

2. Найбільша кількість патентів видається на пристрої, системи, прилади і апарати, менша кількість – на способи виконання різноманітних операцій і процесів і зовсім незначна кількість – на матеріали і суміші, які використовуються в пристроях і способах.

3. При розгляді відібраних матеріалів визначилась тенденція постійного удосконалення існуючих засобів охорони праці.

1. Коляго А.В., Рєпін В.М., Лисюк М.О. Стан інформаційного забезпечення охорони праці та шляхи його поліпшення / В зб. праць II Всеукр. наук.-практ. конф. з охорони праці "Охорона праці в Україні: стан, проблеми, перспективи". – К.: Основа, 1998. – С. 119–123.

2. Ткачук К.Н., Лисюк М.О., Рєпін В.М., Максимова Л.І. Класифікація тематичних напрямків у галузі охорони праці // Охорона праці, 1999. – № 11. – С. 33–34.

УДК 614.842.68

ОЦІНКА ТРАВМАТИЗМУ СЕРЕД ПОЖЕЖНИКІВ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

С.І. Азаров, канд. техн. наук, О.В. Бабич, асп. (НЦ ІЯД НАН України)

Рассмотрено влияние опасных и вредных факторов пожара на организм человека при ликвидации аварий на АЭС. Показано, что сочетанное влияние различных факторов пожара и радиации увеличивает тяжесть травм и протекания болезней.

Атомні електричні станції (АЕС) – це об'єкти підвищеної пожежної небезпеки внаслідок наявності у приміщеннях та будівлях значної кількості вогнєнебезпечних електротехнічних пристроїв, горючих предметів та матеріалів. В цілому на АЕС можливі 5–6 пожеж на рік, а ймовірність виникнення великих пожеж оцінюється величиною 10^{-2} на рік [1, 2].

Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним місцем, що розвивається у часі та просторі і характеризується факторами небезпечності [3]. Розрізняють первинні та вторинні фактори впливу пожежі на людей.

До первинних факторів належать:

- полум'я та іскра;
- підвищена температура навколишнього середовища;
- токсичні продукти горіння і термічного розкладу;
- знижена концентрація кисню.

До вторинних факторів належать:

- уламки, частини зруйнованих агрегатів, установок, конструкцій;
- радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, що вийшли зі зруйнованих апаратів та установок;
- електричний струм;
- небезпечні фактори вибуху.

За природою дії на організм пожежників небезпечні та шкідливі фактори поділяються на фізичні, хімічні та психофізіологічні [4, 5].

При виконанні бойових дій під час гасіння пожеж і ліквідації наслідків радіаційних аварій на співробітників воєнізованої пожежної охорони одночасно діють кілька уражаючих факторів (отруйні, подразні, термічні, радіоактивні тощо).

Гасіння пожежі на АЕС, як правило, відбувається у винятково складних умовах, що характеризуються:

- наявністю високих температур, підвищеної вологості, проникаючої радіації;
- наявністю напруги в електроустаткуванні систем, важливих для безпеки реакторної установки;
- проведенням робіт на великій висоті, в умовах поганої видимості і можливого завалення будівельних конструкцій, у приміщеннях зі складним плануванням;
- необхідністю дій в екстремальних ситуаціях (перенесення тяжкостей, евакуація потерпілих, підйом маршовими східцями і драбинами, робота у дихальних апаратах з ручним інструментом тощо).

В табл. 1 наведено деякі характеристики уражаючих факторів пожежі при ліквідації аварії на радіаційно-небезпечному об'єкті.

