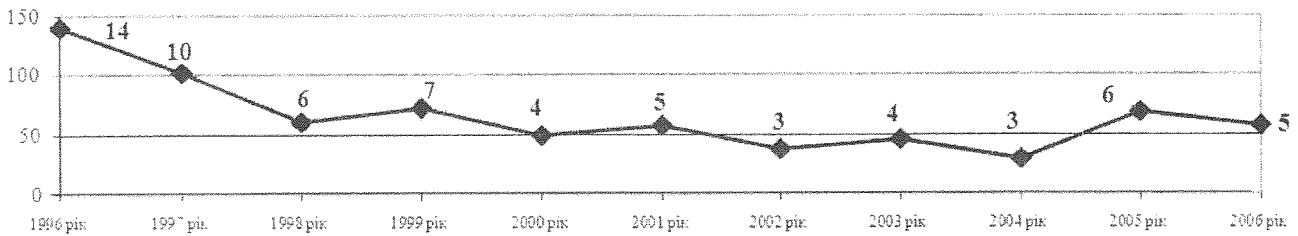


*Б.В. Болібрух, к. т. н., Б.В. Штайн (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

**АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ТЕПЛОЗАХИСНОГО ОДЯГУ ПОЖЕЖНИКА**

Стаття присвячена актуальній проблемі захисту особового складу підрозділів МНС України засобами індивідуального захисту, а саме теплозахисним одягом пожежника. Проведено аналіз закордонної та вітчизняної нормативної документації, що дало нам змогу визначити вимоги до теплофізичних показників теплозахисного одягу пожежника, та визначити недоліки в методиці та порядку проведення випробовування спеціального матеріалу теплозахисного одягу пожежника

Динаміка травматизму в період останніх десяти років ретроспективи показала, що досить значний показник травматизму серед особового складу пожежно-рятувальних сил (рис. 1), про що свідчить проведений аналіз [1]. Це суттєво погіршило загальну картину недоліків в роботі відповідних служб.

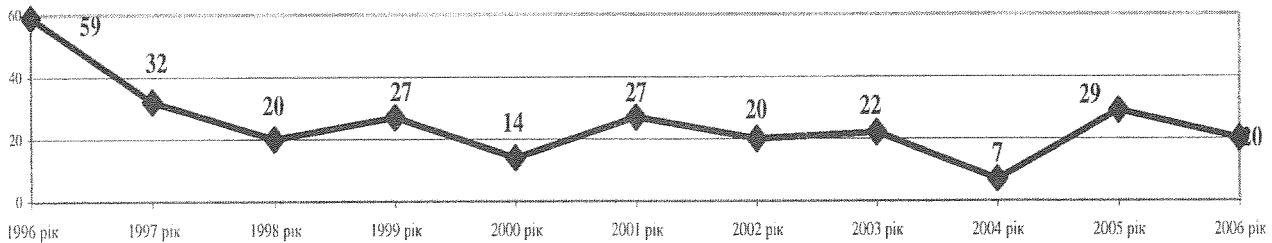


*Рис. 1. Кількість травмованих при НС*

У 2006 році пожежно-рятувальні підрозділи МНС України 5265 разів брали участь у ліквідації надзвичайних ситуацій, що в середньому становило 14 виїздів на добу або один виїзд через кожні 1 год. 43 хвилини.

Як і в минулі роки, в 2006 році майже кожна 5-та пожежа ліквідовувалась за участю ланок газодимозахисної служби, що становить 24,3 % від загальної кількості ліквідованих пожеж. Всього протягом минулого року газодимозахисна служба використовувалась у 9605 випадках, що на 1,87 % більше ніж у 2005 році.

У 2006 році під час ліквідації пожеж було травмовано 20 осіб начальницького складу працівників підрозділів пожежно-рятувальної служби (35,1 % від загальної кількості всіх потерпілих).



*Рис. 2. Кількість травмованих під час ліквідації пожеж*

Наведений в табл. 1 порівняльний аналіз показує, що у 2006 році ріст травматизму в пожежно-рятувальних підрозділах значною мірою залежить від невисоких захисних властивостей засобів індивідуального захисту.

