

УДК 623.4

*Стаховський О.В., канд. техн. наук; Назаренко А.А.,
Коритченко К.В., канд. техн. наук; Сиротенко А.М., канд. техн. наук;
Кістерний Ю.І. канд. техн. наук;*

НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ БРОНЕОБ'ЄКТІВ

Наявність ефективної системи пожежогасіння на броньованому об'єкті є однією з вимог щодо забезпечення комплексного захисту танків. На даний час захист броньованих об'єктів від пожежі здійснюється автоматичними протипожежними засобами, що включені до комплексної системи захисту машини, шляхом ізолювання вогнища пожежі від повітря, в якому є кисень, за рахунок припинення циркуляції повітря і витіснення його вогнегасячою сумішшю (галогеновуглеводневими рідинами). З цією метою глушать двигун, вимикають нагнітач і вентилятори, герметизують силові відділення і подають вогнегасячу суміш до джерела вогню.

Вогнегасяча рідина (хладон), що застосовується [1-3], дозволяє ефективно загасити пожежу, де джерелами підтримки горіння є паливно-мастильні матеріали, елементи устаткування машини, що виконані з легкогорючих матеріалів (гумотехнічних виробів, полівінілхлориду оплітки електричних дротів і т.п.). Але система пожежогасіння, що застосовується на броньованому об'єкті, є малоефективною для запобігання вибуху боекомплекту під впливом високошвидкісного потоку осколків, що виникають під час пробиття броні, не передбачає усунування джерела пари палива. Використання хладону, як гасячого засобу, призводить до токсикації екіпажа як безпосередньо даним складом, так і продуктами його розпаду.

Вищезазначене свідчить про необхідність подальшого розвитку теорії і прикладних аспектів устрою системи пожежогасіння броньованого об'єкту. Результатами такого розвитку є рішення актуальної науково-технічної задачі, а саме - вирішення протиріччя між існуючим рівнем розвитку засобів пожежогасіння броньованих об'єктів і рівнем, який визначається вимогами сучасності і перспективи.

Аналіз зарубіжних засобів протипожежного захисту бойових машин.

Підготовлений екіпаж броньованого об'єкту має меншу ймовірність прямого ураження в результаті попадання в машину кумулятивного снаряда, ніж ймовірність його ураження із-за виникнення пожежі в бойовому відділенні за наслідками попадання снаряду. Кумулятивний струмінь, що має швидкість 7500 м/с, проходить через броню і внутрішній об'єм машини менше, ніж за мілісекунду. При цьому, виникає небезпека руйнування паливних баків внутрішньої групи, трубопроводів гідравлічної або паливної системи і виникнення пари палива в бойовому відділенні. В результаті цього впродовж декількох мілісекунд пари палива або рідини запалюються і, якщо не прийняти заходів щодо ліквідації вогнища, то виникає вибух, що може призвести до втрати екіпажа.

Виходячи з досвіду використання бронетехніки у В'єтнамі і Іраку, командування армії США усвідомило важливість вирішення проблеми пожежогасіння і запобігання вибухів, що призвело до встановлення на БТР М-113 і плаваючий БТР системи протипожежного обладнання (ППО) фірми «Хьюз». Зокрема, застосовувалися автоматичні системи ППО, що споряджалася оптичними датчиками як чутливими елементами. Але в цій системі питання захисту від помилкових спрацьовувань не було вирішено належним чином. Для спрацювання системи ППО за іншим варіантом

виконання передбачалося встановлення навколо паливних баків сітки, виготовленої з тонкого дроту з гумовим покриттям. Принцип спрацьовування системи у цьому випадку засновувався на тому, що під час пробиття паливних баків відбувається розривання металевої сітки з відповідним обриванням електричного кола, який використовується для приведення в дію балонів ППО. Тривала експлуатація системи виявила її незадовільні характеристики, оскільки наявність вібрації призводила до розривання електричного кола в результаті руйнувань, що було причиною хибних спрацьовувань балонів і, крім того, процес ремонту сітки виявився надмірно складним.

