

УДК 623.958

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ КОРАБЕЛЬНИХ ПОЖЕЖ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Ю. П. Мосейчук

Кандидат технічних наук, капітан 2 рангу
Старший науковий співробітник науково-дослідної
лабораторії (енергетики та живучості) науково-
дослідного відділу (кораблебудування)
Науковий центр ВМС Академії
військово-морських сил ім. П.С.Нахімова
вул. Дибенко, 1А, м. Севастополь, Україна, 99028
Контактний тел.: (0692) 53-42-04
E-mail: ypmos@mail.ru

Запропоновано спосіб підвищення ефективності гасіння пожежі шляхом застосування азот-вогнегасників та мембранних установок забезпечення систем пожежогасіння азотом, які дозволять розв'язати проблему потреби вітчизняного флоту у сучасному та високоефективному інструменті у системах боротьби з корабельними пожежами

Ключові слова: оптимізація процесу пожежогасіння, азот, перепад тиску

Предложен способ повышения эффективности тушения пожара путем применения азот-огнетушащих средств и мембранных установок обеспечения систем пожаротушения азотом, которые позволят решить проблему потребности отечественного флота в современном и высокоэффективном инструменте в системах борьбы с корабельными пожарами

Ключевые слова: оптимизация процесса пожаротушения, азот, перепад давления

1. Постановка проблеми

Бездатність любого корабля залежить від багатьох факторів, серед яких важлива роль належить живучості [1].

Зростає потужність корабельних енергетичних установок, об'єми сховищ і маса боеприпасів, запаси органічного палива, збільшується довжина електричних кабелів, кількість електронного і електричного обладнання, знаходять застосування горючі та не горючі матеріали. Перелічені фактори свідчать про постійне зростання вибухопожежонебезпеки кораблів і зменшення можливостей екіпажів до боротьби за живучість. Тому проблема пожежної безпеки займає особливе положення. Статистика показує, що пожежі і вибухи на кораблях і суднах становлять близько 40% від усіх аварій і займають друге місце після навігаційних [1].

За останні 10 років на бойових кораблях Військово-Морських Сил Збройних Сил України (ВМС ЗС України) відбулося близько 12 пожеж, які завдали значної шкоди. Серйозна заклопотаність командування ВМС ЗС України цим питанням знайшло відображення в директивах ДК-1 від 20.01.2005 року і ДК-4 від 22.06.2007 року „Про удосконалення заходів щодо забезпечення живучості кораблів та суден ВМС ЗС України”, де Командувач ВМС ЗС України вказав, що рівень впровадження сучасних засобів боротьби за живучість і захисту особового складу, нових форм застосування аварійно-рятувальних формувань, з урахуванням вимог сьогодення низький.

Відповідно до „Державної цільової соціальної програми забезпечення пожежної безпеки на 2012-2015 роки”, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 27 червня 2012 р. №590, метою якої є забезпечен-

ня захисту об'єктів підвищеної небезпеки від пожеж, підвищення рівня протипожежного захисту та створення сприятливих умов для реалізації державної політики у сфері пожежної безпеки, актуальним сьогодні стає оптимізація процесу гасіння пожеж, спрямованого на пошук нових та удосконалення відомих способів.

Рішення даної задачі є дуже важливим для існуючого корабельного складу ВМС ЗС України.

2. Аналіз літератури

Давно відомий спосіб гасіння пожежі в герметичному приміщенні за рахунок зниження концентрації кисню в газоповітряному середовищі. На його основі запропоновані та розроблені такі засоби гасіння пожежі, як вакуумування приміщення повітряними нагнітачами, дизелями, за рахунок витрати кисню на процес горіння водню та інші [2-5].

Другим перспективним напрямком зниження концентрації кисню в герметичному відсіку є розрідження газоповітряного середовища інертними газами (двооксид вуглецю, азот, гелій та аргон), а також подача в приміщення інгібіторів горіння, які гальмують протікання реакцій в осередку пожежі (галоїдовуглеводи та їх суміші з інертними розріджувачами - хладони 12В1, 13В1, 114В2).