## Загальна кількість травмованих працівників

Рік	Фактори						
	Обвалення будівельних конструкцій, падіння предметів і матеріалів	Дія екстремальних температур	Падіння з висоти	Вибухи посудин із горючими та вибухонебезпечними речовинами, спалахи горючих та легкозаймистих речовин	Ураження електричним струмом	Дія отруйних речовин, газів, продуктів згоряння	Інші
1996	23,7 %	17 %	13,6 %	6,8 %	3,4 %	22 %	13,5 %
1997	46,9 %	18,7 %	6,3 %	6,3 %	3,1 %	0 %	18,7 %
1998	10 %	5 %	15 %	30 %	0 %	15 %	25 %
1999	14,8 %	3,7 %	18,5 %	7,4 %	7,4 %	26 %	22,2 %
2000	15,4 %	0 %	38,4 %	23,1 %	0 %	0 %	23,1 %
2001	18,5 %	3,7 %	14,8 %	0 %	0 %	44,5 %	18,5 %
2002	0 %	5 %	35 %	10 %	10 %	15 %	25 %
2003	13,6 %	9,2 %	22,7 %	13,6 %	4,6 %	22,7 %	13,6 %
2004	14,3 %	14,3 %	42,8 %	14,3 %	14,3 %	0 %	0 %
2005	27,6 %	0 %	3,4 %	13,8 %	0 %	41,4 %	13,8 %
2006	30 %	5 %	25 %	10 %	0 %	5 %	25 %

Забезпечення надійного рівня захисту пожежника-рятувальника є завжди актуальним, оскільки під час гасіння пожеж та проведення пожежно-рятувальних робіт на нього діють небезпечні фактори пожежі (підвищена температура, теплове випромінювання, полум'я, вода та агресивне середовище).

З метою підвищення тактичних можливостей особового складу підрозділів пожежно-рятувальної служби під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації техногенного та природнього характеру, застосовують засоби індивідуального захисту. Одним з основних таких засобів є тепловідбивний і теплозахисний одяг пожежника, який збільшує тривалість перебування пожежника-рятувальника в умовах підвищеної температури (до 1200 °C) на короткотривалий термін (до 30 с).

В залежності від класу пожежі, умов праці, дії тих чи інших небезпечних факторів пожежі, оперативно-тактичних завдань, які виконуються, а також рівня захисту, пожежники використовують такі види захисного одягу: захисний одяг пожежника загального призначення, теплозахисний одяг пожежника загального типу та захисний одяг ізолювального типу (газохімічнозахисний та радіаційнозахисний одяг пожежника).

Враховуючи специфіку умов експлуатації захисного одягу пожежника при ліквідації пожеж, до нього висувають відповідні вимоги. Їх можна умовно віднести до конструктивного виконання теплозахисного одягу пожежника та вимоги до спеціального матеріалу, який використовується для його виготовлення.

Ефективність захисних властивостей та надійність експлуатації теплозахисного одягу пожежника оцінюється його якістю та технічним рівнем. Показники цих рівнів повинні визначатись як на стадії розробки, так і під час експлуатації захисного одягу.

Проаналізувавши закордонні та вітчизняні нормативні документи [4-24], які визначають вимоги до теплозахисного одягу пожежника та ці вимоги поділяють на дві основні групи:

- вимоги до теплофізичних показників;
- вимоги до фізико-механічних показників.

Відповідно до цих вимог, вихідними показниками цих груп є такі властивості теплозахисного одягу пожежника:

- вимоги до конструкцій;
- теплофізичні показники: стійкість до підвищеної температури; стійкість до теплового випромінювання; коефіцієнт передавання тепла; стійкість до відкритого полум'я; стійкість до контакту з нагрітими твердими поверхнями; теплопровідність спецматеріалу; кисневий індекс;
- фізико-механічні показники: розривне навантаження; роздираюче навантаження; міцність швів; усадка після нагрівання; стійкість до багаторазового нагрівання; морозостійкість; водонепроникність; стійкість до дії слабких кислот та луг; стійкість до дії нафти та нафтопродуктів;
- експлуатаційні показники: надійність; ергономіка; фізіолого-гігієнічні.
- вимоги до маркування, пакування, транспортування та зберігання.

