

УДК. 623.537.531

О.М. Воробйов¹, І.О. Власов¹, С.В. Селезньов²¹Національний університет оборони України, Київ²Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ОКРЕМІ ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИРІШЕННЯ ПРОТИРІЧ ІСНУЮЧОГО ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІД ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ІМПУЛЬСУ

Висвітлені основні недоліки існуючих методів, способів і приладів захисту радіоелектронної апаратури та агрегатів електрообладнання зразків озброєння і військової техніки від дії електромагнітного імпульсу. Встановлено, що основою ідеї вирішення проблеми захисту є принципи відбиття та дифракції електромагнітних хвиль, енергія яких є вражаючим фактором. Визначена сукупність протиріч теоретичного і практичного характеру, що стосуються стану сучасного захисту об'єктів від дії електромагнітного імпульсу, а також обґрунтовані окремі теоретичні засади їх вирішення.

Ключові слова: електромагнітний імпульс, захист, електрообладнання, радіоелектронна апаратура, енергія.

Вступ

Завоювання нових територій для забезпечення більш сприятливих умов існування, захист своїх територій та полювання – сенс життя первинної людини. Для забезпечення цих потреб людина створила зброю – холодну, вогнепальну та інші засоби ураження (гранати, міни, ракети, бомби). Видів зброї багато, однак принцип дії єдиний – концентрація енергії на об'єкті впливу або на (в) його локальній частині, внаслідок чого досягається бажаний ефект ураження (руйнування).

Для холодної зброї потенційна енергія м'язової сили людини перетворюється у кінетичну енергію клинка (спису або стріли). Для вогнепальної стрілецької зброї потенційна енергія порохового заряду перетворюється у кінетичну енергію пулі. Кількість енергії та її локалізація (точка прицілювання) визначають результат – поранення або смерть супротивника.

Для інших засобів ураження (гранати, міни, ракети, бомби) кількість енергії прямо пропорційна розміру зони ураження та розміру завданої шкоди, чим більше енергія заряду – тим більша площа ураження та жакливіші наслідки від її застосування.

На цей час підвищена увага приділяється розробці та створенню електромагнітної зброї (ЕМЗ) або зброї на нових фізичних принципах дії [1]. Вражаючим фактором електромагнітної зброї є енергія електромагнітних хвиль. Якщо звичайна зброя та засоби ураження завдають шкоду всьому, що потрапило до зони ураження (жива сила, озброєння та військова техніка (ОВТ), споруди та інше), то застосування електромагнітної зброї має нелетальний характер і може носити вибірковий вплив, наприклад, лише на радіоелектронне обладнання або лише на живу силу, які знаходяться в зоні ураження.

Основним об'єктом впливу ЕМЗ є радіоелектронне, оптико-електронне, комп'ютерне та інше високотехнологічне обладнання ОВТ, системи зв'язку та управління для функціонального подавлення (ураження) з метою дезорганізації управління та поширення паніки серед особового складу противника.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження вражаючих факторів ЕМЗ фактично почалися з початком перших випробувань ядерної зброї, в цей же час виникла потреба в створенні систем захисту від впливу електромагнітного імпульсу (ЕМІ) на радіоелектронні засоби (РЕЗ).

Як свідчать дослідження [2], імпульсне електромагнітне випромінювання наносекундної тривалості малої потужності призводить до функціонального подавлення всіх елементів РЕЗ, а при збільшенні потужності – до функціонального ураження. Найбільш швидко ефект подавлення спостерігається при впливі ЕМІ на приймач.

Існуючі системи захисту [3 – 5] створювались, в першу чергу, для захисту приймальних трактів РЕЗ від власних потужних випромінювань та випромінювань сусідніх радіолокаційних засобів, для забезпечення електромагнітної сумісності та захисту від взаємних перешкод.