Таблиця 1. Основні уражаючі фактори пожежі на АЕС

Уражаючий фактор пожежі	Характеристика зони дії уражаючого фактору пожежі
Радіація	Потужність експозиційної дози P Концентрація радіоактивних речовин у повітрі N Забруднення радіонуклідами шкірного покриву людини Z
Теплове випромінювання	Теплова енергія, що падає на поверхню Q Тепловий потік q Температура навколишнього середовища T Температура нагрітої поверхні T_{II}
Токсичні продукти горіння	Концентрація C Середня летальна доза L_{γ} Токсодоза інгаляційна L_i

Оцінку ступеня радіаційної небезпеки в процесі гасіння пожежі на радіаційно-небезпечному об'єкті можна розрахувати за формулою

$$\sum_{i=1}^l \frac{P_i}{P_{D_i}} + \sum_{i=1}^l \frac{N_i}{N_{D_i}} + \sum_{i=1}^l \frac{Z_i}{Z_{D_i}} \leq 1, \quad (1)$$

де P_{D_i} , N_{D_i} , Z_{D_i} – допустимі значення факторів радіаційного впливу (див. табл. 1).
Аналогічно для токсичних продуктів горіння:

$$\sum_{j=1}^j \frac{L_{X_j}}{L_{X_{D_j}}} + \sum_{j=1}^j \frac{C_j}{C_{D_j}} \leq 1. \quad (2)$$

Вибух на IV енергоблоці ЧАЕС 26 квітня 1986 р. та його зруйнування з виходом в атмосферу 500 млн Кі – це найбільша техногенна катастрофа XX століття.

Викид розжареного реакторного графіту та висока температура призвели до виникнення більш ніж 30 осередків загоряння загальною площею 500 м². Пожежа тривала більше шести годин. Чорнобильська катастрофа нанесла збитків на суму 6 млрд доларів.

Під час гасіння пожежі в осередку ураження радіацією знаходились 65 пожежників ВПЧ-2, з яких 54 чоловіка одержали дозу зовнішнього випромінювання більше 20 Гр і були госпіталізовані з діагнозом “гостра променева хвороба” [6]. Протягом першого тижня, в гострий період протікання хвороби, померло 6 пожежників.

Гасіння пожежі на IV блоці виконувалось особовим складом у звичайному бойовому одязі без дотримання зазначених вище вимог (див. формули (1) і (2)). Внаслідок цього багато пожежників зазнали сумарного впливу внутрішнього та зовнішнього опромінення продуктами радіоактивного розпаду, а також впливу комбінованої дії високих температур, токсичних газів та інших небезпечних факторів.

Кількість пожеж і загорянь, які мали місце на 16 АЕС колишнього СРСР протягом 1980–89 рр., становить більш ніж 200, збитки перевищують 600 тис. доларів (без урахування збитків від пожежі на IV блоці ЧАЕС). У локалізації та ліквідації пожеж на АЕС приймали участь більш ніж 800 пожежників, причому 231 особу було травмовано, а 24 загинули (табл. 2).

Таблиця 2. Дані про нещасні випадки, які сталися в пожежних підрозділах МВС СРСР за період 1980–89 рр.

Причина нещасного випадку	Кількість нещасних випадків	Кількість загиблих
Вплив радіації	101	6
Вплив тепла	43	6
Вибух	28	3
Ураження електричним струмом	19	4
Завалення будівельних конструкцій	18	2
Падіння з висоти	14	2
Отруєння продуктами горіння	6	1
Вплив уламків	2	-

З табл. 2 очевидно, що найбільша кількість травм має місце при гасінні пожеж з виходом радіоактивних речовин у навколишнє середовище. У два рази менше травм від опіків, причому 3/4 загальної кількості термічних опіків становили опіки голови, обличчя і рук (кисті, зап'ястя). Кількість опіків I ступеня становить 35 %, II ступеня – 65 %. Вибухи на АЕС пов'язані, в основному, з вибухами газоподібних сумішей (водень + кисень) системи водневого охолодження турбогенератора. Зняття напруги з електроустановок на АЕС є складним організаційним процесом і потребує певного часу. На АЕС є важливі системи безпеки, які не можуть бути знеструмлені згідно з вимогами технології і ядерної безпеки. Тому нормативні акти допускають гасіння пожеж кабельних комунікацій та інших електроустановок, що знаходяться під напругою до 10 кВ, силами пожежних підрозділів за умови суворого виконання правил техніки безпеки. Більше 2/3 падін з висоти на АЕС закінчилися розтягом м'язів або сухожиль, в основному, спини або колінних суглобів. Середній час непрацездатності при отруєнні продуктами горіння становив 7 днів, при термічних опіках – 12 днів, при падінні – 17 днів. Тільки 10 % осіб із загального числа травмованих були госпіталізовані.

