

*Б.В. Болібрux, д.т.н., доцент, професор каф., НУ «Львівська політехніка»,
А.А. Лісняк, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ,
О.І. Токарський, аспірант, НУ «Львівська політехніка»*

КОМПЛЕКСНИЙ ВПЛИВ НА ПОЖЕЖНОГО-РЯТУВАЛЬНИКА НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ

(представлено д-ром техн. наук Кіреєвим О.О.)

У роботі проведено аналіз статистики пожеж за різними показниками. На підставі цього розгляду здійснена оцінка впливу на пожежного-рятувальника небезпечних та шкідливих факторів пожежі, низьких температур та різного виду фізичного навантаження під час проведення рятувальних робіт та гасіння пожеж. Обґрунтовано та визначено граничний час перебування пожежного-рятувальника під впливом цих факторів. Визначено перспективний напрямок наукових досліджень для обґрунтування удосконалення тактики гасіння пожеж.

Ключові слова: тактика, небезпечні та шкідливі фактори, ліквідація пожежі, засоби індивідуального захисту.

Постановка проблеми. Під час ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) в осінньо-зимовий період року та за умов наявності небезпечних хімічних речовин (НХР) пожежні-рятувальники, працівники аварійно-рятувальних служб, виконують роботи в умовах впливу небезпечних та шкідливих факторів (НШФ), високих або низьких температур. Термін перебування в агресивному середовищі передбачає застосування відповідного захисту та прогнозування граничного часу виконання робіт. До теперішнього часу залишається невирішеним спосіб визначення граничного часу перебування пожежного-рятувальника в умовах впливу НШФ пожежі, низьких температур та різного виду фізичного навантаження. Це, в свою чергу, призводить до неможливості якісного вибору тактики ліквідації пожежі, визначення потрібної кількості особового складу для виконання певного обсягу робіт та, як наслідок, можливого травмування пожежних.

Аналіз існуючих досліджень і публікацій. Системний аналіз існуючих досліджень та публікацій [1–7] визначив низку недосконалих характеристик приладів та методів, що безпосередньо впливають на достовірність результатів досліджень ефективності захисних властивостей ЗІЗ в умовах впливу екстремальних температур. Жоден з існуючих методів не дозволяє комплексно підійти до визначення впливу на пожежного-рятувальника небезпечних та шкідливих факторів, і відповідно визначити ефективність ЗІЗ при одночасній дії різноманітних НШФ пожежі.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є дослідження номенклатури домінуючих небезпечних та шкідливих факторів пожежі, які впливають на тактику та час її ліквідації.

Необхідно зазначити, що кількість пожеж та кількість населення в зарубіжних державах прямо пропорційно не пов'язані з кількістю загиблих чи травмованих пожежників (табл. 1) [8, 9].

Табл. 1. Динаміка кількості пожеж в країнах світу за 2012-2016 рр.

№	Країна	Населення, тис. люд.	Кількість пожеж					Середнє	
			2008	2009	2010	2011	2012	в рік	на 1000 люд. в рік
1	США	317 000	1451500	1348500	1331500	1389500	1375000	1379200	4,35
2	Бангладеш	156 000	9 310	12 182	-	-	-	10 746	0,07
3	Росія	142 000	201 706	187 600	179 500	168 205	162 900	179 982	1,27
4	Японія	127 515	-	-	-	50006	44 101	47 054	0,37
5	В'єтнам	86 000	1 891	1 916	2 354	1 764	1 900	1 965	0,02
6	Німеччина	82 218	185 295	188 429	189 400	205 386	-	192128	2,34
7	Франція	65 027	312 100	343 300	336 867	317 909	306 871	323 409	4,97
8	Англія	60 003	327 448	-	285 500	287 000	272 000	292 987	4,88
9	Італія	58 500	236 731	210 548	197166	230 244	241 232	223 184	3,82
10	Іспанія	47 021	-	-	115 267	-	-	115 267	2,45
11	Україна	45 593	49 838	44 015	62 207	60 790	71 443	57 659	1,26
12	Польща	38 533	161 744	159122	135 555	171 839	183 888	162 430	4,22
14	Румунія	20 121	15 530	15 760	13 167	31 958	38 077	22 898	1,14
15	Нідерланди	16 306	47 327	-	-	-	-	47 327	2,90
16	Казахстан	15 819	19 098	17 184	19 058	15 194	16 145	17 336	1,10
17	Португалія	11 000	41 624	44 849	26 800	-	-	37 758	3,43
18	Греція	10 788	33 976	37 779	-	35 474	33 731	35 240	3,27
19	Бельгія	10 667	27 095	-	-	-	-	27 095	2,54
20	Чехія	10 517	20 406	20 177	17 937	20 511	20 492	19 905	1,89
21	Угорщина	9 932	19 828	26 357	16 756	29 920	37 106	25 993	2,62
22	Швеція	9 556	28 693	29 493	-	24 806	22 657	26 412	2,76
23	Білорусь	9 463	8 654	-	10 023	35 322	34 505	22 126	2,34
24	Австрія	8 426	36 031	36 427	34 363	57 994	42 213	41 406	4,91
25	Швейцарія	7 656	15 503	15 094	-	13 523	14 304	14 606	1,91
26	Сербія	7 566	6 673	6 168	17 304	31 886	-	15 508	2,05
27	Болгарія	7 364	38 099	30 219	25 030	41 890	44 939	36 035	4,89
28	Данія	5 603	20 786	18 946	16 723	16 719	14 844	17 604	3,14
29	Словаччина	5 412	11 267	11 991	9 979	13 891	14 413	12 308	2,27
30	Фінляндія	5 372	-	15 057	15 208	14 737	11 803	14 201	2,64
31	Киргизстан	5 100	3 104	3 278	6 145	3 973	3 708	4 042	0,79
32	Норвегія	5 096	-	-	9 480	8 146	7 369	8 332	1,63
33	Сінгапур	4 987	-	5 236	4 600	4 470	4 485	4 698	0,94
34	Ірландія	4 581	35 386	-	-	29 872	-	32 629	7,12
35	Нова Зеландія	4 405	24 315	21 060	18 622	14 357	-	19 589	4,45
36	Хорватія	4 290	8 008	7 549	5 036	10 003	10 857	8 291	1,93
37	Молдова	3 557	-	-	-	-	1 984	1 984	0,56
38	Монголія	2 997	2415	2285	2 645	3224	3 730	2 860	0,95
39	Литва	2 972	15 760	16 195	13 411	-	11 257	14 156	4,76
40	Словенія	2 055	4 504	7 110	3 770	5 198	5 570	5 230	2,55
41	Латвія	2 025	8 967	9 317	8 175	8 812	8 536	8 761	4,33
42	Естонія	1 294	9 170	8 421	6 439	6 321	4 973	7 065	5,46
43	Кіпр	803	6 505	5 716	7 160	7 264	6 799	6 689	8,33
44	Ліхтенштейн	37	-	-	-	-	32	32	0,86
Всього:		1 441177	1 437 018	3 421 645	2 883 826	3 121 373	3 354 523	2 843 677	1,97

