ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО ДЖЕРЕЛА СТРУМУ БЛОКУ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ПЕРЕНОСНОГО ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ «STINGER»

М.С. Мошковський, А.О. Гаврилюк, О.В. Князський,[1] М.В. Бик[2]
[1]Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України
[2]Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
mail@kpi.ua

Для прикриття важливих об’єктів інфраструктури держави та військ від нападів з повітря застосовується широкий парк зенітного ракетного озброєння, в тому числі й переносні зенітні ракетні комплекси (ПЗРК). Таке озброєння є ефективним засобом у збройному протистоянні рф та України та останнім часом отримано від Литовської Республіки, Латвійської Республіки, Сполучених Штатів Америки. Всього, станом на червень 2022, Україна отримала від цих країн передали понад 1400 ПЗРК «Stinger» (рис. 1).

Рисунок 1 Переносний зенітно-ракетний комплекс FIM-92 Stinger

Переносний зенітно-ракетний комплекс FIM-92 «Stinger» (англ. - в перекладі «жало») класу «земля-повітря» з інфрачервоною головкою самонаведення розроблений американською компанією General Dynamics на початку 80-х років минулого століття. Комплекс призначений для ураження вертольотів і літаків таких, що низько летять, на зустрічних і навздогінних курсах в умовах впливу природних і штучних теплових перешкод.

Комплекси «Stinger» всіх модифікацій складаються із таких основних частин:

зенітна керована ракета в транспортно-пусковому контейнері;

оптичний приціл для візуального виявлення і супроводу цілі, а також приблизного визначення відстані до неї;

пусковий механізм;

блок електроживлення і охолодження з хімічним джерелом струму та ємністю з рідким аргоном;

апаратура розпізнавання «свій-чужий».

Важливою складовою ПЗРК Stinger є хімічне джерело електричного струму (ХДС). Такі джерела струму є невід'ємними складовими високотехнологічних цивільної та військової техніки, озброєння [1, 2-4]. Для ракетного озброєння особливе значення мають автономні резервні теплові джерела струму, що активуються спеціальними пірозасобами. Такі теплові джерела струму характеризуються високою питомою ємністю і довготривалим терміном зберігання без саморозряду (до 25 років). Особливості конструкції теплових джерел струму визначаються умовами їх експлуатації та бойового застосування, жорсткими масо-габаритними та температурними обмеженнями, потребою стійкості до механічних перенавантажень.

До початку військової агресії проти України з боку рф інформація щодо улаштування та технічних характеристик зенітних озброєнь була закрита та малодоступна. В теперішній час повномасштабного вторгнення на теренах нашої держави знаходять безліч одиниць залишків озброєння та військової техніки. Вони знаходяться в різному технічному стані. Хімічні джерел струму та їх фрагменти наразі стало можливим експериментально дослідити, вивчити і системно класифікувати.

Метою роботи є дослідження технічних характеристик хімічного джерела струму ЕАР-12081 блоку електроживлення і охолодження ПЗРК Stinger [1].

Конструкційне блок електроживлення і охолодження під'єднується до корпусу пускового механізму при підготовці до стрільби. Через штепсельний роз'їм він підключається до бортової мережі ракети, а ємність з рідким аргоном через штуцер з'єднується з магістраллю системи охолодження.

При натисканні на спусковий гачок пускового механізму і переводу його в перше робоче положення відбувається активація блока електроживлення і охолодження в результаті чого електроенергія від батареї (напруга 20-28 В протягом не менше 45 с) і рідкий аргон поступають на борт ракети, забезпечуючи охолодження детекторів головки самонаведення, розкрутку гіроскопа і виконання інших операцій пов'язаних з підготовкою ракети до пуску. При подальшому натисненні на спусковий гачок і заняттю ним другого робочого положення активується бортова електрична батарея, що живить електронну апаратуру ракети на протязі 19 с, і спрацьовує запалювач стартового двигуна ракети. При цьому вихід батареї на нормальний режим забезпечує спрацювання піропатрона з стисненим газом, який відкидає відривний штекер, відключає живлення від блока електроживлення і охолодження і включає піропатрон запуску стартового двигуна. [5-7].