Чинний в Україні нормативний документ ДСТУ 4366:2004 має такі теплофізичні вимоги до теплозахисного одягу пожежника: захист від інтенсивного теплового випромінювання за поверхневої густини теплового потоку до  $20 \text{ кВт/м}^2$  [5, 16] або до  $40 \text{ кВт/м}^2$  [4, 11], контактного тепла [14], яке базується на здатності зовнішнього матеріалу відбивати та (або) на здатності поверхні матеріалу витримувати тривалий контакт (до 20 с або понад 30 с) з відкритим полум'ям. Однак температури, що наведені в деяких закордонних стандартах [10, 16, 19, 21], відрізняються одна від одної (від  $185 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ), час дії температур - 300 с. Також розглянуті нормативні документи містять показник стійкості до дії відкритого полум'я. При цьому відрізняється час дії полум'я - 10 або 15 с [8, 12, 13, 19]. Ще більше відрізняється кількісна оцінка стійкості - час остаточного горіння або тління спецматеріалу теплозахисного одягу пожежника. Різниця показника коливається в межах 2-5 с [11, 19, 21]. Однією з причин такої різниці захисних показників, є широкий спектр вибору та комбонування спецматеріалів теплозахисного одягу пожежника. Також відрізняється методика випробовування, адже на сьогоднішній день немає єдиного порядку визначення теплозахисних показників спеціального матеріалу теплозахисного одягу пожежника.

На основі аналізу нормативної документації [4-21], де описано методи визначення теплозахисних параметрів теплозахисного одягу пожежника, бачимо, що основним недоліком встановлення захисних показників є визначення їх лише за одним показником впливу високотемпературних факторів пожежі (ІЧ-випромінювання, контактне та конвективне тепло). Ці методи випробовування не наближені до реальних бойових умов, оскільки на теплозахисний одяг пожежника діє одночасно декілька небезпечних факторів пожежі. Комплексна дія небезпечних факторів пожежі таких як: висока температура, контактне тепло, інфрачервоне випромінювання та агресивне середовище може значно знизити теплозахисні параметри захисного одягу пожежника.

Недоліком на сьогодні є недосконалість випробувальної бази на території України, яка не дозволяє більш детально досліджувати тепло- та агресивно-стійкі параметри спецматеріалу теплозахисного одягу пожежника, з якого він виготовлений.

Оцінка проб спеціального матеріалу для вказаного захисного одягу повинна бути комплексною, тобто матеріал повинен випробовуватися декількома методами одночасно, а не кожним окремо (для наближення до реальних експлуатаційних умов). Досі залишається недослідженим питання впливу антипіренів та антисептиків на захисні властивості

зовнішнього та внутрішнього шару спеціального матеріалу теплозахисного одягу пожежника.

При розгляді технічних умов [22-24], основними експлуатаційним показниками є час захисної дії спецматеріалу з якого виготовлений теплозахисний одяг. Їх порівняльні характеристики ґрунтуються на:

- температурному інтервалі експлуатації;
- стійкості до впливу густини теплового потоку від 7 до 40 кВт/м<sup>2</sup> [4];
- тривалості роботи при температурі навколишнього середовища в діапазоні 200-1200°С при щільності теплового потоку 18 кВт/м<sup>2</sup> [22-24];
- тривалості контакту з відкритим полум'ям;
- стійкості до контакту з нагрітими до 400 °С твердими поверхнями [22-24].

