

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2023.68.50>
УДК 343.98

Олександр Павлович Борис
кандидат технічних наук,
провідний науковий співробітник
лабораторії організації експертної діяльності

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-7785>
E-mail: boris7877@ukr.net

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКСПЕРТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОЖЕЖ У САУНАХ СУХОГО ЖАРУ

У статті розглянуто практичні аспекти експертних досліджень при проведенні судової пожежно-технічної експертизи пожеж у саунах сухого жару. Розглянуто процеси та механізми виникнення горіння і розвитку пожеж, а також їх залежність від об'ємно-конструктивних та технологічних рішень об'єкту досліджень. Обґрунтовані особливості застосування загальних методів досліджень із встановлення осередку пожежі при проведенні пожежно-технічних експертиз з метою забезпечення достовірності експертного висновку.

Ключові слова: пожежно-технічна експертиза, кисень-повітря, горіння, піроліз, осередок пожежі, сауна.

Постановка проблеми. Забезпечення об'єктивності і повноти експертного дослідження є основним принципом судово-експертної діяльності [1], що вимагає від наукової експертології постійного удосконалення існуючих методик експертних досліджень з метою забезпечення належної достатності доказу в судових процесах. Накопичення даних експертної практики свідчить про необхідність систематизації і уточнення методів досліджень із встановлення осередку пожежі при проведенні пожежно-технічних експертиз у приміщеннях з підвищеним температурним режимом, зокрема, – саун сухого жару. Визначене обумовлює актуальність наукових робіт спрямованих на удосконалення організаційно-методичних процедур проведення пожежно-технічних експертиз.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання теоретичного обґрунтування механізмів виникнення та розповсюдження горіння відображені у наукових доробках П. Г. Демидова, Ю. А. Кошмарова, А. М. Баратова, В. В. Денисенко, Г. І. Єлагіна та багатьох інших.

Окремо, розгляд методики встановлення осередкових ознак та первинного місця горіння при здійсненні пожежно-технічних експертиз у

приміщеннях закритого типу розглядались у працях Б.В. Мегорського, С. Г. Степаненко, В. Д. Безвесільного. Експертна практика дослідження пожеж у приміщеннях сухо-повітряних бань-саун та детальні механізми піролізу та кінетичного горіння викладені у «Методичних рекомендаціях з особливостей дослідження пожеж, що виникають у приміщеннях з підвищеним температурним режимом», розроблених КНДІСЕ під керівництвом О.Б. Шмерего.

При цьому, накопичення даних експертної практики визначених об'єктів досліджень дає можливість здійснити уточнення механізмів виникнення загоряння та протікання горіння у приміщеннях саун сухого жару в частині обґрунтування особливостей загальних методів досліджень із встановлення осередку пожежі. Відповідно, науково-методологічне забезпечення пожежно-технічних експертиз має на меті забезпечити об'єктивність та достовірність експертних висновків при їх проведенні.

Мета дослідження. Уточнення загальних методів встановлення осередку пожежі при проведенні пожежно-технічних експертиз на основі практичних аспектів досліджень пожеж у саунах сухого жару.

Викладення основного матеріалу. До переліку вирішуваних пожежно-технічною експертизою питань відноситься встановлення осередку пожежі на об'єкті досліджень (пожежі) [2], що безпосередньо пов'язане із визначенням механізму виникнення загоряння та розповсюдження горіння залежних від об'ємно-конструктивних рішень приміщень. Визначене в значній мірі стосується розвитку пожеж у приміщеннях саун сухого жару, будівельні та технологічні рішення яких спрямовані на концентрацію теплової енергії в закритому об'ємі невеликого парильного відділення, що своєрідно впливає на процес горіння – *екзотермічний процес, який охоплює окисно-відновлювальні перетворення речовин і (або) матеріалів і характеризується наявністю летких продуктів і (або) світлового випромінювання* [3]. Визначений процес можливий лише за умови наявності трьох чинників: горючого матеріалу, окисника (кисень-повітря) та джерела запалювання [4, 5]. Як правило, загоряння у приміщеннях саун сухого жару обумовлене самозайманням продуктів піролізу утворених внаслідок термодеструкції деревини, яка є невід'ємною частиною їх оздоблення [6].