Ціна на інертні гази на порядок менше ніж на інгібітори горіння, їх використання зручніше та безпечне. Ці речовини не токсичні, їх зберігання та транспортування не вимагає спеціальних температурних умов, строк їх зберігання не обмежений.

Найбільш поширене використання має азот, який має низьку ціну, хімічне нейтральний та токсичне без-

печний. Гасіння вогнища азотом не наносить шкоди приміщенню, а також матеріальним цінностям та обладнанню, що в ньому знаходиться.

Газоподібний азот не має електричної провідності, що дає можливість використовувати його для гасіння високовольтного обладнання під напругою. Крім того азот не переходить в рідкісну фазу в усьому діапазоні тиску та температур експлуатації станції пожежогасіння, що дає можливість подавати його під високим тиском, витісняючи вибухонебезпечні гази із закритого приміщення. Таким чином боротьба з пожежею та її попередження з використанням азоту є практично ідеальним методом пожежогасіння.

3. Ціль статті

Ціль статті – обґрунтування та вибір засобів, спрямованих на оптимізацію процесів гасіння пожежі шляхом застосування найменш затратного способу переобладнання пожежного обладнання кораблів.

У даний час розроблені установки забезпечення систем газового гасіння азотом з використанням полімерних мембран. Основною цінністю цього методу стали висока надійність, малі габарити, відсутність високих експлуатаційних затрат. Це дало можливість побудови мобільних, цілком автономних систем без витрати надійності та збереженням низької собівартості азоту.

У промислових країнах установки азотного пожежогасіння вже досить активно використовуються для рішення задач безпеки і заслужили відмінну репутацію завдяки характеристик, які забезпечуються мембранною технологією, що дає можливість їх використання на кораблях ВМС.

Існує низка промислових підприємств, такі як „Пожтехніка Україна” та ЗАТ „ГРАСИС” (Росія), які поставляють на ринок автоматичні системи пожежної безпеки, пожежні сповіщувачі, засоби пожежогасіння і обладнання для пожежогасіння на різних об’єктах, а також установки азотного пожежогасіння, що призначені для гасіння пожежі при загорянні різних горючих речовин.

Відомо, що при пожежі в герметичному приміщенні за рахунок тепла, яке виділяється при горінні речовин, відбувається нагрів повітряного середовища, що веде до підвищення тиску в приміщенні. Цю особливість при пожежі в герметичному приміщенні можна використовувати для зменшення часу вільного горіння за рахунок вирівнювання тиску в герметичному приміщенні з атмосферним тиском. Якщо приміщення обладнати пристроями вирівнювання тиску з атмосферним, то при підвищенні температури газоповітряного середовища буде відбуватися віддалення її частини в атмосферу, що приведе до зменшення концентрації кисню в повітряному середовищі приміщення. А це, в свою чергу, приведе до зменшення швидкості горіння при пожежі. На рис. 1 приведена принципова схема роботи пристрою вирівнювання тиску герметичного приміщення з атмосферою.

При горінні в герметичному об’ємі пального нагріте повітря прямує до гори приміщення, де змішується з продуктами горіння, що веде до зниження концентрації кисню в цьому місті. Тому виводити газоповітряне середовище при пожежі треба з нижніх частин аварійного приміщення.

Відомо, що матеріальні збитки при пожежі залежать від часу горіння. Експериментальними дослідженнями було встановлено, що час вільного горіння в герметичному приміщенні при використанні пристроїв вирівнювання тиску зменшується на 25-30 %, крім цього вирівнювання тиску в герметичному приміщенні з атмосферним надає можливість введення розвідників в приміщення.

При гасінні пожежі в герметичному приміщенні об’ємним способом питома витрата вогнегасника залежить від його вогнегасної концентрації та інтенсивності його подачі в аварійне приміщення.