Особливу увагу привертають показники місць виникнення пожеж (табл. 2). Переважна кількість пожеж в усіх представлених країнах світу виникала в приміщеннях: в будівлях, спорудах, житлових чи складських комплексах – 49,5%.

Табл. 2. Розподіл пожеж за місцями виникнення в країнах світу за 2016 р.

№	Країна	Чисельність пожеж													
		в будівлях	в %	в димо-проводах	в %	на транспорті	в %	в лісах	в %	трава, чагарниках	в %	сміття, звалище	в %	Інші	в %
1	Болгарія	4125	9,0	503	1,1	2001	4,4	420	0,9	24047	52,5	6287	13,7	8391	18,3
2	Білорусь	-	-	-	-	461	1,3	408	1,2	2402	7,0	24981	72,4	6253	18,1
3	Хорватія	2435	22,4	574	5,3	-	-	2346	21,6	3422	31,5	254	2,3	1826	16,8
4	Кіпр	717	10,5	115	1,7	363	5,3	44	0,6	4105	60,4	459	6,8	996	14,6
5	Данія	5632	37,9	756	5,1	2610	17,6	-	-	1885	12,7	1824	12,3	2137	14,4
6	Естонія	1831	36,8	108	2,2	414	8,3	18	0,4	672	13,5	1424	28,6	506	10,2
7	Фінляндія	5595	46,2	311	2,6	2276	18,8	440	3,6	561	4,6	324	2,7	2609	21,5
8	Франція	152277	49,6	-	-	58073	18,9	-	-	59734	19,5	-	-	36787	12,0
9	Англія	71000	26,1	7600	4,4	28800	10,6	-	-	55200	20,3	-	-	8400	3,2
10	Греція	7684	22,0	-	-	1709	4,9	2909	8,3	4613	13,2	1639	4,7	16440	47,0
11	Угорщина	12486	34,2	958	2,6	604	1,6	-	-	19154	51,6	2395	6,5	1509	4,1
12	Італія	5356	2,2	6330	2,6	24143	10,0	14271	5,9	83236	34,5	40695	16,9	67201	27,9
13	Японія	25583	58,0	-	-	4549	10,3	1178	2,7	-	-	-	-	12791	29,0
14	Латвія	3363	38,7	643	7,4	414	4,8	162	1,9	2001	23,0	429	4,9	1686	19,4
15	Ліхтенштейн	22	68,8	2	6,3	1	3,1	0	0,0	3	9,4	2	6,3	2	6,3
16	Литва	2358	20,9	918	8,2	1183	10,5	98	0,9	2492	22,1	2805	24,9	1403	12,5
17	Монголія	2997	66,2	-	-	292	6,4	229	5,1	-	-	-	-	1012	22,3
18	Норвегія	3147	49,4	995	13,5	940	12,8	-	-	538	8,4	-	-	1749	27,4
19	Польща	29145	15,8	285	0,2	8328	4,5	8879	4,8	38303	20,8	27012	14,7	71936	39,1
20	Румунія	13334	34,2	2557	6,6	1399	3,6	333	0,9	10940	28,1	7263	18,6	3129	8,0
21	Росія	130450	71,6	-	-	24266	13,3	19329	10,6	-	-	-	-	3369	1,9
22	Сінгапур	3766	84,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	719	16,0
23	Словаччина	2516	17,5	522	3,6	1082	7,5	517	3,6	4476	31,1	2527	17,5	2773	19,2
24	Словенія	1959	35,2	240	4,3	403	7,2	385	6,9	2045	36,7	523	9,4	15	0,3
25	Швеція	9410	41,5	1007	4,4	4237	18,7	845	3,7	1402	6,2	2334	10,3	3422	15,1
26	Україна	37525	52,5	-	-	3588	5,0	2163	3,0	-	-	-	-	2938	4,1
27	США	480500	35,7	-	-	172500	12,8	-	-	-	-	-	-	-	-
	Всього	1 015 213	49,5	23 177	1,1	164 311	8,0	51 966	2,5	317 784	15,5	120 320	5,9	253 639	12,4

Наступним вагомим показником за місцем виникнення пожеж на відкритому просторі є пожежі в екосистемах: лісових масивах та чагарниках – 17,7% та 8% пожеж виникає на транспорті. За результатами ста-

статистичного аналізу гасіння пожеж у цих зазначених місцях виникнення, визначаються особливості впливу НШФ на пожежних. В середньому, за статистичними даними з 36-и країн світу, кількість загиблих пожежних становить понад 150 осіб на рік. Значна кількість травмованих (понад 82 тис. осіб) вказує на проблему функціонування системи захисту та запобігання травмуванню пожежних (табл. 3) [10-11].

