зразку деревини поряд з ендотермічними процесами піролізу (відщеплення летких продуктів) навіть за порівняно невисоких температур відбуваються екзотермічні окислювальні процеси, про що свідчить хід кривої DTA в області першого піку кривої DTG (рис. 1), а саме наявність помітного екзоефекту починаючи з температури 225°C, на який накладається менший за величиною ендоефект з максимумом в області 330°C.

Відмічається також наявність двох суттєво відмінних стадій деструкції у процесі нагрівання досліджуваного зразку деревини, а саме характерною є стадія інтенсивної втрати маси до температур 370-390°C, яка може бути зумовлена утворенням і полум'яним горінням газоподібних продуктів, та повільніша стадія (за більш високих температур - після того, як величина відносної втрати маси вже досягла 60-70 %), яка зумовлена здебільшого вигоранням карбонізованого залишку і характеризується більшим екзотермічним ефектом. Таке співвідношення величин термічних ефектів спостерігається, очевидно, внаслідок того, що полум'яне горіння (перша стадія) відбувається переважно за межами тигля і значно менше впливає на показання термопар, ніж гетерогенний процес окислення карбонізованого залишку на межі розділу "тверда речовина - газ" (друга стадія).

Одним з методів, що дає можливість дослідити утворення летких продуктів вогнезахищеної деревини, є газохроматографічний аналіз. Найвищий вміст летких компонентів визначається у газоподібних продуктах, що утворюються внаслідок піролізу (термічного розкладу без доступу повітря). З урахуванням результатів термогравіметричних досліджень процес термодеструкції зразків рослинної сировини проводили в умовах, за яких утворення газоподібних продуктів відбувається з найбільшою швидкістю. Інтенсивне газовиділення починалось за температури 200-215°C, за участі екзотермічних процесів температура зразка швидко зростала до 310-350°C. Основна кількість (понад 90 %) продуктів піролізу надходила в газозбірник в діапазоні 210-420°C, у якому, за даними термогравіметричного аналізу, деструкція відбувається за механізмом відщеплення летких продуктів.

Для одержання газоподібних продуктів термічної деструкції застосовували спеціальне обладнання на базі трубчастої електричної печі з терморегулятором [5]. За наведеною методикою були проведені дослідження та зібрані леткі продукти піролізу. Результати газохроматографічного аналізу одержаних горючих газових сумішей наведено в табл. 1.

Як видно з таблиці, суміші продуктів термодеструкції деревини суттєво відрізняються за вмістом оксиду і діоксиду вуглецю (при цьому їх сумарна концентрація сягає 91,01 %) і значно менше – за вмістом інших горючих компонентів (водню і вуглеводнів). Зокрема, сумарні концентрації горючих компонентів – 46,82 % відповідно.

Таблиця 1

Якісний і кількісний склад газоподібних продуктів термічної деструкції деревини

Компонент	Вміст компонентів у продуктах деструкції деревини, % об.
CO	39,08
CO ₂	51,93
CH ₄	6,05
C ₂ H ₆ + C ₂ H ₄	0,45
C ₃ H ₈	0,19
C ₃ H ₆	0,32
H ₂	0,73
O ₂	0,26
N ₂	0,99

Київським НДІСЕ, проведено вимірювання температурних режимів за допомогою комп'ютерного вимірювального комплексу ADAM із застосуванням 7-ми термопар, які були встановлені у приміщенні парилки сухо повітряної бані-сауни.

Згадані вимірювання проводились за використання термопар, розміщення яких у зазначеному парильному приміщенні показано на рис. 2.