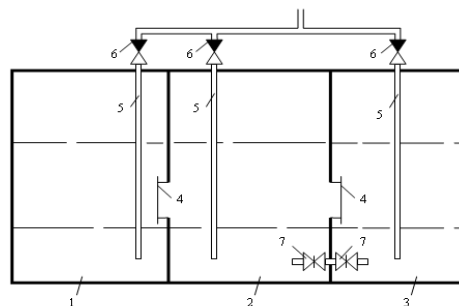


Рис. 1. Принципова схема роботи пристрою вирівнювання тиску: 1, 2, 3 – герметичні приміщення; 4 – газощільні двері; 5 – патрубки; 6 – зворотні клапани; 7 – перепускні клапани

Характерною особливістю цієї залежності є те, що при зменшенні інтенсивності подачі вогнегасника різко збільшується час гасіння і витрата вогнегасника, при її збільшенні при незначному зменшенні часу гасіння збільшується питома витрата. Із-за цього при проектуванні систем об’ємного пожежогасіння передбачається оптимальна величина інтенсивності подачі вогнегасника.

Як правило, подача вогнегасника в системах об’ємного пожежогасіння проводиться методом витиснення його із резервуару повітрям середнього тиску. Інтенсивність подачі вогнегасника в приміщення залежить від величини перепаду тиску в резервуарі з вогнегасником і тиском в приміщенні. Величина тиску в резервуарі з вогнегасником підтримується постійним за рахунок автоматичних редукторів повітря середнього тиску, які входять до складу систем об’ємного пожежогасіння. Тиск в герметичному приміщенні залежить від багатьох чинників як технологічних так і аварійних.

При збільшенні тиску в герметичному приміщенні інтенсивність подачі вогнегасника зменшується, а з нею і ефективність пожежогасіння. При горінні в приміщеннях з підвищеним тиском збільшується швидкість горіння палих матеріалів, що веде до різкого зростання температури газоповітряного середовища, концентрації токсичних продуктів горіння, зменшується ефективність вогнегасника.

Так, наприклад, при атмосферному тиску вогнегасна концентрація хладону 114В2 складає 185 г/м³, а при тиску в приміщенні 0,2 МПа вона рівна 640 г/м³. Витрата повітряно-механічної піни при цих же умовах зростає в 1,4 рази. Залежність вогнегасної концентрації хладону 114В2 від тиску в герметичному приміщенні можна описати наступною формулою:

$$G_{хл} = 247,4 \cdot P - 87,2,$$

де P – тиск в герметичному відсіку, ата;
 $G_{хл}$ – концентрація хладона 114В2, кг/м³.

При зростанні концентрації кисню в середовищі герметичного приміщення ефективність вогнегасників також зменшується. Зростання концентрації кисню в газоповітряному середовищі герметичного приміщення до 25% веде до збільшення вогнегасної концентрації хладона 114В2 в 1,5 рази та описується такою залежністю:

$$Q = 0,465 \cdot C_{O_2} - A,$$

де Q – концентрація хладону, % об;

A – емпіричний коефіцієнт (6,6–дерево, 10,5–сило-
вий кабель).

Для оптимізації процесу пожежогасіння герметич-
них приміщень з підвищеним тиском необхідно облад-
нати системами пожежогасіння, у яких в резервуарі
з вогнегасником підтримується постійним не тиск,
а перепад тиску між резервуаром і герметичним
приміщенням. На рис. 2 приведена принципова схема
такої системи.

Приведенні боротьби з пожежею в герметичних об'ємах
необхідно мати на увазі те, що ефективність вогнегасників
суттєво залежить від тиску та концентрації кисню в
газоповітряному середовищі корабельного приміщення,
тому початкові параметри газоповітряного середовища
завжди повинні бути близькими до атмосферних.