Табл. 3. Динаміка загиблих/травмованих пожежників в країнах світу за 2012-2016 рр.

№	Країна	Кількість загиблих / травмованих пожежників					Середнє за рік
		2012	2013	2014	2015	2016	
1	Австрія	2/1439	3/1153	1/1123	4/1103	4/1086	3/1155
2	Білорусь	-	-	6/11	-/9	-/6	3/8
3	Бельгія	3/-	-	-	-	-	3/-
4	Болгарія	0/19	0/22	0/12	0/13	0/19	0/19
5	Китай	16/150	-	-	-	-	16/150
6	Хорватія	3/9	1/8	2/6	0/-	3/11	2/10
7	Кіпр	0/1	0/5	0/1	6/2	0/4	0/3
8	Чехія	1/406	1/418	0/458	0/405	1/225	0/205
9	Данія	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
10	Естонія	0/6	0/7	0/9	0/41	1/37	0/5
11	Фінляндія	-	1/71	0/125	1/84	0/37	0/83
12	Франція	-	-	13/1155	12/-	11/-	12/1155
13	Німеччина	7/0	7/0	-	-	-	7/0
14	Греція	0/9	0/5	-	2/27	0/28	0/8
15	Угорщина	0/395	0/291	0/42	0/106	1/143	2/195
16	Ірландія	-	120	120	0/120	-	1/-
17	Італія	5/162	2/198	4/202	2/164	3/186	3/210
18	Японія	-	-	-	222/2475*	11/2615	116/2475*
19	Лаос	0/-	-	-	-	-	0/-
20	Латвія	0/17	0/14	0/11	0/27	0/27	0/22
21	Литва	0/25	0/17	0/17	-	0/16	0/23
22	Нідерланди	4/-	-	-	-	-	2/16
23	Нова Зеландія	1/554	0/484	-	0/463	-	0/521
24	Норвегія	-	-	-	0/-	0/-	0/-
25	Польща	0/301	2/-	0/-	2/-	1/-	1/301
26	Португалія	0/16	0/176	3/178	-	-	1/123
27	Румунія	1/10	0/26	1/19	0/0	0/28	1/43
28	Росія	12/94	-	7/80	-	-	9/111
29	Сербія	-	-	-	0/55	-	0/55
30	Словаччина	0/25	0/23	0/23	-	2/14	0/24
31	Словенія	0/-	0/-	0/17	0/55	0/4	0/25
32	Швеція	0/0	0/-	-	0/-	0/-	0/0
33	Швейцарія	-	-/213	-	2/120	-	2/166
34	Україна	1/-	0/-	0/-	0/-	2/-	2/-
35	США	103/79078	82/78150	72/71875	61/70090	64/69400	76/73718
36	В'єтнам	0/-	0/-	0/-	0/100	-	0/-
Всього:		153/100625	152/82537	91/81054	109/74108	103/73880	121/82440

* – з урахуванням жертв землетрусів та цунамі

Доречно буде зазначити, що найбільша кількість травмованих пожежних припадає на Японію та США. Попри високий ступінь технології продукування засобів захисту пожежних в цих країнах та дотримання інструкцій з врахуванням рекомендацій страхових компаній спостерігаємо негативну динаміку зростання показників загибелі та травмування.

Окрім НШФ пожежі, перелік чинників травмування необхідно доповнити особливостями застосування відповідного обладнання, інструменту та автотранспортної техніки.

Аналіз стану виробничого травматизму в органах і підрозділах, підприємствах та організаціях ДСНС України, що складено за результатами звітів про стан травматизму рядового та начальницького складу органів і підрозділів під час виконання службових обов'язків (форма ВТ-1,2) засвідчує недосконалу форму обліку та неінформативність зазначених даних [13].

За результатами проведеного аналізу встановлено, що впродовж 2007÷2016 років під час виконання завдань за призначенням працівниками пожежно-рятувальних підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту отримано 481 травма, із них 36 – зі смертельними наслідками [14]. За місцем настання, обставинами, умовами виникнення випадки виробничого травматизму розподілилися на такі, що трапилися: під час ліквідації пожеж та їх наслідків – 453; під час проведення службової підготовки та навчального процесу – 7; під час несення служби: – 21.

Причини виникнення за обставинами:

Організаційні: невикористання засобів індивідуального захисту через незабезпеченість ними – 12; порушення вимог безпеки під час експлуатації обладнання, устаткування, механізмів тощо – 18. Психофізіологічні: незадовільні фізичні дані або стан здоров'я – 32; особиста необережність потерпілого – 27. Технічні: конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність ЗІЗ – 176; екстремальні температури – 202; інші – 14.

Збільшення у процентному відношенні випадків травмування під час проведення пожежно-рятувальних робіт та під час виконання завдань на службі викликано необхідністю залучення органів та підрозділів ДСНС України до реагування на надзвичайні ситуації у складних умовах за наявності несприятливих факторів. Аналіз актів проведення розслідувань нещасних випадків, звітів про стан травматизму рядового та начальницького складу органів і підрозділів під час виконання службових обов'язків (форма ВТ-1), про стан травматизму працівників органів і підрозділів під час виконання службових обов'язків (форма ВТ-2), показує, що причини виникнення нещасних випадків в актах та звітах підрозділів, установ та організацій ДСНС України здійснюється формально. У звітних формах не передбачені відомості щодо небезпечних та шкідливих факторів впливу та їх інтенсивності, виду ЗІЗ.

Проведений аналіз травматизму працівників оперативно-рятувальних підрозділів ДСНС України за період 2007-2016 роки вказує на невизначеність критеріїв щодо фактору ураження пожежників від дії небезпечних та шкідливих чинників. Основними факторами за останні 10 років стали фактори, які представлені в таблиці 4.