Зовнішній вигляд теплового ХДС ЕАР-12081 від блоку електроживлення і охолодження ПЗРК Stinger наведено на рис.2.

Виріб являє собою металевий блискучий циліндр діаметром 55 мм і висотою 40 мм, вага виробу 296 г.

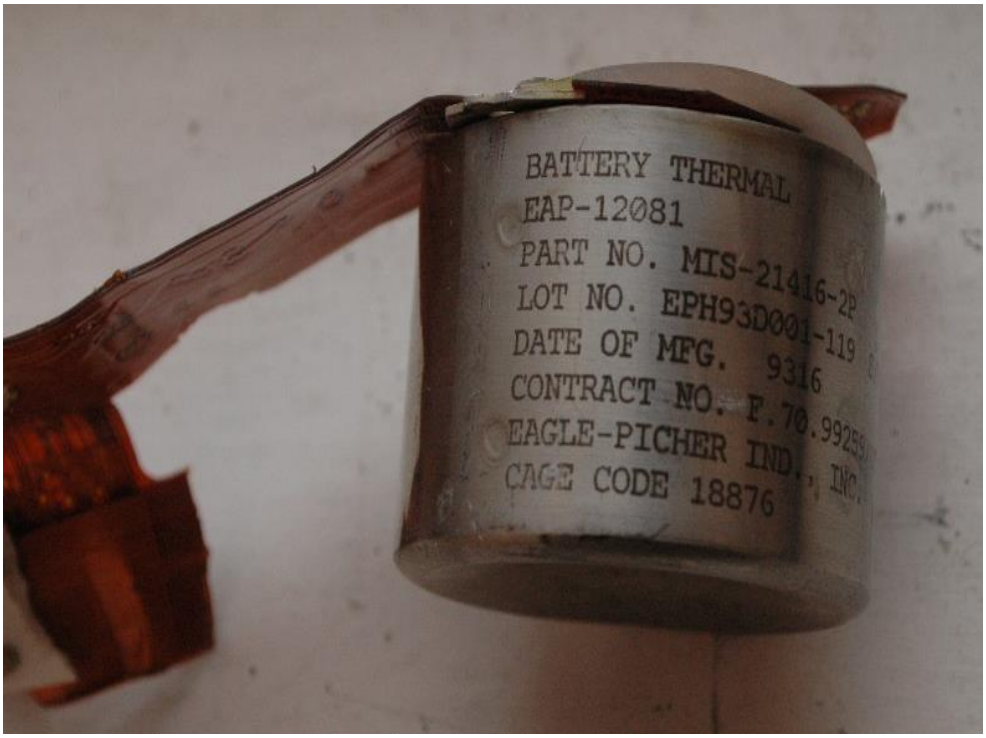


Рисунок 2 Загальний вигляд елемента живлення ЕАР-12081

Виводи ХДС з’єднані з контактною колодкою за допомогою розводка у вигляді монтажної друкованої смужки, що покрита захисним лаком з рядом електричних доріжок (рис. 3),

Рисунок 3 Монтажна смужка елемента живлення ЕАР-12081

На корпусі елемента наявні 4 контакти із позначками «+», «-», «М» і «С» (Рис.4)

Рисунок 4 Контакти елемента живлення ЕАР-12081

При дослідженні внутрішньої конструкції ХДС встановлено, що значну частину його внутрішнього об’єму займає теплоізоляція білого кольору пористої структури (скловата). Товщина шару ізоляції - близько 20 мм. Діаметр електрохімічних дисків - близько 22 мм, кількість елементів 12-14 шт.

Рисунок 5 Внутрішня теплоізоляція елемента живлення ЕАР-12081.

