

УДК 355.3:621.32

О.М. Доска

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

---

## **ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ТА ОБ'ЄМУ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВКЛЮЧИТИ ДО СКЛАДУ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ ЗІП БОЙОВИХ ЗАСОБІВ ЗРК**

*В статті розглядається метод вирішення задачі визначення кількості запасних частин та об'єму матеріалів, які необхідно включити до складу ремонтного комплекту ЗІП бойових засобів ЗРК. Наведені основні фактори, які враховуються при вирішенні даної задачі.*

**Ключові слова:** *ремонтний комплект ЗІП, бойовий засіб ЗРК, запасні частини та матеріали.*

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Практика експлуатації бойових засобів ЗРК показує на необхідну, особливо

в воєнний час, досить високу ефективність системи забезпечення їх запасними частинами. Недостатня ефективність якої призводить до значних простоїв комплексів озброєння в небоєздатному стані з причи-

ни відсутності потрібних запасних елементів [1]. Відзначене обумовлює важливість визначення складу запасних частин, необхідних для забезпечення, як експлуатації так і ремонту зразків зенітного ракетного озброєння. Невід'ємною частиною цієї задачі є визначення кількості запасних частин та об'єму матеріалів, які забезпечують проведення відновлення працездатності бойових засобів ЗРК та підлягають включенню до складу ремонтних комплектів ЗІП.

**Аналіз літератури.** Аналіз праць провідних фахівців у галузі розвитку методів досліджень з даної тематики [1 – 5] показує, що на сьогодні, майже повністю розроблені методи та методики розрахунку складу експлуатаційних комплектів ЗІП, які забезпечують функціонування озброєння в мирний час.

Питання розрахунку складу ремонтних комплектів ЗІП, які призначені для проведення відновлення працездатності бойових засобів ЗРК, що отримали пошкодження різних ступенів складності, залишається розглянутим слабо.

**Мета статті.** Розробка методу визначення сподіваної кількості запасних частин та об'єму матеріалів, які необхідно включити до складу ремонтних комплектів ЗІП бойових засобів ЗРК.

## Основна частина

Аналіз процесу формування ремонтних комплектів ЗІП призначених для забезпечення відновлення пошкоджень бойових засобів ЗРК показав, що в якості метода визначення складу запасних частин та матеріалів ремонтних комплектів (РК) ЗІП, доцільно використати метод, що базується на врахуванні характеристик сподіваних бойових пошкоджень зразків зенітного ракетного озброєння [1].

Найбільш повною характеристикою сподіваних бойових пошкоджень являється дані про сподіваний склад пошкоджених комплектуючих елементів апаратури та обладнання зразків зенітного озброєння. Методики визначення таких характеристик представлені в [1, 2] та в даній статті не розглядаються.

Кількість запасних частин, які потребують включення в склад ремонтного комплекту ЗІП, необхідного для відновлення бойових засобів ЗРК, розраховується з врахуванням таких факторів:

- призначення ремонтного комплекту ЗІП;
- кількості однотипних бойових засобів ЗРК, відновлення яких забезпечується одним РК ЗІП;
- складом апаратури та обладнання бойового засобу ЗРК;
- розподілом бойових пошкоджень по складовим елементам бойового засобу ЗРК;
- долі складових елементів бойових засобів ЗРК, які потребують відновлення та інші.

Методики, які представлені в [1, 2] дозволяють отримати ймовірність пошкодження кожної

складової частин бойового засобу ЗРК. На основі цих ймовірностей визначаються долі складових частин певного виду, що отримали бойові пошкодження та потребують відновлення. Тоді, математичне сподівання кількості блоків, вузлів, агрегатів одного найменування, які підлягають включенню в склад  $j$ -го ремонтного комплекту ЗІП, визначається як

$$N_{ijr} = M_j d_i n_{ijr},$$

де  $N_{ijr}$  – математичне сподівання кількості блоків, вузлів, агрегатів  $r$ -го типу, що підлягають включенню в ремонтний комплект ЗІП  $j$ -го виду  $i$ -го бойового засобу ЗРК;

$M_j$  – кількість однотипних бойових засобів ЗРК, відновлення яких забезпечує один ремонтний комплект ЗІП  $j$ -го виду;

$d_i$  – доля бойових пошкоджень, що приходить на складову частину  $i$ -го виду бойового засобу ЗРК;

$n_{ijr}$  – математичне сподівання кількості блоків  $r$ -го типу, необхідних для забезпечення агрегатного методу відновлення бойового засобу ЗРК.