Табл. 4. Основні фактори травмування пожежників під час ліквідації пожеж

Рік	Фактори						
	Обвалення будівельних конструкцій, падіння предметів і матеріалів	Дія екстремальних температур	Падіння з висоти	Вибухи ємностей із горючими та вибухонебезпечними речовинами, спалахи горючих та легковоспалювальних речовин	Ушкодження електричним струмом	Дія небезпечних речовин, газів, продуктів згоряння	Інші
2007	0%	15%	35%	10%	10%	15%	5%
2008	13,6%	9,2%	22,7%	13,6%	4,6%	22,7%	13,6%
2009	14,3%	14,3%	42,8%	14,3%	14,3%	0%	0%
2010	27,6%	30%	3,4%	13,8%	0%	11,4%	13,8%
2011	30%	25%	25%	10%	0%	5%	5%
2012	19%	16,4%	8%	2,7%	27%	13,6%	13,3%
2013	10%	5%	15%	30%	0%	15%	25%
2014	4,8%	33,7%	8,5%	7,4%	7,4%	16%	22,2%
2015	5,4%	30%	18,4%	23,1%	0%	0%	23,1%
2016	18,5%	38%	14,8%	0%	0%	14,5%	14,2%

В результаті статистичного аналізу встановлено, що найбільша кількість пожеж, як за кордоном так і в Україні, виникає в житловому секторі – до 50% і понад 70% відповідно. Травмування пожежників небезпечними, шкідливими виробничими факторами за кількістю випадків визначає домінуючі чинники впливу: екстремальні температури, удари конструкціями, дія агресивних середовищ.

До високотемпературних факторів відносяться: теплове випромінювання, конвективне нагрівання, контакт з нагрітими поверхнями. Теплове випромінювання виникає внаслідок процесів теплообміну, які відбуваються під час горіння. Все тепло, яке виділяється в зоні хімічної реакції горіння, відводиться від неї в навколишнє середовище у вигляді теплового випромінювання і лише 3% енергії іде на підтримання і продовження процесу горіння. Під небезпечними чинниками (факторами) пожежі розуміють прояви пожежі, що призводять чи можуть призвести до опіків, отруєння леткими продуктами згоряння або піролізу, травмування чи загибелі людей та (або) до заподіяння матеріальних, соціальних, екологічних збитків. За результатами досліджень впливу небезпечних факторів пожежі залежно від місця її виникнення та виду пожежної навантаги, рівень захисту пожежника під час ліквідації пожеж безпосередньо впливатиме на тактичні можливості та ефективність ліквідації пожежі підрозділу загалом. Залежно від класу пожежі, місця виникнення, фізико-хімічних властивостей речовин та матеріалів кількість, вид та особливості впливу НШФ матимуть різні характеристики. Таким чином, з отриманої класифікації НШФ та класифікації пожеж [15] визначаються

умови проведення ліквідації пожежі та пожежно-рятувальних робіт.

Отже, з метою визначення необхідного рівня захисту пожежника необхідно проаналізувати умови, в яких він перебуває під час гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій (НС), відповідно до чинної класифікації, а саме: – потужного теплового випромінювання (конвективні теплові потоки); хімічного забруднення територій; радіоактивного випромінювання; кліматичних умов, вибухопожежонебезпечного середовища; факельного горіння; загазованого середовища; низьких температур; продуктів неповного згорання та газів; різкого перепаду температурних режимів, потужного звукового навантаження; шквального вітру та недостатньої кількості води [16].

Результати аналізу експериментальних досліджень з питань динаміки та розвитку пожеж засвідчують, що небезпечні температурні фактори (НТФ) у приміщеннях під час пожежогасіння можуть бути значно більшими від тих, котрі є безпечними для людей, це залежить від розгляду фізичних параметрів, щільності пожежної навантаги та умов вентиляції [17].

З представлених показників динаміки розповсюдження горіння в обмежених об'ємах та відповідно горючої навантаги визначено, що температурний показник на 10 хвилині горіння становитиме понад 500°C.

Тому, рівень ефективності ЗІЗ має першочергове значення в технології ліквідації пожеж та їх наслідків, а ефективність проведених пожежно-рятувальних робіт знаходиться в прямій залежності від ступеня досконалості захисту пожежників.

Для людини гранично допустима інтенсивність опромінення 1050 Вт/м²; гранично допустима температура нагрівання незахищених частин тіла людини не повинна перевищувати 40 °С. Для захисного одягу пожежника ці величини відповідно дорівнюють 7500 Вт/м² і 393°C. Процес обміну гарячих газів, факела полум'я і конструкцій під час пожежі в закритих приміщеннях обумовлюється одночасною дією теплового випромінювання, конвекцією і теплопровідністю. Одним з головних параметрів, які характеризують процес горіння на пожежі, є інтенсивність виділення тепла. Вона визначається масовою швидкістю вигорання речовин і матеріалів та їх теплового вмісту. На інтенсивність теплового виділення впливають вміст кисню і температура навколишнього середовища, а вміст кисню залежить від інтенсивності надходження повітря в приміщення під час пожеж в обмежених (закритих) об'ємах та в зону горіння під час пожеж на відкритій місцевості.

З метою більш детальної характеристики високотемпературних факторів, проведено їх загальну класифікацію з урахуванням засобів переносу тепла. Вищевказані параметри орієнтовні та отриманні шляхом узагальнених даних [18-20] з різноманітних літературних джерел, які мають місце в експлуатаційних умовах діяльності людини.

Звичайні умови: умови роботи пожежників, які працюють з напірними рукавами, або іншими засобами пожежогасіння пожежі на відстані, де немає потреби у спеціальному одязі [21]. Згідно з [22], пропонуються умови 25 хвилин при температурі 100°C і густиною теплового потоку до 1 кВт/м². Згідно з [22], це умови з температурою 20-70°C, з густиною теплового потоку < 1,7 кВт/м².