У довідково-методичних посібниках дослідження пожеж [5 – 9] зазначено, що характерним механізмом самозаймання дерев'яних елементів є вплив на них підвищених температур під час експлуатації технологічних установок генерації та акумуляції тепла електричними або твердопаливними приладами. Термічний розклад деревини відбувається у дві стадії [6].

На першій стадії, починаючи з температури 110°C, дерев'яні елементи оздоблення втрачають вологість. Цей процес інтенсифікується при температурі 110-150°C та супроводжується характерним запахом через виділення *летких продуктів згоряння* [3]. Слід зазначити, що саме визначені температурні діапазони (до 110°C) відповідають умовам експлуатації саун сухого жару. Тобто, втрата вологості – «просушення» дерев'яних елементів оздоблення саун, відбувається внаслідок використання приміщення за безпосереднім призначенням, що значно підвищує ризики пожежної небезпеки. Залишкова

волога з деревини повністю видаляється за температури 170°C, а під впливом температур до 210°C відбувається *звуглювання* [3] целюлози. В межах 210-280°C (в залежності від виду деревини) газоподібні продукти піролізу набувають здатності до самозаймання у повітрі.

Друга стадія термічного розкладу деревини супроводжується *полум'євим горінням* [3] з виділенням теплової енергії за рахунок окислення продуктів розкладу матеріалу, що горить (целюлози). Слід зазначити, що після переходу термічного розкладу до другої стадії на хід його протікання тепловий вплив від розжареної поверхні тепломісткого або нетепломісткого приладу теплової генерації впливає у незначній мірі [10]. Це пояснюється сталим процесом екзотермічної окислювальної реакції: кількість тепла, що виділяється за її протікання є достатньою для її підтримання. Як правило, внаслідок визначених процесів, початкове полум'єве горіння з'являється в місці самозаймання продуктів піролізу утворених внаслідок термодеструкції деревини із наступною акумуляцією теплової енергії в рівні перекриття приміщення унаслідок конвекції продуктів горіння та подальшим загоранням верхньої частини горючого (дерев'яного) оздоблення парильного відділення сауни. При цьому, наявність порожнин у конструкціях перекриття або наявність вентиляційних каналів може сприяти протіканню горіння за рахунок вільного надходження кисню-повітря та, відповідно, переміщенню горіння до місця його притоку.

Зважаючи на означене, механізм розповсюдження пожежі у парильному відділенні сауни сухого жару може розвиватись у два етапи. На першому етапі (1) – горіння у закритому об'ємі з обмеженим газообміном (підгрупа 2б); на другому етапі (2) – інтенсивне горіння з вільним газообміном (підгрупа 2а) [5].

Особливістю початкової стадії розвитку пожежі (1 етап) є короткочасне полум'єве горіння горючого матеріалу, а саме: «просушених» дерев'яних елементів оздоблення, із подальшим згасанням полум'я через зменшення вмісту кисню в об'ємі приміщення внаслідок протікання процесу екзотермічної реакції горіння. Це призводить до переходу пожежі у стадію піролізу – *тління горючого (пожежного) навантаження в умовах обмеження окислювача* [3]. Таке горіння підтримується і розвивається шляхом інфільтрації кисню-повітря через нещільності в конструктивних елементах приміщень, дверних притворів та вентиляційні прорізи. Ознаками такого розвитку пожежі є значні локальні пошкодження або повне знищення горючого оздоблення парильного відділення в місцях доступу окислювача. Візуальний приклад таких пошкоджень наведено на ілюстрації 1.