Ідентифікацію номенклатури ХДС проведено на підставі верифікації маркування і децимальних номерів на його корпусі, що нанесені методом електрогравірування (рис.2). Наведено номер патенту і назва фірми – виробника. Це корпорація «EAGLE- PICHER INDUSTRIES, м. Джоплін, штат Міссурі, США. Вона є світовим лідером в дослідженнях, розробці, тестуванні, виробництві джерел електричного струму для цивільної авіації, науки і комерції та для військових потреб [5-7] (рис. 6). Широка номенклатура термальних ХДС їх розробки і виробництва застосовуються в системах Patriot, Excalibur, Javelin, Stinger тощо.

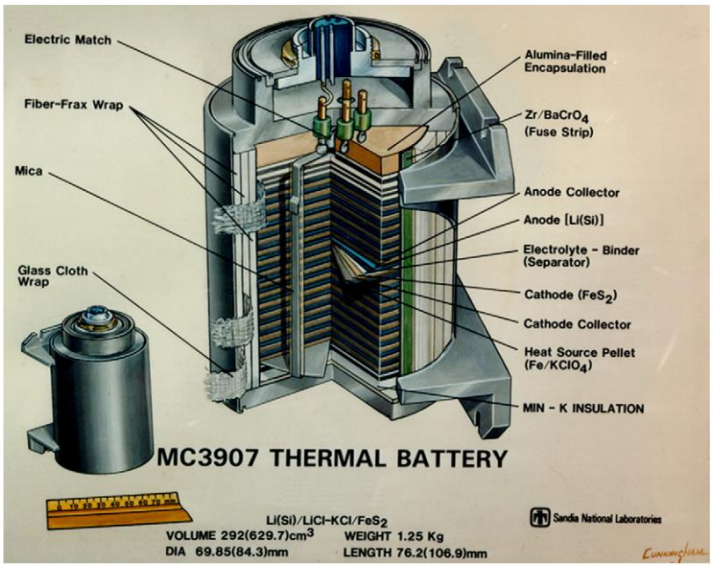
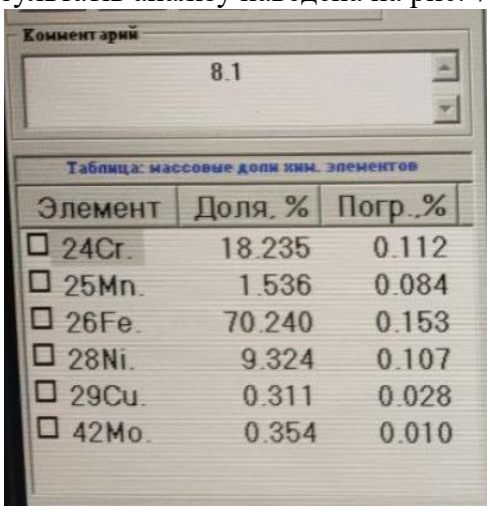


Рисунок 6 Типова класична схема устрою термальної батареї американського виробництва з електрохімічною системою ***Li Si / LiCl, KCl, / FeS_2*** [5-7].

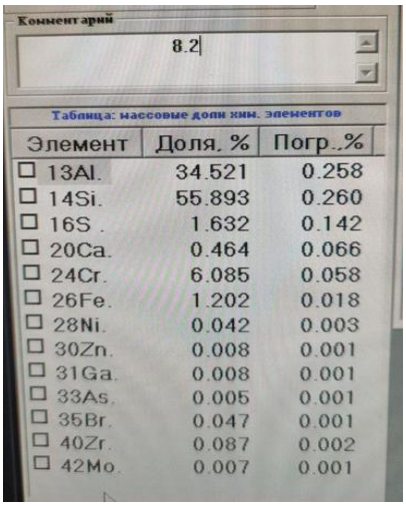
Елементний склад внутрішніх частин виробу визначали лабораторним методом рентген-флуоресцентного аналізу на приладі Expert 3L. Індикація результатів аналізу наведена на рис. 7, 8.