Ризиковані умови: це умови, які відповідають роботі пожежників, наприклад, у житловій кімнаті або невеликому палаючому будинку. Згідно з [22], нижні межі цих умов схожі з умовами, коли пожежники працюють в умовах вентиляції, без підтримки води, а верхні межі застосовуються для тих, хто тільки потрапив у палаючу будівлю. Тим не менше теплозахисний костюм повинен забезпечити захист та звести до мінімуму теплову дію на тіло пожежника. Діапазон показників, згідно з [22], – це менше 1 хв при 160°C , густина теплового випромінювання – 4 кВт/м^2 і тривалістю до 10 хв. Згідно з [18-19], ці умови описуються у середовищі з температурою $70 - 300^{\circ}\text{C}$ з густиною теплового потоку від $4,2$ до $12,5 \text{ кВт/м}^2$.

Надзвичайні умови: такі умови можуть виникнути в разі «вибуху» при пожежі у великому будинку. Ці умови були прийняті рангом вище ніж «небезпечні» умови, і мають місце починаючи з 235°C і густини теплового потоку $9,5 \text{ кВт/м}^2$. У цих умовах травми небезпечні для життя. За такі умови характеризуються температурою від 300°C і до 1200°C і густиною теплового потоку $12,5 - 210 \text{ кВт/м}^2$.

За результатами аналізу умов ліквідації пожеж в закритих об'ємах та впливу НШФ пожежі визначимо алгоритм прогнозованого рівня захисту та його вплив на пожежних, а саме: пожежне навантаження – клас пожежі – місце пожежі (відкрита місцевість чи обмежений простір) – НШФ пожежі – ЗІЗ.

За умов домінуючих високотемпературних НШФ, що впливають на пожежних під час ліквідації пожежі, залишився без уваги вплив низьких температур. Означена проблема існує за двох умов виконання завдань: відкрите середовище за певних кліматичних умов (осінньо-зимовий період) та ліквідація аварій за наявності амоніаку в закритому приміщенні. В нормативній літературі [24] зазначено лише показник -40°C для дослідження фізико-механічних властивостей пакету матеріалів для спецодягу. Водночас негативний вплив низьких температур на пожежних в умовах виконання пожежно-рятувальних дій не досліджено, що стало причиною відсутності наукового дослідження і вирішення питання захисту пожежних і відповідно тактики проведення пожежно-рятувальних робіт. Переважна більшість випадків отримання ураження у вигляді обмороження, переохолодження відбувається під час гасіння пожеж в сільській місцевості в осінньо-зимовий період. Загалом, у сільській місцевості України зареєстрована 31501 пожежа. Прямі збитки від пожеж у сільській місцевості склали 1 млрд. 117 млн. 289 тис. грн.. (+23,3 %), побічні – 2 млрд. 695 млн. 850 тис. грн.. (+4,6 %). Питома вага основних показників статистики пожеж у сільській місцевості від загальних показників в Україні становить: пожеж – 40,1 %, людей, загиблих унаслідок пожеж – 54,7 %, прямих збитків – 50,8 %, побічних збитків – 44,3 % [12].

Вирішальним фактором при цьому є часовий показник прибуття підрозділу, як правило, відділення в кількості 3-4 осіб. Він становить в середньому 40-хвилин для сільської місцевості. Отже, на момент прибуття житловий будинок, ферми, складські будівлі будуть охоплені вогнем і температурні показники в приміщеннях становитимуть $700-800^{\circ}\text{C}$, що унеможливило роботу всередині будівель. Відтак, подача вогнегас-

них засобів здійснюватиметься ззовні відповідно до вирішального напрямку оперативних дій. Середній час слідування до місця пожежі по регіонах України становить 13,6 хв, в містах і селищах міського типу – 9,7 хв, в сільській місцевості – 21,2 хв (рис. 1).

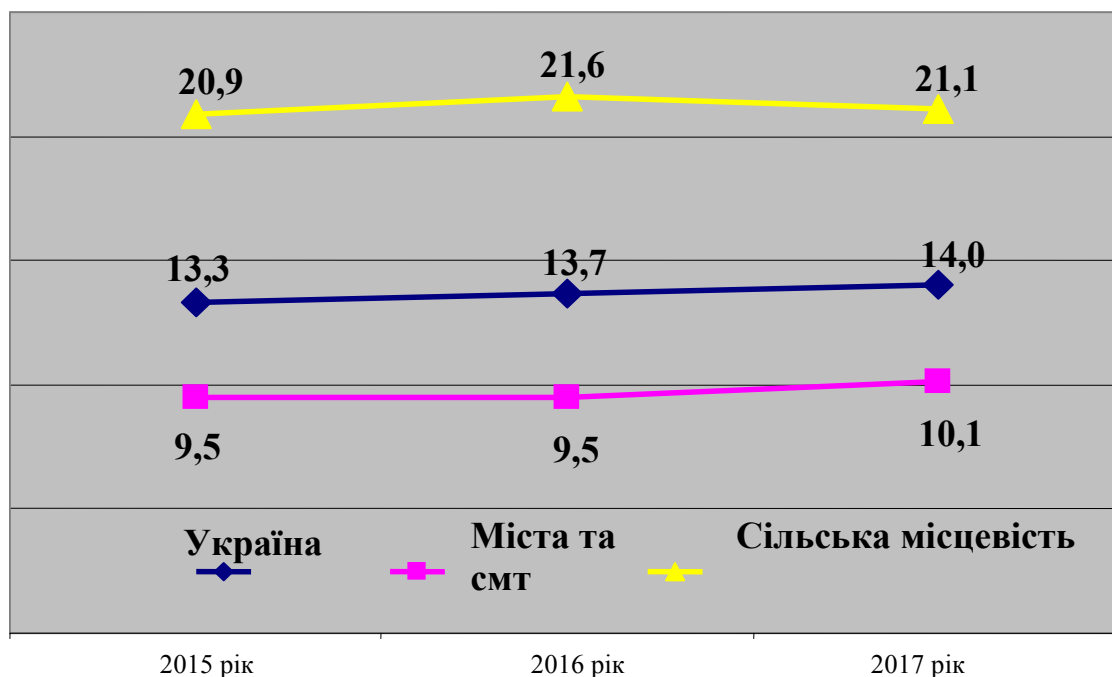


Рис. 1. Середній час слідування до місця пожежі (хв.)