При цьому слід звернути увагу на той факт, що концентрація температурного прояву на оздобленні стін та стелі за таким розвитком пожежі може не відповідати місцю первинного самозаймання продуктів піролізу деревини. Так, на ілюстрації 2 представлено первинне місце горіння – осередок пожежі, який не співпадає з осередковими ознаками пожежі наведеними на ілюстрації 1.



Рис. 1. Місце значного локального пошкодження горючих елементів парильного відділення сауни сухого жару (контур червоного кольору), обумовлений місцем інфільтрації кисню-повітря у приміщення через перекриття із послідовним утворенням «прогару» (стрілка червоного кольору)



Рис. 2. Місце первинного горіння (осередок пожежі – червоний контур), який був обумовлений загорянням бавовняної (простирадло) тканини залишеної на деревяному лежку парильного відділення сауни сухого жару. Лінія зеленого кольору – контур висхідного потоку газоподібних продуктів горіння

Таким чином, слід зазначити, що розгляд механізму виникнення та розвитку пожежі у приміщеннях саун сухого жару є уточнюючим інструментом загальноприйнятих методів із встановлення осередку пожежі при проведенні пожежно-технічних експертиз [5 – 9]. На цій стадії експертного дослідження правильність визначення осередкових ознак з урахуванням механізму розвитку пожежі залежного від об'ємно-конструктивних рішень об'єкту досліджень (приміщення саун) забезпечує високу об'єктивність та достовірність експертного висновку.

Подальше накопичення розігрітих до високої температури летких продуктів згорання при протіканні піролізу деревини призводить до утворення вибухонебезпечної концентрації газоподібних продуктів в об'ємі парильного відділення. Послідуючий розвиток пожежі (2 етап) залежить від маси та швидкості надходження кисню-повітря у *зону горіння* [3]. Так, при різкому зростанні припливу кисню-повітря в об'єм приміщення, що горить, (як правило – відкриття дверей) швидкість протікання реакції горіння різко і значно зростає, що призводить до виникнення *кінетичного горіння* [3], яке супроводжується вибухом газоповітряної суміші з наступним інтенсивним полуменевим горінням всього обсягу *пожежної навантаги* [3] приміщення.

Однак можливий і інший варіант розвитку пожежі. Так, при появі незначного припливу (обмеженої маси) кисню-повітря до приміщення (внаслідок часткового руйнування елементів огорожувальних конструкцій) відбувається зміна та переміщення обсягу тепломаси у вогнищі пожежі, що супроводжується концентрацією горіння в місці притоку окислювача. Тобто, у місці припливу повітря відбувається концентрація та підвищення температурного впливу пожежі внаслідок посилення реакції горіння, що призводить до вузько-локального руйнування конструктивних елементів. Як правило, цей процес відбувається в місцях примикання вертикальних конструкцій (стін, перегородок) до перекриття приміщення. За таких умов розвиток пожежі обумовлюється переміщенням розігрітих газоподібних продуктів горіння та повітряно-теплової маси конвективними потоками пожежі. На цій стадії розвитку пожежі відбувається значне підвищення температурного впливу на конструктивні елементи, що призводить до розширення та глибокого пошкодження будівельних конструкцій в місцях притоку повітря – утворення «прогарів», через які відбуваються інтенсивне розповсюдження горіння у суміжні приміщення будівлі.

Відповідно до загальної практики, встановлення первинного місця горіння (осередку пожежі) визначається за наявністю найбільших руйнувань горючого оздоблення, матеріалів та будівельних конструкцій під впливом дії на них небезпечних факторів пожежі, які за теорією досліджень відбуваються ближче до місця виникнення горіння, через порівняно довший термін їх впливу на зазначені елементи. При цьому, характерні термічні ушкодження речовин і матеріалів, обладнання, обстановки та конструктивних елементів приміщень визначаються, як – осередкові ознаки, за якими деталізується місцезнаходження первинного горіння, в якому з тих чи інших причин виникає неконтрольована екзотермічна реакція.