Комментарий

8.1

Таблица: массовые доли хим. элементов

Элемент	Доля, %	Погр.,%
24Cr.	18.235	0.112
25Mn.	1.536	0.084
26Fe.	70.240	0.153
28Ni.	9.324	0.107
29Cu.	0.311	0.028
42Mo.	0.354	0.010


Комментарий

8.2

Таблица: массовые доли хим. элементов

Элемент	Доля, %	Погр.,%
13Al.	34.521	0.258
14Si.	55.893	0.260
16S .	1.632	0.142
20Ca.	0.464	0.066
24Cr.	6.085	0.058
26Fe.	1.202	0.018
28Ni.	0.042	0.003
30Zn.	0.008	0.001
31Ga.	0.008	0.001
33As.	0.005	0.001
35Br.	0.047	0.001
40Zr.	0.087	0.002
42Mo.	0.007	0.001

Рисунок 7 Елементний склад корпусу джерела струму та теплоізоляції

Результати елементного аналізу свідчать що корпус ХДС виготовлено з нержавіючої сталі марки **Х18Н10Т**, а теплоізоляція внутрішнього об'єму виробу виконана з **алюмосилікатної скловати**.

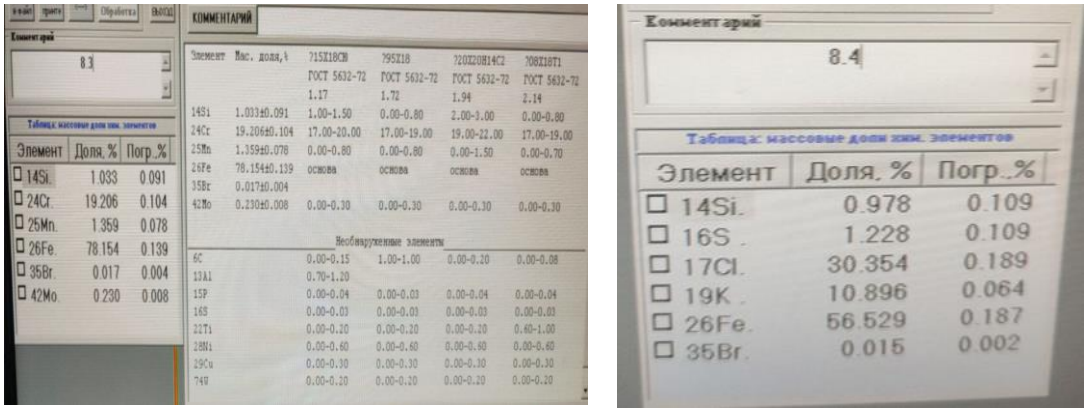


Рисунок 8 Елементний склад внутрішнього роздільного диску елемента та запалювальної суміші

Запалювальна суміш ХДС – **хлорат калію і порошок заліза,** а склад розділювального диску відповідає сталі **95Х18**.

Елементний склад електродної маси - система **силіцид літію - сульфід заліза**, електроліт - механічна суміш **хлоридів літію і калію** евтектичного складу (рис. 9).

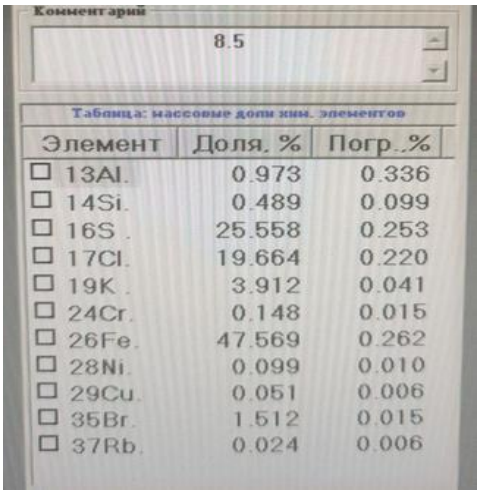


Рисунок 9 Елементний склад електродної маси елемента.