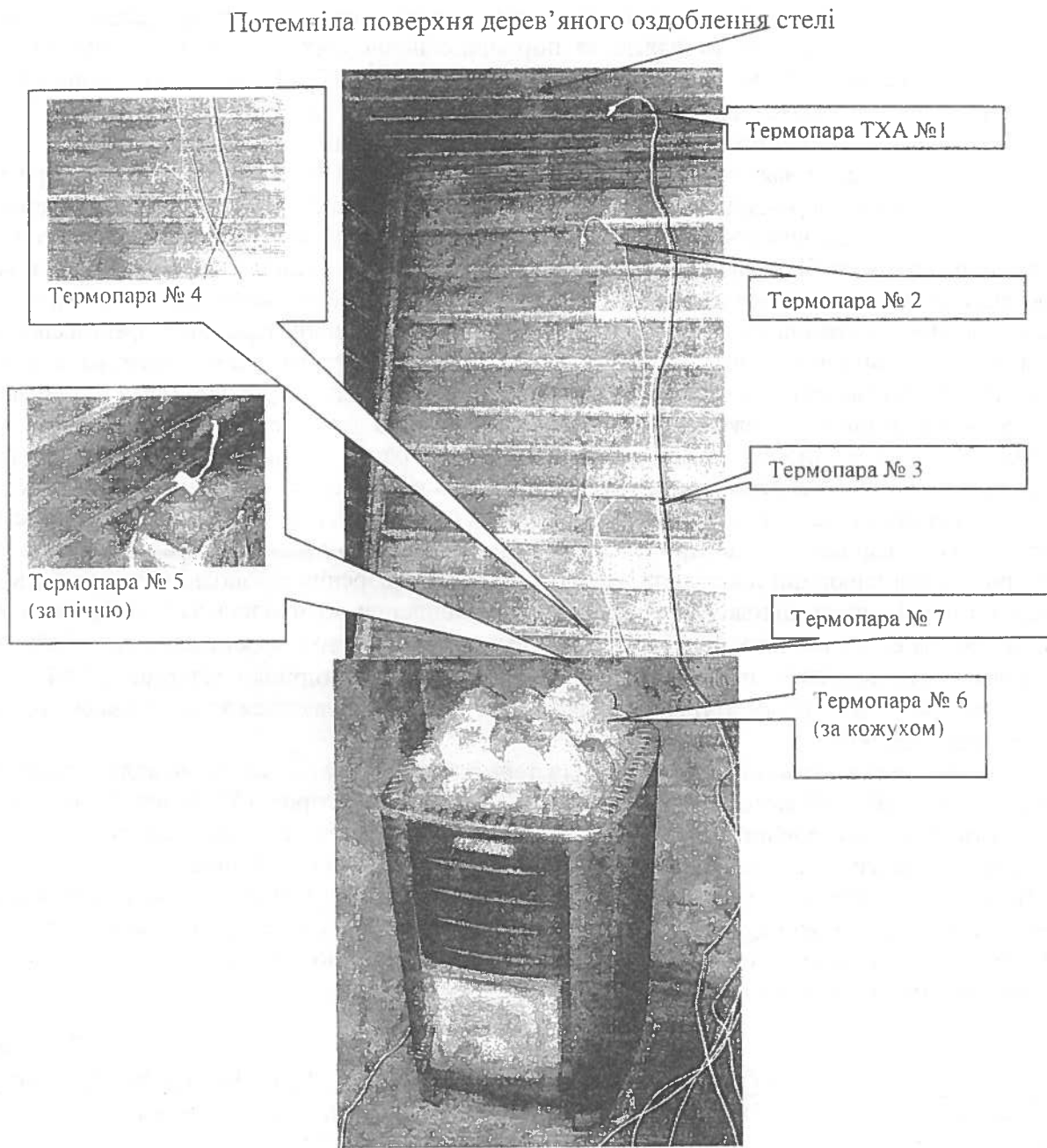


Рис. 2. Зображення місць розташування термопар

Для вивчення процесів, які відбуваються у приміщенні парилки сухоповітряних бань-саун, оскільки для використання у якості теплогенеруючої установки печі кам'янки, що працює на твердому паливі, створюється значно більше підстав для виникнення пожежі, оскільки технологічно не можливо контролювати залежність кількості закладеного твердого палива (дров) у топку печі від температурних режимів, що виникають у досліджуваному приміщенні при їх спалюванні у цій топці, у таких печах не існує системи зворотного зв'язку, такого як у електричних печах – кам'янках, які

автоматично вимикаються від джерела живлення за досягнення відповідної температури всередині приміщення.

Отримані значення температур наведені у графічному відображенні на рис. 3.