Однак зазначений загальний метод встановлення осередку пожежі при проведенні пожежно-технічних експертиз, в окремих випадках, не відповідає практичним аспектам досліджень пожеж у саунах сухого жару. Так, розповсюдження небезпечних чинників пожежі у приміщеннях саун обумовлене особливими архітектурно-будівельними рішеннями і відбувається під впливом горіння у закритому об'ємі з обмеженим газообміном (піроліз) та наступним вільним газообміном пожежі (дифузійне та кінетичне горіння). Останнє спонукає до інтенсивного горіння із рухом розігрітих газоподібних продуктів згорання вгору з віддаленням від осередку пожежі. Визначений процес обумовлюється конвекцією, що є основною закономірністю поширення горіння на пожежах [5 – 9]. Газоподібні продукти згорання взаємодіють з вертикальними та горизонтальними поверхнями верхньої частини огорожувальних конструкцій, теплова енергія передається цим поверхням, а самі продукти згорання охолоджуються. Тобто, найбільшому тепловому впливу піддаються конструкції стелі та верхня частина стін приміщень, а місце первинного горіння (осередок пожежі) може мати порівняно незначні термічні uszkodження (ілюстрації 1, 2).

Одним з основних способів визначення ознак місцезнаходження осередку пожежі, при вигорянні дерев'яних елементів оздоблення саун, є встановлення межі конусного температурного впливу на їх залишках, дерев'яному решетуванню кріплення елементів оздоблення та рівню збереження/пошкодження шару теплоізоляції. При цьому слід зазначити, що контур висхідного потоку газоподібних продуктів горіння – «осередковий конус» у приміщеннях сауни також треба розглядати з позиції детального вивчення механізму розвитку пожежі. Так, контури меж температурного впливу з вигоранням горючих елементів у вигляді конуса звернутого вершиною до низу на дерев'яних решетуваннях кріплення знищених пожежею дерев'яних елементів оздоблення можуть не відповідати первинному місцю горіння (ілюстрація 2).

Висновки. Таким чином, можна узагальнити наведене і зазначити наступне. Встановлення осередку пожежі при проведенні пожежно-технічних експертиз у саунах сухого жару має визначатись за загальними методами оцінки ступеню завданих термічних пошкоджень матеріалів оздоблення та будівельних конструкцій із урахуванням процесу та механізму виникнення загорання і розповсюдження горіння пожежі в залежності від об'ємно-конструктивних особливостей та технологічних рішень об'єкту досліджень. За використання уточнених методів експертних досліджень із встановлення осередку пожежі при проведенні пожежно-технічних експертиз саун сухого жару експертні висновки набувають найбільшого рівня об'єктивності та достовірності.

Перелік посилань

1. Про судову експертизу: Закон України
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text>