Дослідження будови, елементного складу внутрішніх частин теплового ХДС ЕАР-12081 переносного зенітно-ракетного комплексу FIM-92 Stinger свідчить про таке:

1) Теплове хімічне джерело струму є одноразової дії та має таку електрохімічну систему елемента:

(-) Li(Si) │ LiCl-KCl │ FeS2 (+)

2) Катод – сульфід заліза просочений електролітом FeS2 ;

3) Анод – силіцид літію;

4) Спосіб нанесення активної маси електродів - пресована таблеткова конструкція;

5) Запалювальна суміш – хлорат калію і порошок заліза.

6) Склад електроліту досліджуваних ХДС - евтектична суміш KCl - LiCl (39/61 % ваг);

7) Тип батареї - теплова батарея;

8) Сумарна напруга досліджуваного ХДС - близько **20-28 В**;

9) Ємність елемента ЕАР-12081 складає орієнтовно **8 А*год**, за номінальної напруги батареї **28** В;

10) Потужність елементів і батарей даного типу близько **640 Вт/кг (190 Вт);**

11) Час роботи визначається загальним часом остигання електроліту і складає в більшості випадків для визначеної системи - **до 5 хв**.

12) Термін зберігання без технічного обслуговування –**десятки років**.

Найбільш імовірним виробником і постачальником виробу ЕАР-12081 є компанія **Eagle Picher Technologies (США)**

Технологія виробництва хімічних джерел струму складна, потребує специфічних операцій, коштовного обладнання та дефіцитних матеріалів і стратегічної сировини, зокрема літію. Уніфікація електрохімічних елементів, використання гігроскопічних та агресивних речовин також призводить до подорожчання виробів.

Інформація щодо будови, конструктивних особливостей, використаних комплектуючих ХДС може бути використання для:

ідентифікації виробів при проведенні кримінально-процесуальних дій;

накладання санкційних обмежень на постачання технологій, матеріалів та комплектуючих до країни агресора;

розроблення тактичних та технічних способів протидії застосуванню озброєння противником;

розвитку підприємств оборонно-промислового комплексу України.

Створення бази даних щодо технічних характеристик зразків озброєння виробництва рф та зарубіжних країн можливе лише системно та шляхом використання сучасної лабораторної бази.

Список літературних джерел

1 Ванин М. Боевое применение переносных ЗРК «Стингер» // Зарубежное военное обозрение – М. «Красная звезда», 1985.- №11.- С.23-28.

2 Шембель О.М., Білогуров В.А. Основні характеристики сучасних хімічних джерел струму різних електрохімічних систем //Сучасна спеціальна техніка. Наук. прикл. журнал. 2009. №2 (17). С. 66.

3 Бик М.В., Фроленкова С.В., Букет О.І., Васильєв Г.С. Технічна електрохімія. Частина 2. Хімічні джерела струму; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018.-321с.

4 Коровин Н.В. Скундин А.М. Химические источники тока. Справочник, М.:МЭИ, 2003, 198 с.

5 . Ronald A. Guid otti a, Patrick Masset b Thermally activated (“thermal”) battery technology Part I: An overview // Journal of Power Sources 161 (2006), P. 1443–1449.

6 Compendium of Military Aviation Batteries // Regional Centre for Military Airworthiness, Hyderabad, Centre For Military Airworthiness and Certification, Defence Research and Development Organization, Ministry of Defence, C/o HAL, Hyderabad.

7 Patrick J. Masseta, Ronald A. Guidotti Thermal activated (“thermal”) battery technology. Part IIIb. Sulfur and oxide-based cathode materials Review // Journal of Power Sources 178 (2008) 456–466.