У роботах [3 – 5] основна увага приділяється захисту приймальних трактів від потужних електромагнітних випромінювань. Захист забезпечується пристроями захисту, які при перевищенні граничної потужності закорочують вхід хвильовідного тракту, та не допускають проникнення потужних випромінювань до чутливих елементів приймача.

Згідно з результатами досліджень [6], на даний час ефективних систем захисту від ЕМЗ, які б забезпечували надійний захист в усьому радіочастотному діапазоні, не існує. Однак, причина відсу-

тності ефективних систем захисту полягає не в ступені досконалості окремих методів, способів та приладів, а в концептуальному, теоретичному підході в цілому до вирішення цієї проблеми.

Метою статті є оцінка можливості підвищення ефективності захисту радіоелектронних засобів та електрообладнання зразків ОВТ від застосування противником ЕМЗ радіочастотного діапазону.

Для цього пропонується розглянути основні недоліки існуючих методів, способів та пристроїв захисту РЕЗ та електрообладнання ОВТ, встановити причину такого стану, виявити сукупність протиріч теоретичного характеру та надати обґрунтування окремих теоретичних засад для їх вирішення.

Виклад основного матеріалу

На теперішній час основним методом захисту, що заснований на відбитті (відводі) вражаючої енергії, всіх без виключення радіоелектронних засобів, електричних мереж та ланцюгів, ліній зв'язку і автоматики, енергетичного обладнання та комп'ютер-них мереж є екранування.

Екрануванням називається локалізація електромагнітного поля в певному просторі шляхом обмеження його розповсюдження всіма можливими способами.

Найбільш поширений вид екрану – це металева замкнута оболонка, що перешкоджає попаданню електромагнітного поля в простір, зайнятий електронним пристроєм. Крім свого основного функціонального призначення захисні екрани виступають в якості елементів несучої конструкції приладів. Вибір матеріалу екрану обумовлений необхідністю забезпечення ефективного захисту від потужних ЕМВ, забезпеченням потрібної механічної міцності та жорсткості конструкції при мінімальних масогабаритних характеристиках.

З фізичної точки зору екранування можна звести до наступного: хвилі електромагнітного поля частково відбиваються від зовнішньої поверхні екрану, частково поглинаються матеріалом екрану, а решта частини проходить крізь екран [7].

У [8] запропонований спосіб захисту бортових цифрових обчислювальних машин від дії ЕМІ, при якому проводять екранування електричної апаратури за допомогою металевих сіток та суцільних тонкостінних металевих листів. Недоліками цього способу, є те, що при його використанні виникають великі проблеми з забезпеченням ефективного екранування об'єктів через технологічні складності виготовлення екранів, у яких відсутні неоднорідності та дефекти (зокрема наявність вводів), неможливість повного екранування електричних ланцюгів та приладів через високу мобільність, специфіку і особливості застосування ОВТ. Крім того, в інших запропонованих екранах [9, 10] недоліками

є наявність вузлів (зварювальні, болтові з'єднання), дверей, прокладок, отворів, кабельних вводів та механічних впливів на екран.

У [3, 11] пропонуються такі пристрої захисту електричних мереж, як заземлення, захисні розрядники, гібридні фільтри, трансформатори і дроселі, роз'єднувачі та інші електромеханічні запобіжні пристрої, при використанні яких захист здійснюється за допомогою виключно якогось з цих пристроїв або завдяки їх комбінуванню в єдину схему захисту. Недоліками захисних розрядників є великий час спрацювання роз'єднувачів (велика інертність) та можливість використання в обмежених випадках, фільтрів, трансформаторів і дроселів – необхідність відводу енергії, і всіх без виключення вищезазначених приладів – низька стійкість до дії енергії ЕМІ. Причина цього полягає в тому, що в попередніх дослідженнях ЕМІ розглядався лише як один з вражаючих факторів ядерної зброї, при чому не самий потужний, а навіть другорядний. Тобто ці прилади, що засновані на відбитті (відводі) вражаючої енергії електромагнітних хвиль, або як запобіжні роз'єднувачі, через велику енергетичну потужність і досконалість нових видів ЕМЗ, не забезпечують повного відбиття (відводу) вражаючої енергії.