Математичне сподівання кількості блоків одного найменування необхідних для забезпечення проведення агрегатного методу ремонту бойового засобу ЗРК визначається за формулою

$$n_{ijr} = K \alpha_{ij} \gamma_j \sum_{f=1}^{F_r} P_{rff},$$

де  $K$  – кількість однотипних засобів в комплексі озброєння;  $\alpha_{ij}$  – доля пошкоджених блоків, вузлів, агрегатів, в  $i$ -й складовій частині, пошкоджених в  $j$ -му ступені;  $\gamma_j$  – доля пошкоджених блоків, вузлів, агрегатів, що підлягають заміні в складовій частині комплексу озброєння, пошкодженого в  $j$ -му ступені;  $P_{rff}$  – ймовірність пошкодження блоків  $r$ -го типу;  $F_r$  – штатна кількість однотипних блоків  $r$ -го типу в одній складовій частині.

При визначенні виду та об'єму матеріалів, які потребують включення в склад ремонтного комплекту, необхідного для відновлення пошкоджених бойових засобів ЗРК, враховувались:

- конструктивні особливості зразків зенітного ракетного озброєння;
- кількість пробойн в апаратурі та обладнанні бойового засобу ЗРК при різних ступенях його пошкодження;
- розподіл пробойн в обшивці зразка зенітного ракетного озброєння за величиною;
- існуючою технологією ліквідації пробойн та інше.

Об'єм матеріалів кожного виду, які потребують включення в склад ремонтного комплекту ЗІП розраховується за формулами:

$$Q_{Aj} = M_j \sum_{d=1}^D \Lambda_j c_d \omega_{id} \Phi_A, \quad (1)$$

для забезпечення відновлення бойових пошкоджень в антено-хвильоводних системах;

$$Q_{Bj} = M_j \sum_{i=1}^I \Lambda_{ij} (\lambda c_0 + \sum_{d=1}^D c_d \omega_{id} \Phi_{Bi}), \quad (2)$$

для забезпечення відновлення бойових пошкоджень в обшивці кабіни;

$$Q_{Bj} = M_j \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D \Lambda_{ij} c_d \omega_{id} \Phi_{Bi}, \quad (3)$$

для забезпечення відновлення бойових пошкоджень в обшивці шаф.

У (1) – (3) позначено:  $M_j$  – кількість однотипних бойових засобів ЗРК, відновлення яких забезпечує один ремонтний комплект  $j$ -го виду;  $\Lambda_{ij}$  – кількість елементів боеприпасів, які потрапили в  $i$ -ту складову бойового засобу ЗРК і привели до пошкоджень в  $j$ -му ступені;  $D$  – середній діаметр пробоїни;  $\lambda$  – доля елементів боеприпасів, що потрапляє в бойовий засіб ЗРК та приводить до пошкодження обшивки кабіни;  $\omega_{id}$  – доля пробоїн в обшивці в  $i$ -ї складовій частині бойового засобу ЗРК діаметром  $d$ ;  $c_d$  – площа матеріалу кожного з виду, необхідного для усунення однієї пробоїни діаметром  $d$ , з урахуванням необхідного ступеня збільшення площі для накриття пробоїни;  $\Phi_A$  – доля бойових пошкоджень, що приходяться на антено-хвильоводну систему;  $\Phi_{Bi}$  – доля бойових пошкоджень, що приходяться на апаратуру та обладнання зразка озброєння;  $\Phi_{Bi}$  – доля бойових пошкоджень в  $i$ -ї складовій частині комплексу озброєння, що приходяться на блоки.