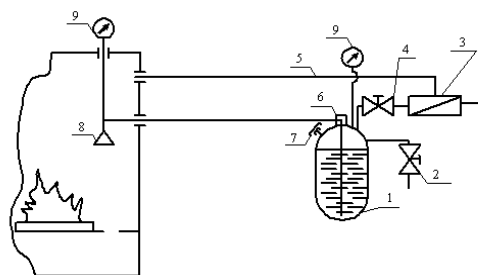


Рис. 2. Принципова схема системи пожежогасіння інертним газом (інгібітором горіння): 1 – резервуар; 2 – клапан вентиляції; 3 – автоматичний редуційний клапан; 4 – запірний клапан; 5 – імпульсний трубопровід; 6 – головка-затвор ГЗСМД; 7 – заправочний штуцер; 8 – розпилювач РЦ; 9 – датчик тиску

4. Висновок

Таким чином, оптимізація системи пожежогасіння шляхом впровадження найменш затратного способу переобладнання протипожежних систем кораблів, а саме, застосування азот-вогнегасників (які можуть не тільки гасити пожежу, але і не допускати її появи); мембранних установок забезпечення систем пожежогасіння азотом дозволить розв'язати проблему потреби вітчизняного флоту у сучасному та високоефективному інструменті у системах боротьби з корабельним пожежами.

Література

1. Васюнькин, В.В. Живучесть надводного корабля. СПб: ВМорА, 1992. – 346 с.
2. Антонов, А.В. Теоретичні і практичні питання розроблення сучасних засобів та технологій гасіння пожеж / А.В. Антонов // Проблеми пожежної безпеки. Ликвідація аварій і їх наслідків: матеріали междунар. науч.-практ. конф. НПО по горноспасательному делу «Респиратор»–2002, Донецьк, 24 – 25 дек. 2002 г. – Донецьк, 2002. – С. 14–15.
3. Попов, М.А. Повышение эффективности тушения пожаров распыленной водой способом вакуумирования помещения / М.А. Попов, О.В. Комаров // Збірник наукових праць, вип. 3(6) – Севастополь: Севастопольський ВМІ ім. П.С. Нахімова, 2004. – С. 115–117.
4. Попов, М.А. Оптимизация комплекса пожарной защиты кораблей / М.А. Попов, Е.В. Никитин // Живучесть корабля и безопасность на море: материалы III междунар. науч.-техн. конф. Севастопольський ВМІ ім. П.С.Нахімова–2005, Севастополь, 25 – 27 мая 2005 г. – Севастополь, 2005. – С. 30–32.
5. Цапко, Ю.В. Використання азоту для гасіння та флегматизування горючих середовищ у процесі зберігання целюлозовмісних пакувальних матеріалів / Ю.В. Цапко, В.М. Жартовський, І.Г. Маладика, К.І. Соколенко // Науковий вісник УкрНДІПБ. Наук. журнал – К.: УкрНДІПБ МВС України, 2008. – № 2(18). – С. 70–76.

Abstract

This article discusses the ways of improving the effectiveness of putting out onboard fires. The main aim of the research is substantiation and selection of the tools aimed at firefighting procedures optimization through the application of the least expensive way to modernize existing onboard firefighting. Decreasing of oxygen concentration in an airtight ship compartment is one of the perspective ways of firefighting activities optimization. That is achieved by aligning the in-compartmental pressure to an atmospheric pressure and rarefying the in-compartmental media with inertial gases with the aid of nitrogen firefighting systems membrane mechanisms. Nitrogen is a low-expensive, chemically neutral and toxically safe inert gas which can be used to put out equipment under voltage causing a minimal damage to material. All these advantages make nitrogen ideal firefighting media. Optimization of the existing firefighting system by the use of nitrogen extinguishers (which enable not only put out a fire but also prevent material from possible ignitions) and membrane mechanisms (which provide for nitrogen in firefighting systems) will ensure the equipping of the Ukrainian Navy with modern and highly effective firefighting instrument

Keywords: firefighting procedures optimization, nitrogen, pressure difference