Таким чином, ефективного захисту ОВТ від ЕМЗ майже не існує, хоча теоретичних розробок, які присвячені фізичним, хімічним, енергетичним та іншим основам вивчення ЕМВ та ЕМІ достатньо. Для забезпечення ефективного захисту виникає необхідність створення захисних приладів на основі теорії повного або часткового перетворення вражаючої енергії [12].

У теорії створення захисту виявлено протиріччя між існуючими теоретичними положеннями забезпечення захисту на основі відбиття (відводу) вражаючої енергії електромагнітних хвиль, які вже не забезпечують повного відбиття (відводу) вражаючої енергії і необхідністю створення систем захисту на основі теорії повного або часткового перетворення вражаючої енергії в інший вид енергії – безпечним для РЕЗ і електрообладнання. У практичній сфері – протиріччя між принципом дії захисних екранів та існуючих запобіжних приладів захисту РЕЗ і електрообладнання зразків ОВТ, які не в змозі забезпечити їх ефективний захист, і необхідністю використання приладів перетворення роду енергії. Тому для створення ефективного захисту від зброї, що заснована на нетрадиційних фізичних принципах, до якої належить зброя ЕМІ, виникає необхідність створення нетрадиційної системи захисту, а саме перегляді трактування основної ідеї (концепції) захисту об'єктів від дії ЕМІ. Так, наприклад, для всіх перелічених випадків виходу з ладу радіоелектронної апаратури та агрега-

тів електрообладнання, передчасного спрацювання мереж військового призначення та інших електричних приладів ОБТ захист може бути реалізованим на одних фізичних принципах, а саме: забезпеченням перетворення електромагнітної енергії, що викликає передчасне спрацювання, або вихід з ладу цих приладів і мереж, в інший вид енергії, який безпечний для них.

На основі теорії перетворення роду енергії пропонується метод захисту електричних мереж військового призначення і окремих елементів (сукупності елементів) який перетворює вражаючу енергію ЕМІ в інший вид енергії.

На перетворенні одного виду енергії в інший ґрунтуються аерогідродинамічні методи і прилади вимірювання електромагнітних величин, які можуть працювати як вимірювачі, так і як запобіжники.

Принцип дії приладів вимірювання електромагнітних величин, які працюють на основі аерогідродинамічного методу, полягає в наступному: при протіканні електричного струму в одиницю часу виділяється певна кількість теплової енергії, яка пропорційна квадрату величини сили електричного струму, що протікає на ділянці кола. При розміщенні ділянки кола в замкнутій камері, яка наповнена газом (рідиною), в результаті теплообміну між ділянкою кола та газом (рідиною) всередині камери підвищується тиск, величина зміни тиску служить мірою, що відповідає значенню електричних величин [13].

На основі вищезазначених методів пропонується метод пневмогідродинамічного захисту радіоелектронної апаратури та агрегатів електрообладнання, який реалізується наступним чином: за допомогою пневмогідродинамічного приладу виявляють факт застосування зброї ЕМІ, вимірюють величини напруги внутрішніх струмів, які наводяться електромагнітним полем, що, в свою чергу, проникає через вводи (отвори) блоків, в яких знаходиться апаратура, за допомогою цих приладів перетворюють електромагнітну енергію в пневматичну або гідравлічну енергію тиску повітря чи рідини відповідно. У нашому випадку ці прилади, які заздалегідь закріплені на отворах та вводах блоків розміщення радіоелектронної апаратури, або електричних мереж, крім перетворення електромагнітної енергії в інший вид енергії та вимірювання електричних величин внутрішніх струмів, виконують на основі цього принципу їх нейтралізацію, а після цього здійснюють відвід надлишкової енергії тиску в атмосферу [14].

Однак, такий метод дозволяє запобігти ушкодженню РЕЗ, що чутливі до дії ЕМВ, але на час спрацювання захисних приладів припиняється нормальне робоче функціонування всієї системи.