Середній час локалізації пожежі по регіонах України становить 18,1 хв, в містах і селищах міського типу – 15,8 хв, в сільській місцевості – 22,5 хв (рис. 2).

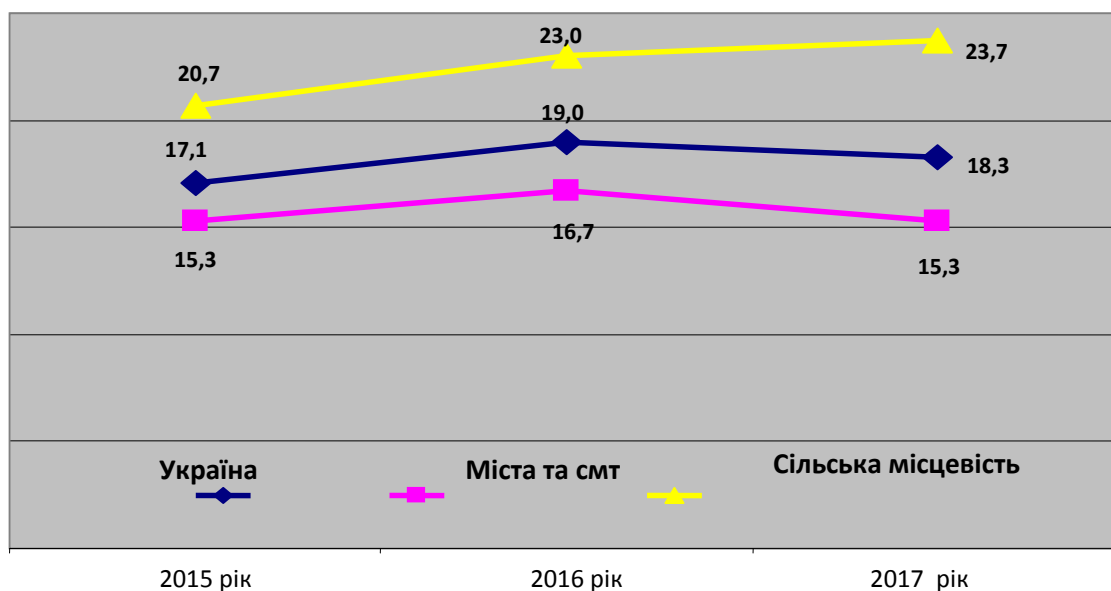


Рис. 2. Середній час локалізації пожежі (хв.)

Середній час ліквідації пожежі по регіонах України становить 34,7 хв, в містах і селищах міського типу – 24,7 хв, в сільській місцевості – 53,5 хв (рис. 3).

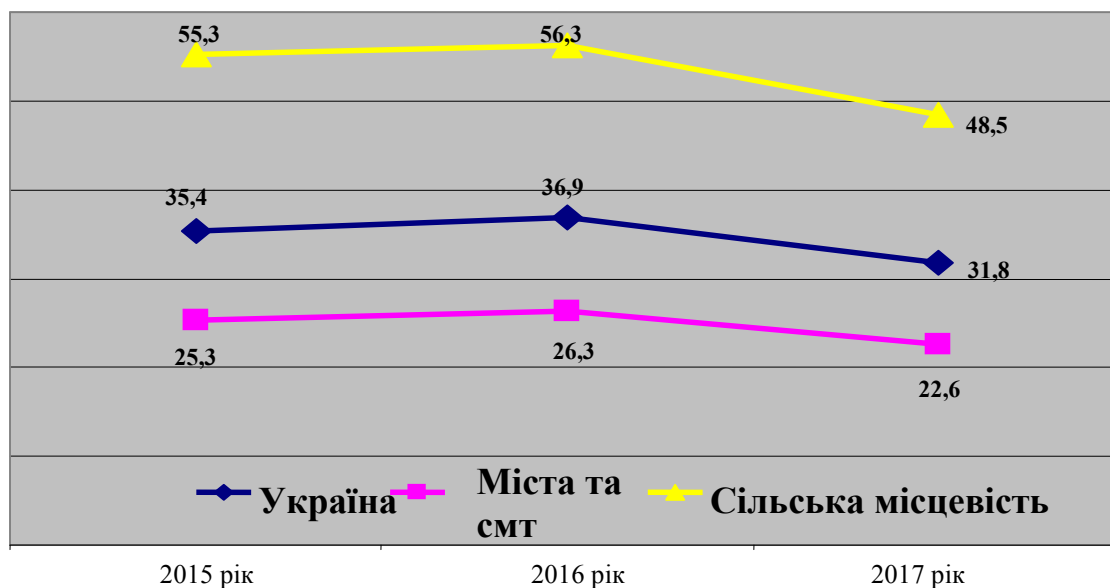


Рис. 3. Середній час ліквідації пожежі (хв)

Найбільше часу на ліквідацію пожеж витрачається підрозділами пожежно-рятувальної служби, що виникають на торфовищах. Щороку, на гасіння близько 20 таких пожеж витрачається від 5 і більше діб. Таким чином, пожежники ліквідовують пожежі на відкритому просторі за від'ємних температур з жовтня по квітень, як в житловому секторі в сільській місцевості так і на торфовищах. Відповідно до зонального температурного розподілу території України пожежники в зимові місяці працюють за температури -20°C і нижче.