Роботи щодо удосконалення автоматичних систем ППО були направлені на розробку двоспектральних датчиків, які спрацьовують від випромінювання кумулятивного струменя, що проникає через броню, та випромінювання від полум'я під час згорання пари пального. Приділялася суттєва увага забезпеченню надійного захисту системи ППО від хибних сигналів. Зокрема, фірма «Санта Барбара Рес'орч Сентер», що входила до складу корпорації «Хьюз Ейкрафт» розпочала розробки в даній області в 1969 році, одержавши замовлення від корпорації на створення датчика систем ППО, який мав би захист від хибних спрацьовувань. Спочатку було розроблено односмуговий лазерний датчик, що випробовувався фірмою в 1969 і 1970 роках. Надалі велася розробка двоспектрального датчика типу РМ, що мав два чутливі елементи, які працювали в ближніх і дальніх інфрачервоних областях спектру електромагнітних хвиль. Використання двох чутливих елементів було необхідне для того, щоб помилкові сигнали, які не пов'язані з виникненням джерела пожежі, не призводили до спрацьовування системи. У ході розробки системи ППО було проведено більше, ніж 120 натуральних випробувань об'єктів на вибух, в основному з використанням БТР, дослідного зразка танка ХМ-1 (під час дослідження на чутливість). Зразки системи ППО при цьому зберегли працездатність. Крім того, дослідні машини, на яких були встановлені датчики системи ППО цієї фірми, пройшли 40000 миль без хибних спрацьовувань системи.

Автоматична система ППО, що створена фірмою «Крайслер» в тісній співпраці з фірмою «Санта Барбара Рес'орч Сентер», складається з датчиків РМ-3 або РМ-34 (від 3 до 7 датчиків в бойовому відділенні і від 2 до 4 в силовому відділенні, залежно від об'ємів і щільності компоновки відділень), електронного блоку управління і декількох балонів з вогнегасячою речовиною з автоматичними клапанами. Місткість балонів визначалася виходячи з об'єму відділення, що захищається. Як вогнегасяча речовина системи ППО використовувався «Хелон» 1301 фірми «Дю Понт».

Слід зазначити, що у системах пожежогасіння, що застосовували раніше, як вогнегасяча речовина використовували лише вуглекислоту. Ці системи були великими за об'ємом, тому що для гасіння вогню необхідно 40 об'ємних відсотків CO_2 на противагу 7 об'ємним відсоткам у випадку застосування галону. Отруті й кородуючі галони, такі як, тетрахлористан і хлорбромметан, більше не застосовують. У наш час за кордоном у вогнегасниках застосовується два види галона: Хелон 1211 (за прийнятою в нашій країні маркіровкою - хладон 12В1) - для переносних (ручних) вогнегасників і для зон, у яких відсутні люди; Хелон 1301 (хладон 13В1) - для зон, у яких присутній особовий склад, а також для електроустановок, що перебувають під напругою.

Чутливими елементами датчика виявлення пожежі РМ є звичайний кременевий фотодіод, що працює в смузі $0,8 \div 1,0$ мкм (ближня інфрачервона область) і фотоелемент, що працює в смузі $7 \div 30$ мкм (дальня інфрачервона область). Датчик призначений для розпізнавання кумулятивного струменя, пожежі або вибуху у вуглеводневому середовищі і видачі сигналу за час менше, ніж 2 мс. Відповідно характеристик, що заявлені фірмою, розпізнавання джерела вогню здійснюється поетапно. Спочатку повинен спрацювати елемент датчика, що працює в дальній

інфрачервоної області, а потім елемент датчика, що працює в ближній інфрачервоної області. У зв'язку з низькою чутливістю елемента датчика, що працює в дальній інфрачервоної області, він додатково оснащується електронним підсилювачем. Випробування підтвердили ефективність виконання датчика вищезазначеної конструкції.

Як швидкодіючі виконавчі елементи системи ППО бронеоб'єктів, що стоять на озброєнні армії й морської піхоти США, досліджувалися клапани з електромагнітними та піротехнічними приводами. За результатами досліджень встановлено, що обидва типа клапанів працюють задовільно, але з експлуатаційних причин перевага надана електромагнітному клапану (для роботи з вибуховими речовинами потрібен спеціально навчений особовий склад). Спрацювання клапана забезпечує випуск із балонів вогнегасячої речовини «Хелон»-1201 або осушеного азоту, що попередньо закачані в балони під тиском приблизно 5 МПа.