Якщо застосування захисних приладів у якості запобіжника з припиненням нормального функціонування об'єкту захисту для захисту електричних мереж військового призначення, радіоелектронної апаратури і електрообладнання ОБТ наземного базування ще допустима, то для безпілотних літальних апаратів та ракет необхідно забезпечити надійний захист в режимі постійного функціонування. Для цього на основі даної концепції пропонується метод часткової заміни електронних засобів керування ОБТ цифровими і аналоговими приладами струминної пневмоавтоматики (гідроавтоматики). Суть цього методу захисту полягає в заміні електронних систем, наприклад, систем управління курсом безпілотних апаратів та ракет струминними цифровими та аналоговими обчислювальними пристроями пневмоавтоматики (гідроавтоматики). Однак, в силу того, що неможливо, замінити досить велику кількість систем і приладів електроніки на прилади пневмоавтоматики (гідроавтоматики) без порушення конструкції зразків ОБТ, мова може йти тільки про часткову заміну окремих, найбільш чутливих до дії ЕМІ електронних приладів.

Необхідно здійснити поєднання в одній схемі електронних і пневматичних (гідравлічних) струминних елементів. Для цього пропонується застосування електропневматичних (електрогідравлічних) і пневмоелектричних (гідроелектричних) перетворювачів роду енергії [15].

Висновки

Таким чином авторами з метою підвищення ефективності захисту радіоелектронних засобів та електрообладнання зразків ОБТ від дії ЕМІ проведено обґрунтування окремих теоретичних засад щодо вирішення деяких протиріч, які виникають під час функціонування сучасного захисту, що засновані на повному знешкодженні вражаючої енергії ЕМВ шляхом її перетворення в інший вид енергії, який безпечний для даних приладів. В подальшому пропонується розробка теоретичних основ захисту радіоелектронної апаратури і агрегатів електрообладнання зразків ОБТ на основі перетворення енергії, а також виготовлення фізичної моделі зміни технічного стану та відтворення захисту радіоелектронних засобів від дії ЕМІ.

Список літератури

1. Черниш О.М. Основні тенденції створення електромагнітної зброї / О.М. Черниш, Г.В. Певцов, В.А. Лупандін, С.О. Авчінніков // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУ ПС. – № 4(16). – 2008. – С. 5-15.
2. Авчінніков С.О. Експериментальні дослідження щодо функціонального подавлення елементів безпроводового засобу відеоспостереження / С.О. Авчінніков // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУ ПС, 2010. – Вип. 4(26). – С. 60-63.

3. Рикетс Л.У. Электромагнитный импульс и методы защиты / Л.У. Рикетс, Дж.С. Бриджем, Дж. Майлетта; [пер. с англ. В.Л. Литвинова, Ю.И. Чуракова]; под ред. Н.А. Ухина. – М.: Атомиздат, 1979. – 327 с.

4. Зброя на нетрадиційних принципах дії (стан, тенденції, принцип дії та захист від неї): [моногр.] / [О.П. Ковтуненко, В.В. Богучарський, В.І. Слюсар, П.М. Федоров]. – Полтава : ПВІЗ, 2006. – 247 с.

5. Капура И.А. Анализ методов и средств защиты радиоэлектронной аппаратуры от воздействия мощных электромагнитных излучений / И.А. Капура, Б.В. Бакуменко // Системы обработки информации. – Х.: ХУ ПС, 2010. – Вып. 6(87). – С. 87-90.

6. Воробійов О.М. Напрямки вирішення проблеми захисту зразків озброєння та військової техніки від енергії електромагнітного імпульсу / О.М. Воробійов // Збірник наукових праць НУОУ „Труди Університету”. – 2010. - № 1(94). – С. 199-203.

7. Михайлов В.А. Обеспечение стойкости бортовых цифровых вычислительных машин к воздействию сверхкоротких электромагнитных импульсов: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.12.04 “Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения” / В.А. Михайлов. – М., 2009. – 24 с.