Основними типами комбінованого впливу радіації, температур і токсичних речовин є синергізм (випадкове підсилення ефекту), підсумовування, антагонізм і незалежний вплив фізичних, хімічних і психофізичних факторів. Більше 60 % травм, отриманих пожежниками, носили сукупний характер.

Середній час одержання травми становив: при опіках – 6 хвилин з моменту прибуття пожежників на пожежу, при падіннях – 12 хвилин, при хімічних отруєннях – 50 хвилин.

Найвищі рівні радіації і температур відзначалися в стовбурщиків, командирів відділень і пожежників, які відкривають закриті приміщення і люки, а падіння – у членів бойових розрахунків автодрабин.

При гасінні пожеж на АЕС поки що не доводиться розраховувати на швидке впровадження роботів і “безлюдних технологій”. Реальний стан справ такий, що при виконанні радіаційно-напружених і екстраординарних робіт застосовується лише екранування (засоби колективного та індивідуального захисту та ін.).

Аналіз результатів випробувань ряду засобів захисту при гасінні пожеж на АЕС виявив такі недоліки:

- бойовий одяг пожежників не захищає особовий склад від впливу проникаючої радіації;
- індивідуальні ізолюючі костюми типу ЛГ-4 та ЛГ-5 громіздкі, важкі і незручні при виконанні всіх видів робіт, мають низьку теплостійкість і механічну міцність;
- засоби захисту органів дихання незручні в роботі, мають низьку надійність, частинна радіонуклідів проникає у підмасковий простір, скло костюмів спотворює відстані і форми предметів, швидко запотіває, при дії продуктів горіння (диму) темніє.

- не всі леткі радіоактивні продукти горіння поглинаються протиаерозольними фільтрами.

Для роботи в умовах радіаційної аварії необхідно мати комплекс засобів індивідуального захисту (шкіри, органів дихання, очей тощо), який перекриває весь діапазон можливого впливу небезпечних і шкідливих факторів пожежі і радіації.

Засоби захисту повинні забезпечувати захист критичних органів, бути зручними у використанні, можуть бути легко дезактивовані. Існує нагальна потреба у розробленні нових засобів захисту від дії радіації, температур та агресивних середовищ на базі сучасних і перспективних матеріалів.

Вплив психологічного, ергономічного та психофізичного аспектів при проведенні особливо радіаційно-небезпечних робіт формує в пожежників екстремальні умови праці: високий рівень ризику втрати здоров'я, життя або одержання важкої травми. Професійна діяльність у таких умовах призводить до виникнення різних захворювань, високого рівня травматизму та інших небажаних наслідків, які негативно впливають на боєздатність підрозділів пожежної охорони. Для розв'язання медико-психологічних та соціальних проблем пожежників, удосконалення системи соціальної захищеності та пенсійного забезпечення необхідно володіти повною і об'єктивною інформацією про стан захворюваності, інвалідності і смертності пожежників. Отже, назріла необхідність у розробленні і створенні державної інформаційної бази даних по захворюваності, травматизму та інвалідності пожежників, які охороняють АЕС України.

1. *Азаров С.И., Токаревский В.В.* Защита АЭС от пожаров // Атомная техника за рубежом. – 1992. – № 5. – С. 3–8.

2. *Гудков А.С., Азаров С.И., Токаревский В.В.* Современные тенденции защиты от пожаров на АЭС // Семинар по обмену опытом в области пожарной безопасности атомных электростанций. – Ленинград, 1990. – С. 11–19.

3. *ГОСТ 12.0.003-74.* Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

4. *ГОСТ 12.1.005-76.* Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

5. *ГОСТ 12.1.007-76.* Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

6. *Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской атомной электростанции* // Матер. научн. конф. 11–13 мая 1988 г. – Киев. – 231 с.