Окремого наукового обґрунтування і дослідження потребують вимоги до захисту нижніх кінцівок пожежників в умовах тривалого перебування на відкритих об'єктах за низьких температур.

Розширення функціональних завдань пожежно-рятувальних підрозділів, які тепер підпорядковані ДСНС України, призвело до збільшення переліку небезпечних факторів, в основному, різних хімічних сполук неорганічного та органічного походження, які при НС (вибух, пожежа, розливи, розгерметизація реакторів, продуктопроводів, наливних складів, цистерн, газгольдерів тощо) стають причиною отримання травм різного ступеня важкості, як робітниками підприємств, так і пожежниками-рятувальниками, а також осередком знищення довкілля і матеріальних цінностей.

З усього переліку підприємств, які постійно контролюються пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС України, екологічно найнебезпечнішими є потужні хімічні комбінати, що розташовані в Донецькій області, Дніпрі, Сумах, Черкасах, Рівному і Калуші.

Таким чином, роботи в можуть проводитися не тільки в процесі впливу таких традиційних НШФ, як відкрите полум'я, ІЧ-випромінювання, контактне та конвективне тепло, і до них можуть долучатися і хімічно-агресивні речовини. Необхідно зазначити, що вказані роботи пожежниками проводяться цілодобово, незалежно від пори року, погодних та кліматичних умов (температура повітря, швидкість вітру, опади тощо). Роботи, що

виконуються в екстремальних умовах відносять, як правило, до складних та небезпечних. Так, рекомендований час виконання завдань за призначенням в засобах індивідуального захисту наведений у таблиці (з використанням ЗІЗОД) та рекомендованим часом роботи в табл. 5.

Табл. 5. Гранично допустимий час перебування особового складу з урахуванням режимів навантаження та використання ЗІЗОД, год. [2-4]

ЗІЗ	Ступінь фізичного навантаження		
	легке	Середнє	важке
ЗІЗОД	3	1,25	0,66
ЗІЗОД+ІЗО	3	1	0,5

Отже, відповідно до табл. 5, 6 час захисту рятувальників при температурі навколишнього середовища -40°C , становить від 30 хв до 7 год., що суперечить аспектам медико-біологічних особливостей організму людини [23] та відповідного регламенту виконання пожежно-рятувальних робіт за від'ємних температур.

Табл. 6. Граничнодопустимий час перебування особового складу з урахуванням температурних режимів навколишнього середовища

ЗІЗ	Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$, від											
	-40			-30			-20			-10		
	Ступінь фізичного навантаження											
	легке	середнє	значне	легке	середнє	значне	легке	середнє	значне	легке	середнє	значне
Фільтрувальний протигаз разом з зимовим фільтрувальним ЗІЗ шкіри, захисними панчочками і рукавичками	0,5	0,7	1,5	0,6	1,2	3,0	0,8	н/р	2,8	н/р		
Фільтрувальний протигаз разом з зимовим фільтрувальним ЗІЗ шкіри	0,6	1,5	4,0	0,8	4,0		1,2	не регламентується				
Фільтрувальний протигаз разом з ізолювальним ЗІЗ шкіри	1,0	7,0	н/р	1,7	н/р		2,8	не регламентується				

Проведеним аналізом тактики ліквідації пожеж, надзвичайних ситуацій та їх наслідків в умовах високих та низьких температур встановлено відсутність захисту пожежника та відповідно ЗІЗ, які б забезпечували надійний захист в осінньо-зимовий період, в гірській місцевості та на об'єктах з наявністю амоніаку. За результатами авторських досліджень встановлено зональність травмування тіла за домінуючими факторами, (рис. 4).

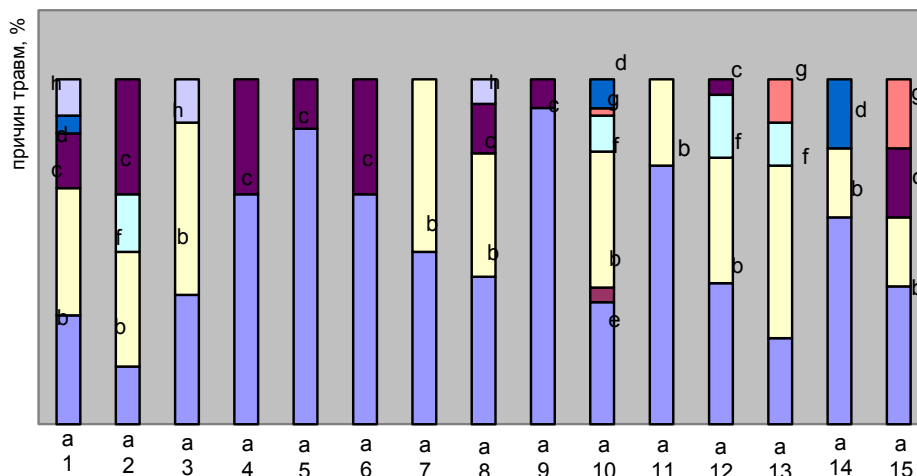


Рис. 4 Дослідження причин травмування пожежника за зонами тіла та їх кількість: 1 – мозкова частина голови; 2 – лицева частина голови; 3 – спина; 4 – попереk; 5 – грудна клітка; 6 – таз; 7 – плече; 8 – передпліччя; 9 – кисть; 10 – пальці; 11 – бедро; 12 – голінь; 13 – ступні; 14 – пальці нижніх кінцівок; 15 – суглоби нижніх кінцівок; а – тепловий вплив ; б – низькі температури; с – удар конструкціями ; д – падіння пожежника; е – вибухи ; ф – агресивне середовище; г – електричний струм; г – інші

Завдання отримання інформації про інтенсивність впливу НШФ на пожежних та, відповідно, тактики ліквідації НС вирішувалася трьома методами:

- методом визначення рівнів НШФ у зонах застосування та тактики ліквідації (пожежа, НС);
- методом вивчення ступеня зносу або пошкодження ЗІЗ в процесі їх експлуатації з подальшою лабораторною оцінкою зниження захисних властивостей;
- методом експертних оцінок.