8. Корнилов А.Г. Экранирование электронной аппаратуры от воздействия электромагнитного поля: метод. указан. к лабор. работе / А.Г. Корнилов; под ред. Н.Б. Кунишина. – Казань: Изд-во КГТУ, 2002. – 36 с.

9. Защита от ионизирующих излучений : учебн. для вузов в 2 т. / [Н.Г. Гусев, В.А. Климанов, В.П. Машкович, А.П. Суворов]; под ред. Н.Г. Гусева. – [3-е изд. перераб. и доп.]. Т. 1: Физические основы защиты от излучения. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 512 с.

10. Защита танков / [В.А. Григорян, В.Г. Юдин, Терезин И.И. и др.] ; под ред. В.А. Григоряна [Н.Г. Гусев, В.А. Климанов, В.П. Машкович, А.П. Суворов]. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.С. Баумана, 2007 – 327 с.

11. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения / [Г.П. Демиденко, Е.П. Кузьменко, П.П. Орлови др.]; под ред. Г.П. Демиденко. – [2-е изд. доп.]. – К.: Вища шк., 1989. – 287 с.

12. Кравець І.А. Наукова гіпотеза захисту озброєння та військової техніки від зброї електромагнітного імпульсу / І.А. Кравець, О.М. Воробійов // Збірник наукових праць НУОУ „Труди Університету”. – 2010. – № 2(95). – С. 244-248.

13. Залманзон Л.А. Аэрогидродинамические методы измерения входных параметров автоматических систем / Л.А. Залманзон. – М.: Наука, 1973. – 464 с.

14. Воробійов О.М. Аерогідродинамічні методи захисту електричних мереж від дії блукаючих струмів електромагнітного походження / О.М. Воробійов // Збірник наукових праць НУОУ „Труди Університету”. – 2011. – № 3(102). – С. 268-273.

15. Кравець І.А. Метод застосування струйних цифрових приладів пневмоніки для управління безпілотних літальних апаратів в умовах дії електромагнітного імпульсу / І.А. Кравець, О.М. Воробійов // Наук. ж. Національного авіаційного університету „Вісник Національного університету”. – 2011. – № 1. – С. 24-26.

Надійшла до редколегії 26.10.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОТДЕЛЬНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРЕШЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАЩИТЫ ОРУЖИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА

О.М. Воробьев, И.А. Власов, С.В. Селезнев

Освещены основные недостатки существующих методов, способов и приборов защиты радиоэлектронной аппаратуры и агрегатов электрооборудования образцов вооружения и военной техники. Установлено, что в основной идеи решения проблемы защиты являются принципы отражения и дифракции электромагнитных волн, энергия которых является поражающим фактором. Определена совокупность противоречий теоретического и практического характера современной защиты объектов от действия электромагнитного импульса, а также обоснованы отдельные теоретические основы их решения.

Ключевые слова: электромагнитный импульс, защита, электрооборудование, радиоэлектронная аппаратура, энергия.

GROUND OF THEORETICAL BASES OF RESOLUTION OF CONFLICTS OF EXISTENT DEFENCE OF ARMAMENT AND MILITARY TECHNIQUE FROM THE ACTION OF ELECTROMAGNETIC IMPULSE

O.M. Vorobyov, I.A. Vlasov, S.V. Seleznev

The basic lacks of existent methods, methods and devices of defence of radio electronic apparatus and aggregates of electrical equipment of standards of armament and military technique are lighted up. It is set that idea of decision of problem of defence principles of reflection and diffraction of hertzian waves which are the transmitters of striking electromagnetic energy are underlaid. Basic contradictions of theoretical and practical character of modern defence of objects are certain from the action of electromagnetic impulse, and also theoretical bases of their decision are grounded.

Keywords: electromagnetic impulse, defence, electrical equipment, radio electronic apparatus, energy.