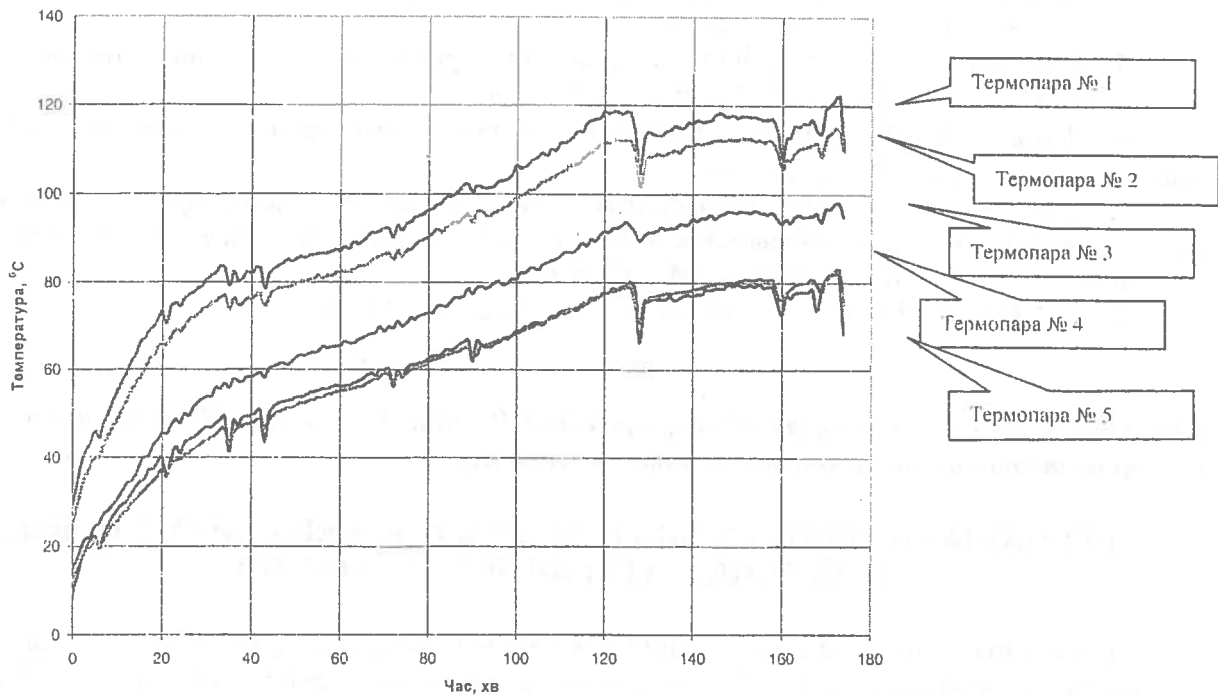


Рис 3. Графічні відображення значень температур у приміщенні парилки за вимірювання температур п'ятьма термопарами

З рисунків видно, що найбільшого значення досягла температура у приміщенні парилки під час топки печі – кам'янки Harvia M3 на дерев'яному оздобленні стелі, безпосередньо, над піччю, де була встановлена термопара № 1. Це значення було зафіксоване на 183 хвилині з початку проведення вимірювань і становило 122°C. На цій же хвилині значення температури, яку виміряла термопара № 6, встановлена на з'єднувальній трубі димоходу досягло 407°C. Хоча максимального значення температура у зазначеному місці досягла на 158 хвилині з початку вимірювання і становила 434°C. Дослідження показали, що під час проведення вимірювання температури спостерігалось її підвищення у приміщенні, у той час коли температура продуктів горіння у печі – кам'яниці зменшувалась. Це явище можна пояснити не тільки тим, що приміщення сауни більше прогрілось на 183 хвилині порівняно із 158 хвилиною, а й початковим процесу розкладання деревини (піролізу), який розпочинається у деревині після того, як температура перевищить значення 110°C. Цей процес супроводжується виділенням тепла. Загальний вихід тепла за розкладання деревини дорівнює 5-6% від її теплової здатності [6].

Висновок. Таким чином, під час проведення пожежно-технічних експертних досліджень з визначення осередку пожеж, що виникають у парильних приміщеннях саун, необхідно враховувати термічні прояви підвищених температурних режимів притаманних таким приміщенням, пожежонебезпечних властивостей деревини, процесу її піролізу та горіння. термін експлуатації деревини, різновид застосованого теплогенеруючого обладнання та режим опалювання приміщення, які безпосередньо впливають на механізм виникнення та поширення пожежі.

Список літератури:

1. Зернов С.И., Левин В.А. Пожарно-техническая экспертиза: Учебное пособие. – М: ВНКЦ МВД СССР, 1991. – 79 с.
2. Таубкин С.И. Основы огнезащиты целлюлозных материалов.– М.: Изд. Министерства коммунального хозяйства РСФСР. – 1960. – 346 с.
3. Жартовский В.М., Цапко Ю.В. Профилактика горіння целюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика. Київ: УкрНДІПБ МНС України, 2006. – 248 с.
4. Демидов П.Г, Шандыба В.А., Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ. – 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1981. – 272 с., ил.
5. Цапко Ю.В., Орел В.П., Антонов А.В. Отримання газових сумішей продуктів піролізу органічних матеріалів та дослідження умов їх флегматизування газовими вогнегасними речовинами // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2001. – №4. – С. 59-65.
6. П.Г. Демидов Горение и свойства горючих веществ. – М, 1962.

Ю.В. Цапко, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., О.Б. Шмерего, О.В. Яненко (Киевский научно-исследовательский институт судебных экспертиз)

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Приведены причины возникновения пожаров в помещениях сухо воздушных бань саун. Проведено исследование пожароопасных свойств древесины и экспериментально установлено влияние температуры нагревательной печи на процесс прогревания деревянных конструкций помещения и начальному процессу разложения древесины (пиролизу). Определено, что разновидность примененного теплогенерирующего оборудования и режим отопления помещения, непосредственно влияют на механизм возникновения и распространения пожара в помещениях сухо воздушных бань саун.

Ключевые слова: исследование пожаров, пожароопасные свойства древесины, горения, нагревательная печь

Yu. V. Tsapko, Candidate of Sciences (Engineering), O. B. Shmereho, O. V. Yanenko (Kiev Research Institute of the judicial examinations of Ministry of Justice of Ukraine)

REASONS OF FIRES ORIGIN IN THE BUILDINGS OF HIGHER TEMPERATURE OF EXPLOITATION

The article deals with the reasons of fires origin in buildings of dryly air bath-houses of saunas. Research of fire danger properties of wood is conducted and influence of temperature of heater stove is experimentally set on the process of warming up of timber-works of apartment and to the initial process of decomposition of wood (to pyrolysis). Certainly, that variety of the applied warmly generation equipment and mode of heating of apartment, directly influence on the mechanism of origin and distribution of fire in apartments dryly air bath-houses and saunas.

Key words: research of fires, fire danger properties of wood, burning, heater stove