Порівняння теплозахисних характеристик костюмів вітчизняного та закордонного виробника, а саме теплозахисного костюма „Індекс 1200”, матеріал з якого виготовлений цей захисний одяг розроблено в Україні, та „ТК-800-40-Т” виробник Росія, наведені в таблиці 2. Випробовування проводились в УкрНДІ ПБ, м. Київ.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика теплозахисного одягу

Показник	Результати випробовування	
	ТК-800-40-Т	Індекс 1200
Температурний інтервал експлуатації	-40...800 °С	-50...1200 °С
Стійкість до впливу теплового потоку, с не менше:		
при 40 кВт/м <sup>2</sup>	600	600
при 20 кВт/м <sup>2</sup>	1200	1200
Час захисної дії при температурі навколишнього середовища, с не нижче:		
при 1200 °С	-	30
при 800 °С	20	-
при 200 °С	960	960
Тривалість контакту з відкритим полум'ям, с не менше:	300	300
Коефіцієнт відбивання ІЧ – випромінювання:	70%	70%
Надійність - сумарний час роботи, годин	10	10
Стійкість до контакту з нагрітими до 400 °С твердими поверхнями, с:	5	7
Морозостійкість, не нижче °С:	- 40	- 50
Стійкість до дії ПАР, год., не менше	не встановлено	24
Розривне навантаження, Н:		
по основі:	500	950
по витку:	500	950

За своїми технічними характеристиками теплозахисний костюм Індекс 1200, який виготовлений в Україні, відповідає ДСТУ 4366-2006. Індекс 1200, на відміну від ТК-800-40-Т переважає в показниках часу захисної дії при 1200 °С (де в [24] не передбачено випробовування при відповідній температурі), стійкість до контакту з нагрітими до 400 °С твердими поверхнями (на 2 секунди), морозостійкість (на -10 °С), а також розривне навантаження по витку і основі (на 450 Н).

В наведеному випадку, основним показником захисних характеристик є часовий фактор. Але, як бачимо, основні вимоги стосуються конструктивного виконання захисного одягу, пакету матеріалу та самого матеріалу, з якого він виготовлений. Проблема виникає у

відсутності досконалих нормативних документів, за допомогою яких ми могли б прогнозувати час захисної дії теплозахисного одягу. Також не враховується часовий фактор, який обумовлює час роботи людини в захисному одязі. Цей час пов'язаний з температурою тіла працюючого, тобто це максимальний час, протягом якого пожежник-рятувальник може безпечно працювати в теплозахисному одязі.

На основі проведеного аналізу можемо зробити висновки, які необхідно враховувати при розробці теплозахисного одягу пожежника для забезпечення безпеки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів МНС України при ліквідації пожеж і надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру:

- необхідно розробити єдиний підхід до проведення випробовувань спецматеріалу теплозахисного одягу пожежників, що вперше розробляється і готується до серійного виробництва;

- удосконалити теплозахисні характеристики одягу пожежника для збільшення захисного часу та надійного захисту особового складу під час гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій;

- розробити альтернативний (паралельний) метод випробувань спецматеріалу який дозволить визначити термостійкі параметри та вплив агресивного середовища на спецматеріал захисного одягу пожежника;

- необхідно проводити дослідження, пов'язані з вивченням впливу антипіренів та антисептиків на спеціальний матеріал, який використовується для теплозахисного одягу пожежника.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. *Огляд стану організації пожежогашіння, пожежно-рятувальних робіт, застосування пожежної та спеціальної техніки пожежно-рятувальними підрозділами МНС у 2006 році / УкрНДЦПБ.: Київ, 2006.– С. 36.*
2. *ДСТУ 2272-2006 Національна стандартизація. Пожежна безпека. Терміни та визначення.*
3. *ДСТУ 2273-06 Національна стандартизація. Пожежна техніка. Терміни та визначення.*
4. *ДСТУ 4366-2006 Пожежна техніка. Одяг пожежника захисний. Загальні технічні вимоги та методи випробовування.*
5. *ДСТУ 4125-2002 Одяг захисний від дії тепла і полум'я. Метод оцінювання реакції матеріалів на дію теплового випромінювання.*
6. *ДСТУ ISO 1368-2001 Одяг захисний. Загальні вимоги (ISO 13688: 1998, IDT).*
7. *ДСТУ ISO 6942-2001 Одяг захисний тепло- та вогнетривкий. Оцінювання теплопровідності матеріалів, що зазнають дії джерела теплового випромінювання (ISO 6942:1993, IDT).*
8. *ДСТУ EN 532:2001 Одяг захисний. Захист від високої температури та полум'я. Метод випробовування та обмеженість поширення полум'я (EN 532: 1994, IDT).*
9. *ДСТУ EN 340:2001 Одяг спеціальний захисний. Загальні вимоги (EN 340: 1993, IDT).*
10. *НПБ 161-1997 Специальная защитная одежда пожарных от повышенных тепловых воздействий. Общие технические требования. Методы испытаний.*
11. *НПБ 157-1997 Боевая одежда пожарных. Общие технические требования. Методы испытаний.*
12. *МОС 15025:2000 Захисний одяг – Захист від жару і полум'я. Метод тестування для обмеження розповсюдження полум'я.*
13. *МОС 9151 Захисний одяг від підвищеної температури і полум'я. Визначення передачі тепла від полум'я.*