Гасіння пожежі досягається за рахунок розривання ланцюгової хімічної реакції, за якої відбуваються згорання вуглеводнів. У стандарті «Асоціації національного протипожежного захисту»-12А зазначено, що для ліквідації більшості пожеж, які протікають у вуглеводному середовищі, необхідна концентрація вогнегасячої речовини більше, ніж 3%, а для повної нейтралізації атмосфери – більше, ніж 6%. Той же стандарт встановлює границі дії речовини «Хелон» 1301 на організм людини: припустиме перебування протягом 5 хвилин, при наявності в повітрі 7% вогнегасячої речовини (за об'ємом) і протягом один хвилини при його наявності від 7 до 10%. Система ППО забезпечує концентрацію речовини «Хелон» $6 \div 7\%$. Тому, для забезпечення виживання екіпажу після завершення гасіння пожежі для примусової подачі повітря, як правило, автоматичні системи ППО поєднуються з фільтровентиляційними установками.

Практично всі броньовані машини, що розроблені в Німеччині, оснащені протипожежним устаткуванням німецької фірми «Дойгра», яка є дочірнім підприємством англійської фірми «Гревинер». Це такі танки, як "Леопард 1" і "Леопард 2", легко броньовані машини БМП "Мардер", БРМ "Лукс". Окрім систем ППО бронеоб'єктів, ця фірма займається розробкою та виробництвом систем пожежної сигналізації й пожежогасіння для виробничих підприємств, комерційних автомобілів, об'єктів сухопутних військ, військово-повітряних сил і військово-морських сил.

На теперішній час в місцях підвищеної вогненебезпеки, наприклад у моторно-трансмісійному відділенні машини, зазвичай встановлюють багато чисельні точкові датчики, що реагують на підвищення температури та видають сигнал на автоматичне спрацювання системи пожежогасіння. Фірма «Дойгра» пропонує систему, в якій застосовується коаксіальний кабель-датчик товщиною близько 2мм із діелектриком між внутрішнім і зовнішнім провідниками. Перевага цього лінійно-подібного теплового сигналізатора полягає в тому, що він може розташовуватися на двигуні, довкола нього й на противагу до точкових датчиків, майже не займає об'єму, що полегшує монтаж і демонтаж двигуна. Сигналізатор має дуже високу швидкодію, а також здатний видавати сигнал щодо закінчення пожежі. Система ППО працює в такий спосіб: при зміні температури, змінюється опір і об'єм коаксіального кабелю, величини яких вимірюються в пульті керування. Він видає сигнал на спрацювання системи. У танку "Леопард 1" робоча температура у відсіку двигуна становить приблизно 100°C, а у разі підвищення температури приблизно до 220°C видається сигналізація про пожежу. У разі прикладання частини коаксіального кабелю до місця з підвищеною температурою, не виникає помилкових спрацювань, тому що включення системи ППО залежить від загального опору кабелю. Величина 220°C є середньою температурою. Видача сигналу про більш високі температури (більше 600°C), що характерні для полум'я, відбувається

як у випадку загального підвищення температури, так і у разі впливу полум'я на окремі частини кабелю. Можливість помилкового спрацьовування, наприклад, під час поразки кабелю, виключається за рахунок того, що система автоматично контролює об'єм кабелю.

У танках "Леопард 1" і "Леопард 2" з метою економії місця балони з галоном розташовані не в моторно-трансмісійному, а в бойовому відділенні. Якщо одного балона не достатньо для повного тушіння пожежі, механік-водій може вручну включити одночасно два балони. Кількість галона, що використовують для гасіння пожежі, розраховують таким чином, щоб забезпечити 4% концентрацію галона навіть у разі пробиття броньового захисту моторно-трансмісійного відділення з відповідним збільшенням інтенсивності повітряних потоків у цьому випадку.

Залежно від ємності фірма «Дойгра» випускає три різновиди балонів: на БМП "Мардер" застосовують балони, що вміщують 2,7 кг галона, на більшості інших машин використовують балони з ємністю 5,5 кг, а плаваюча машина М-2 обладнана балонами із двома випускними горловинами.