Висновок. Розгляд статистики пожеж за різними показниками дозволив оцінити вплив на пожежного-рятувальника небезпечних та шкідливих факторів пожежі, низьких температур та різного виду фізичного навантаження під час проведення рятувальних робіт та гасіння пожеж в залежності від часу. Проведено аналіз роботи пожежних-рятувальників у складі розвідувальної групи в апаратах захисту органів дихання і зору під час проведення оперативних дій в непридатному для дихання середовищі. Також при обґрунтуванні та визначенні граничного час перебування пожежного-рятувальника в умовах впливу небезпечних та шкідливих факторів пожежі, низьких температур та різного виду фізичного навантаження враховано час прямування пожежно-рятувального підрозділу до місця пожежі.

Проаналізовані та наведені небезпечні чинники впливу на пожежного-рятувальника дають підстави для урахування їх при розробці найновіших зразків спеціального одягу та спорядження, обґрунтування часу перебування під час проведення оперативних дій з подальшим включенням змін до нормативно-правових актів з пожежної безпеки для підвищення рівня безпеки пожежних-рятувальників.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 469:2017 (EN 469:2005; A1:2006; AC:2006, IDT) Захисний одяг для пожежників. Вимоги щодо показників якості захисного одягу для пожежників. Київ, 2017. 39 с.
2. Павлов А. С. Экстремальная работа и температура тела. Донецк, 2007. 308 с.
3. Asmussen E., Vøje O. Body temperature and capacity for a work. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1945. 10 (1). P. 1–22. doi: 10.1111/j.1748-1716.1945.tb00287.x. (date of appeal 26.04.2018).
4. Смирнов Б. А., Долгополова Е. В. Психология деятельности в экстремальных условиях. Харьков, 2007. 276 с.
5. Лісняк А. А., Бородич П. Ю. Підвищення ефективності гасіння пожеж твердих горючих матеріалів в будівлях // Проблеми пожежної безпеки. 2013. № 34. С. 115–119. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1063>. (дата звернення: 18.04.2019)
6. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водняним струменем // Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43. С. 45–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7022>. (дата звернення: 10.05.2019).
7. Тенденції розвитку імпульсних вогнегасних систем для гасіння пожеж дрібнорозпилим водняним струменем / Д. П. Дубінін та ін. // Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 45. С. 41–47. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/9027>. (дата звернення: 25.05.2019).
8. Статистика пожеж: URL: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/STATISTIKA-POZHEZH.html> (дата звернення: 10.06.2019).
9. CTIF. URL: <http://www.ctif.org/ctif/world-fire-statistics>. (date of appeal 21.08.2019) – Screen title.
10. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN2:1992/A1:2004, IDT). Київ, 2014. 7 с.
11. Lu W., Mäkeläinen P. *Advanced steel structures*. Helsinki, 2003. 118 p.
12. Аналіз масиву карток обліку пожеж. URL: <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html> (дата звернення: 06.05.2019).
13. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України. Київ, 2011. 56 с.
14. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. Київ, 2018. 146 с.
15. Інструкція про порядок розслідування, ведення обліку нещасних випадків в органах і підрозділах МНС України. Київ, 2006. 22 с.
16. Основи тактики гасіння пожеж / Сировий В. В. та ін. Харків, 2015. 216 с.

17. ДСТУ 4125-2002 Одяг для захисту від впливу тепла і полум'я. Метод оцінювання реакції матеріалів на вплив теплового випромінювання. Київ, 2010. 13 с.

18. ДСТУ EN ISO 13688:2016 (EN ISO 13688:2013, IDT; ISO 13688:2013, IDT) Одяг захисний. Загальні вимоги. Київ, 2016. 22 с.

19. ДСТУ ISO 6942-2001 Одяг захисний тепло- та вогнестійкий. Оцінювання теплопровідності матеріалів та комбінацій матеріалів, що зазнають дії джерела теплового випромінювання (ISO 6942:1993, IDT). Київ, 2001. 19 с.

20. ДСТУ EN ISO 15025:2016 (EN ISO 15025:2002, IDT; ISO 15025:2000, IDT) Одяг захисний. Захист від тепла та полум'я. Метод випробування на обмежене поширення полум'я. Київ, 2016. 18 с.

21. ДСТУ 2272:2006 ССБП. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. Київ, 2006. 32 с.

22. ДСТУ EN 13911:2015 (EN 13911:2004, IDT) Захисний одяг для пожежників. Вимоги та методи випробування протипожежних капюшонів для пожежників. Київ, 2015. 13 с.

23. Методичні рекомендації щодо режимів робіт особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту у засобах індивідуального захисту у зонах хімічного та радіоактивного забруднення. Київ, 2009. 10 с.

Отримано редколегією 11.10.2019

Б.В. Болибрух, А.А. Лисняк, А.И. Токарский

Исследование комплексного влияния на пожарного опасных и вредных факторов

В работе исследованы условия ликвидации пожаров, определены доминирующие (опасные и вредные факторы) воздействия на пожарного при тушении пожаров соответствующего класса. Определено перспективное направление научных исследований для обоснования совершенствования тактики ликвидации пожаров.

Ключевые слова: тактика, опасные и вредные факторы, ликвидация пожара, средства индивидуальной защиты.

B. Bolibruch, A. Lisniak, O. Tokars`kyy

Study of the complex effect on the fire hazardous and harmful factors

The conditions of fire elimination are investigated in the work, the dominant (dangerous and harmful factors) influences on a firefighter during extinguishing fires of the corresponding class are determined. The perspective direction of scientific researches for justification of improvement of tactics of fire elimination is determined.

Keywords: tactics, dangerous and harmful factors, elimination of fire, personal protective equipment.