14. МС 12127 Одяг для захисту від жару і полум'я. Визначення передачі контактної теплоти через захисний одяг чи складові матеріали.

15. МС 17493:01 Одяг для захисту від жару і полум'я. Методи тестування на опір конвективному підвищенню температури з використанням циркуляції нагрітого повітря.

16. EN 1486:1996 Protective clothing for firefighters – Test methods and requirements for reflective clothing for specialized fire fighting (Захисний одяг для пожежників. Методи випробувань та вимоги до тепловідбивного одягу для спеціального гасіння пожежі).

17. EN 366:1993 Protective clothing –Protection against heat and fire – Method of test: Evaluation of materials and materials assemblies when exposed to a source of radiant heat (Захисний одяг. Захист від нагріву та полум'я. Метод випробувань: оцінка матеріалів та комбінацій матеріалів, що піддаються дії джерела теплового випромінювання).

18. EN 367:1993 Protective clothing –Protection against heat and fire – Method of determining heat transmission on exposure to flame (Захисний одяг. Захист від нагріву та полум'я. Метод визначення теплопередачі під час дії полум'я).

19. EN 533:1997 Protective clothing –Protection against heat and fire – Limited flame spread materials assemblies (Захисний одяг. Захист від нагріву та полум'я. Обмеження розповсюдження полум'я по матеріалу під час дії тепла та полум'я).

20. EN 702:1994 Protective clothing –Protection against heat and fire – Test method: Determination of the contact heat transmission through protective clothing or its materials (Захисний одяг. Захист від нагріву та полум'я. Визначення контакту теплової передачі по захисному одягу або матеріалу).

21. EN ISO 15025:2002 Protective clothing –Protection against heat and fire – Method of test from limited flame spread (ISO 15025:2002) (Захисний одяг. Захист від тепла та полум'я. Метод випробування обмеження розповсюдження полум'я).

22. ТУ У 18.2-20153970.001-2002 Костюм спеціальний тепловідбивний „Індекс-1”. Технічні умови.

23. ТУ У 18.2-20153970.002-2002 Костюм спеціальний термозахисний „Індекс-1200”. Технічні умови.

24. ТУ 8570-008-46840277-00 Комплект специальной теплозащитной одежды пожарных „ТК-800-40-Т”.

УДК 674.815; 614.641.411.

Є.І. Івашко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

## ПРОГНОЗУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Досліджено напружений стан армуючих деревних матеріалів при довільному однорідному силовому полі. Визначено величини середніх напружень в деревному композиті, при яких можливий розрив матеріалу в площині, перпендикулярній напрямку волокон і в радіальних та тангенціальних площинах, паралельних напрямку волокон

**Актуальність дослідження.** Вибір методу оцінки деревних матеріалів при складному напруженому стані базується на існуючих критеріях міцності композитних матеріалів.

В роботах [1, 2] показано, що ранги тензора пружності деревини і тензора міцності збігаються. Тому для повного опису міцності необхідно оперувати не менше ніж дев'ятьма незалежними характеристиками міцності. Анізотропія деревини вносить спеціальні корективи для побудови критерію міцності. Так, анізотропні матеріали на відміну від