Завдяки більшій густині галона порівняно з вуглекиснем, в засобах пожежогасіння, для галона потрібна менша ємність. Також значно зменшується час виходу вогнегасячої речовини: час виходу 5,5 кг речовини з балону фірми «Дойгра» дорівнює приблизно 4 с. Час виходу CO_2 тієї ж маси становить приблизно 25 с. Хелон є таким засобом пожежогасіння, що не залишає після себе будь-яких осадків (залишків).

Інформація щодо конструктивного устрою системи ППО закордонних зразків бронетехніки у відкритих джерелах практично відсутня. Можливо припустити, що на американських зразках бронетехніки використовують конструкції, що описані в патенті США [4], власником якого є американський уряд. У зазначеній роботі представлені варіанти конструкцій балонів системи ППО, що забезпечують подачу рідкої вогнегасячої речовини типу «Хелон» 1301 під високим тиском. Наприклад (рис. 1а), у випадку, коли балон 1, що наповнений галоном 3, розташовують вертикально, довільному витіканню галону 3 перешкоджає мембрана 4. Для спрацьовування системи використовують генератор високого тиску 2, який є електричне керований по провіднику 5. Даний газогенератор 2 може бути виконаний відповідно до конструкції фірми Таллей Индастриес.

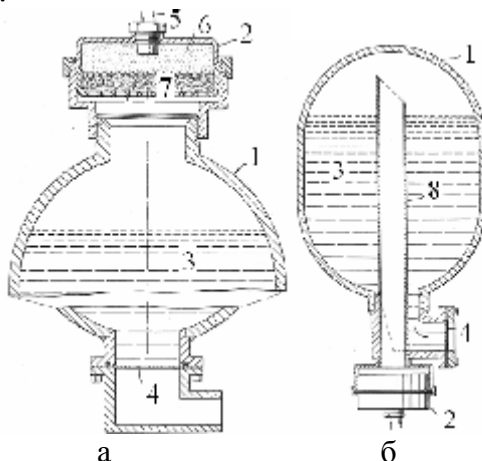


Рис. 1. Схеми устрою балону системи ППО з газогенератором високого тиску за патентом США [4]

Як суміш 6, що генерує азот, використовують азит натрію з масовою часткою 62 % і оксид міді з масовою часткою 38 %. Газ, що генерується, додатково проходить через фільтруючий елемент 7. Високий тиск, що одержується, забезпечує розривання мембрани 4 з наступною подачею галона 3 в область пожежі.

У випадку (рис 1б), якщо газогенератор 2 розташовують знизу, то в середину балона вводиться трубка 8.

Для випадку довільного розташування балона в просторі передбачається застосування наступної конструкції (рис. 2). На відміну від попередніх конструкцій, у такому виконанні корпус балона 1 повинен мати циліндричну форму. Додатково в балон 1 вставляється поршень 9 і пружина 10. У цьому випадку усувається необхідність фільтрації газу, що генерується. Використання пружини 10 дозволяє уникнути виникнення повітряних пробок у початковий момент витікання рідини 3.

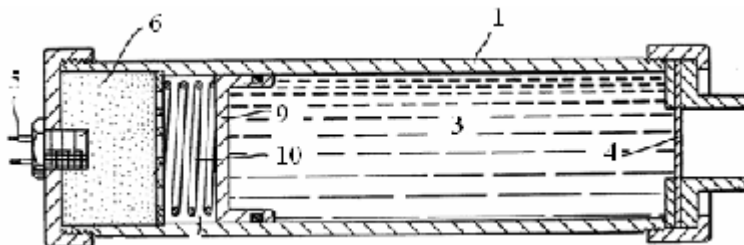


Рис. 2. Схеми устрою балона системи ППО поршневого типу з газогенератором високого тиску [4]

Аналіз технічних засобів протипожежного захисту бойових машин Збройних Сил України. Протипожежне обладнання вітчизняних броньованих машин включено до складу системи колективного захисту, що додатково містить у собі устаткування для захисту від зброї масового ураження. Вона являє собою автоматичну систему, що функціонально складається з датчиків, підсилювачів, комутуючої апаратури, фільтровентиляційної установки, а також допоміжних установок.