References

1. On Forensic Expertise: Law of Ukraine.
Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text> (in Ukrainian)

2. Інструкція про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень: затв. наказом Мініюсту України від 08.10.1998 № 53/5). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0705-98>
3. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf
4. Ємельяненко С. О., Лавренюк О. І., Михалічко Б. М. Теорія горіння та вибуху. Пожежі та їх ліквідація: навч. посіб. Львів: ЛДУ БЖД, 2019. 158 с.
5. Дослідження пожеж: довідково-метод. посіб. Київ: УкрНДІПБ МВС України, 1999 .
6. Методичні рекомендації з особливостей дослідження пожеж, що виникають у приміщеннях з підвищеним температурним режимом: звіт про НДР. № держреєстрації 0110U002837.
7. Пракшин Ю. К., Зернов С. И. Методика осмотра места пожара. Киев: РИО МВД СССР, 1988. (Реєстр. код: 10.8.14).
8. Мегорский Б. В. Методика установления причин пожара. Москва: Стройиздат, 1966. 467 с. (Реєстр. код: 10.8.01)
9. Безвесільний В. Д., Дьяченко О. Ф. Роздідування та судові експертизи пожеж: довідково-метод. посіб. Харків: ТОВ «Компанія СМІИТ», 2007. 360 с.
10. Цапко Ю., Шмерего О., Яненко О. Причини виникнення пожеж у приміщеннях з підвищеною температурою експлуатації. *Пожежна безпека*. 2019. № 17. С. 70-76. URL: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/969>
2. Instructions on the appointment and conduct of forensic examinations and expert studies (approved by the order of the Ministry of Justice of Ukraine dated 08.10.1998 No. 53/5). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0705-98> (in Ukrainian)
3. DSTU 2272:2006. Fire safety. Terms and definitions of basic concepts. Retrieved from: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf (in Ukrainian)
4. Yemelianenko, S. O., Lavreniuk, O. I., Mykhalichko, B. M. (2019). Theory of combustion and explosion. Fires and their liquidation: a study manual. Lviv. 158 p. (in Ukrainian)
5. Investigation of fires. Reference and methodological manual. Kyiv. 1999 (in Ukrainian)
6. Methodological recommendations on the features of the study of fires that occur in rooms with high temperature conditions: Report of the research work. State registration number 0110U002837 (in Ukrainian)
7. Prakshin, Yu. K., Zernov, S. I. (1988). Methods for inspecting the site of a fire. RIO Ministry of Internal Affairs of the Ukrainian SSR. Kiev (code in the register 10.8.14) (in russian)
8. Mehorskyi, B.V. (1966). Methodology for establishing the causes of a fire. Moscow. 467 p. (code in the register 10.8.01) (in russian)
9. Bezvesilnyi, V. D., Diachenko, O. F. (2007). Investigation and Forensic Examinations of Fires: Reference and Methodological Guide. Kharkiv. 360 p. (in Ukrainian)
10. Tsapko, Y., Shmereho, O., Yanenko, O. (2019). Causes of fires in rooms with high operating temperatures. Fire safety, 17, 70-76. Retrieved from: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/969> (in Ukrainian)

PRACTICAL ASPECTS OF EXPERT RESEARCH ON FIRES IN DRY HEAT SAUNAS

O. Borys

The article deals with issues aimed at updating and clarifying the methodological foundations for conducting expert research carried out during a forensic fire-technical examination of fires in dry heat saunas, based on the practical experience of forensic experts.

The processes and mechanisms of combustion and development of fires, as well as their dependence on volumetric design and technological solutions of the object of study – dry heat saunas are considered. The staging of the occurrence and development of fires is determined, which is justified by the processes of combustion in a closed volume with limited gas exchange (pyrolysis) and free gas exchange of a fire (kinetic and diffuse combustion).

The features of the application of general methods of research to establish the source of fire during fire-technical examinations are substantiated in order to ensure the reliability of the expert opinion. It has been established that the generally accepted methods for establishing the source of a fire during fire-technical examinations, in some cases, do not meet the practical aspects of researching fires in dry heat saunas and should take into account the peculiarities of the spread of fire hazards in saunas, which is due to special architectural and construction solutions.

It is noted that consideration of the mechanism of occurrence and development of a fire in the premises of dry heat saunas is a clarifying tool for generally accepted methods for establishing a fire source during fire-technical examinations. At the same time, the correctness of determining focal signs at this stage of the expert study should be carried out taking into account the mechanism of fire development, depending on the volumetric and structural solutions of the research object (sauna rooms), which will ensure high objectivity and reliability of the expert opinion.

Based on the generalization of the results of existing theoretical approaches and practical developments, the general methods for determining the source of a fire during fire-technical examinations of fire research in dry heat saunas are clarified. Accordingly, the establishment of a fire source during fire-technical examinations in dry heat saunas using general methods for assessing the degree of damage to finishing materials and building structures should take into account the influence of volumetric design solutions of the object of study on the process and mechanism of ignition and spread of fire burning.

The necessity of using refined methods of expert research to establish the source of fire during fire-technical examinations of dry heat saunas to ensure the proper level of objectivity and reliability of expert opinions is proved.

Key words: fire-technical examination, oxygen-air, combustion, pyrolysis, fire source, sauna.