На теперішній час у вітчизняних танках і БМП встановлюють автоматичні системи пожежогасіння із датчиками точкового виявлення пожежі. Кожен окремий термодатчик є чутливим до температурного перепаду, що перевищує 100 °С. У бойовому відділенні танків розташовано до десяти серійних датчиків типу ТД, у моторно-трансмісійному відділенні - до п'яти. Усередині БМП, де перебуває екіпаж, автоматичне пожежогасіння не застосовується. За сигналом з термодатчиків такі автоматичні системи пожежогасіння забезпечують включення чергового справного балону на одне або обоє відділень машини одночасно. У якості вогнегасячої рідини застосовується хладон 114В2. Система приводиться в дію протягом 5÷15 с, забезпечує локалізацію й гасіння інтенсивних пожеж. Як перспективна вогнегасяча речовина розглядається хладон 13В1, що являє собою газ у нормальних умовах і який має меншу токсичність, у порівнянні з хладоном 114В2.

Однак точкова роздільна здатність термодатчиків зазначеної чутливості та швидкодії є недостатньою для швидкої локалізації та усунення пожежі в місцях розташування боєприпасів і паливних баків у разі застосування противником повітряних засобів нападу з кумулятивними боєприпасами, що виявилось в подіях на Близькому Сході. В умовах жаркого клімату в танках Т-55 і Т-62 після ураження кумулятивним снарядом відбувалося швидке запалення пально-мастильних матеріалів, що призводило до вибуху в бойовому відділенні. Таким чином, потребують удосконалення елементи сигналізації пожежі. Окрім того, доцільне удосконалення роботи системи пожежогасіння щодо забезпечення усунення джерела паливно-повітряної суміші. Це може бути досягнуто, наприклад, відкачуванням палива, що розлилося, з бойового відділення машини.

Розрахуємо необхідну масу хладона для гасіння пожежі в танку типа Т- 64Б за сучасними методиками [5-7]. У роботі [5] для розрахунку маси хладона 114В2 або 13В1, яке необхідне для гасіння пожежі в закритих об'ємах, використовується вираз:

$$m = Vq_n k + m_1 \xi + m_2 + m_3 ,$$

де m - маса хладона в [кг]; V – внутрішній об'єм конструкції; q_n - нормативна вогнегасяча концентрація, що приймається для вибухопожежонебезпечних конструкцій $0,37 \text{ кг/м}^3$; k - коефіцієнт, що враховує втрати хладона в результаті витоків з конструкції ($k = 1$ за відсутності витоків, для конструкцій дорівнює $k = 1,2$); m_1 - залишок хладона в балоні в [кг]; ξ - число балонів; m_2 - залишок хладона в розподільних трубопроводах в [кг]; m_3 - залишок хладона в колекторі в [кг]. Також в цій роботі вказується, що за наявності постійних отворів, поверхня яких складає від 1 до 10 % поверхні захищаючих конструкцій, передбачається додаткова витрата хладона, що дорівнює 2 кг на 1 м^2 отворів.

Об'єм повітря у внутрішньому заброньованому просторі складе близько $3 \div 4 \text{ м}^3$. Нехтуючи втратами хладона, одержимо необхідну масу $1,11 \div 1,48 \text{ кг}$. В бронеоб'єкті є три балони по 1,2 кг хладона. Сумарний перетин відкритих люків танка не перевершує $0,5 \text{ м}^2$, що вимагає додатково близько 1 кг хладона. Таким чином, система ППО танка з облік втрат забезпечує перевищення необхідної кількості хладона, чим забезпечує багатократне спрацювання.

Разом з тим, питанню виживання екіпажу не приділено достатньої уваги. Так, після спрацювання системи ППО доцільне залишення їм бойової машини, що не завжди можливо здійснити в бойових умовах. Навіть після тушіння вогню під час подачі хладона з першого балону, температура всередині танка не може впасти миттєво. А у разі застосування лише термічних датчиків це означає наявність команди у системі ППО для продовження тушіння пожежі. За такими наслідками, час перебування екіпажа в середовищі з високою концентрацією хладону може суттєво перевищувати допустимі норми.

Висновки. З аналізу зарубіжних засобів протипожежного захисту бойових машин встановлено, що роботи по удосконаленню систем ППО продовжуються і в теперішній час. Дані роботи направлені на зменшення ймовірності спрацювання системи ППО від хибних сигналів, зменшення часу спрацювання системи та забезпечення виживання екіпажу.

Системи ППО вітчизняних броньованих машин, що стоять на озброєнні, за типом вогнегасячої рідини та її витратами відповідають зарубіжним зразкам. Разом з тим, необхідно здійснити подальше удосконалення системи щодо застосування більш сучасних датчиків, вирішити питання усунення джерела випаровування палива, збільшити рівень виживання екіпажа.

Література: 1. Об'єкт 447А (437А) Техническое описание и инструкция по эксплуатации. - М.: Военное издательство, 1985 – 765 с. 2. Автоматизированные системы защиты танков и БМП. - М.: Военное издательство, 1989 – 285 с. 3. Боевая машина пехоты БМП-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. - М.: Военное издательство, 1987 – 352 с. 4. Патент США № 4319640 Gas generator-actuated fire suppressant mechanism / Карл Р. Бробейл, Ворен Мич, МПКЗ А62С35/02 – 8 с. 5. Баратов А.Н., Иванов Е.Н. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1979. – 368 с. 6. Пожарная опасность строительных материалов / А.Н. Баратов, Р.А. Андрианов, А.Я. Корольченко и др.; Под ред. А.Н. Баратова. – М.: Стройиздат, 1988. – 380 с. 7. А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник. – М.: Асс «Пожнаука», 2004. – Ч.1. – 713 с.

Bibliography (transliterated): 1. Ob'ekt 447A (437A) Tehnicheskoe opisanija i instrukcija po jekspluatacii. - M: Voennoe izdatel'stvo, 1985 – 765 s. 2. Avtomatizirovannye sistemy zavity tankov i BMP. - M: Voennoe izdatel'stvo, 1989 – 285 s. 3. Bоевая машина пехоты BMP-2. Tehnicheskoe opisanie i instrukcija po jekspluatacii. - M: Voennoe izdatel'stvo, 1987 – 352 s. 4. Patent SShA № 4319640 Gas generator-actuated fire suppressant mechanism / Karl R. Brobejl, Voren Mich, MPK3 A62C35/02 – 8 с. 5. Baratov A.N., Ivanov E.N. Pozharotushenie na predpriyatijah himicheskoj i nefteperabatyvujuwej promyshlennosti. – M.: Himija, 1979. – 368 s. 6. Pozharnaja opasnost' stroitel'nyh materialov / A.N. Baratov, R.A. Andrianov, A.Ja. Korol'chenko i dr.; Pod red. A.N. Baratova. – M.: Strojizdat, 1988. – 380 s. 7. Ja. Korol'chenko, D.A. Korol'chenko Pozharovzryvoopasnost' vewestv i materialov i sredstva ih tushenija. Spravochnik. – M.: Ass «Pozhnauka», 2004. – Ch.I. – 713 s

Стаховский О.В., Назаренко А.А., Коротченко К.В., Сиротенко А.Н., Кистерный Ю.И.

НАПРАВЛЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ
ПОЖАРОТУШЕНИЯ БРОНЕОБЪЕКТОВ

На основе анализа технических характеристик, устройства и принципа работы зарубежных и отечественных систем пожаротушения определены возможные направления усовершенствования данных систем. Дальнейшее усовершенствование данных систем может быть направлено на применение более современных датчиков, устранения источника испарения топлива, увеличения уровня выживаемости экипажа.

Stahovskiy O.V., Nazarenko A.A., Korytchenko K.V., Syrotenko A.M., Kisterniy Yu.I.

DIRECTION OF IMPROVEMENTS OF ARMORED
FIRE-PROTECTION SYSTEM

It was found out possible directions of improvement of the fire-protection systems on the basis of analysis of technical features, design and operation mode of the foreign and home systems. The further improvement of the systems can be directed on application of more modern sensors, removals of source of fuel evaporation, increase of level of survivability of the crew.