Необхідний склад деталей, які повинні знаходитися в ремонтних комплектах ЗІП на воєнний час може бути покритий за рахунок одиночних та групових комплектів ЗІП. Але, як показали результати досліджень [6] номенклатура та склад деталей необхідних для забезпечення відновлення пошкоджених бойових засобів ЗРК дещо відрізняється від номенклатура та склад деталей, які входять до складу експлуатаційного ЗІП. А тому, ЗІП-О та ЗІП-Г не можуть покрити потреби в деталях необхідних для забезпечення змішаного методу ремонту бойових пошкоджень. Таким чином, виникає необхідність уточнення складу деталей, що входять до складу ремонтних комплектів ЗІП бойових засобів ЗРК.

При визначення кількості деталей, які потребують включення в склад ремонтного комплексу, враховується:

– пристосованість військових ремонтних органів до детального методу ремонту апаратури та обладнання складових частин бойових засобів ЗРК;

– об'єм та склад деталей в складових частинах бойових засобів ЗРК;

– доля блоків (агрегатів), які підлягають відновленню детальним методом ремонту в бойових засобах ЗРК;

– кількість пошкоджених деталей в блоці (агрегаті) в залежності від ступеню бойового пошкодження блоків.

Розрахунок кількості деталей, які підлягають включенню в склад ремонтного комплексу ЗІП, необхідного для відновлення пошкоджених бойових засобів ЗРК, проводиться за формулами:

$$G_j = L_p \beta_j \sum_{i=1}^K N_i \alpha_{ij}, \quad j=1,2, \quad p=1, \quad (4)$$

для озброєння, яке відновлюється бойовими обслугами;

$$G_{rpj} = \sum_{i=1}^K \sum_{p=1}^3 N_i \alpha_{ij} L_p \eta_{jp}, \quad j=3, \quad (5)$$

для озброєння, яке відновлюється на ремонтних підприємствах

У (4) – (5) позначено:  $L_p$  – кількість пошкоджених деталей в блоці, який отримав пошкодження в  $p$ -у ступені;  $\beta_j$  – доля блоків, які підлягають відновленню детальним методом ремонту в складовій частині бойового засобу ЗРК, пошкоджених в  $j$ -му ступені;  $K$  – кількість однотипних бойових засобів ЗРК в комплексі озброєння;  $N_i$  – кількість блоків в  $i$ -му бойовому засобі ЗРК;  $\alpha_{ij}$  – доля пошкоджених блоків в  $i$ -му бойовому засобі ЗРК, пошкодженого в  $j$ -му ступені;  $\eta_{jp}$  – доля пошкоджених в  $p$ -ому ступені блоків в складовій частині бойового засобу (БЗ) ЗРК, пошкоджених в  $j$ -му ступені.

Оскільки, один ремонтний комплект розрахований на  $q$  однотипних засобів озброєння, то доля  $\sigma_j$ , на яку необхідно збільшити число ремонтних комплектів ЗІП для забезпечення відновлення блоків детальним методом при усуненні бойових пошкоджень в  $j$ -го ступеню, дорівнює

$$\sigma_j = \frac{qG}{N_{rp}},$$

де  $N_{rp}$  – кількість деталей в одному ремонтному комплекті ЗІП.

В зв'язку з тим, що в бойових порядках військ може відновлюватися озброєння з слабкими та середніми пошкодженнями, доля  $Q$ , на яку необхідно збільшити число ремонтних комплектів в угрупованні ЗРВ, визначається за формулою

$$Q = \sum_{j=1}^2 \sigma_j \xi_j,$$

де  $\xi_j$  – доля пошкоджених в  $j$ -му ступені бойового засобу ЗРК.

Таким чином, задачу визначення сподіваної кількості запасних частин та об'єму матеріалів, які необхідно включити до складу ремонтних комплектів ЗІП бойових засобів ЗРК можна важчати вирішеною.

### Висновок

Таким чином, запропонований метод дозволяє визначити кількість запасних частин та об'єму матеріалів, які необхідно включити до складу ремонтних комплектів ЗІП бойових засобів ЗРК. Цей метод базується на врахуванні ймовірнісних характеристик сподіваних пошкоджень.

Представлений метод може бути рекомендований для розрахунку складу ремонтних комплектів ЗІП бойових засобів ЗРК на воєнний час.

### Список літератури

1. Ковтуненко А.П. Основы теории восстановления эксплуатационных свойств технических систем /

А.П. Ковтуненко, М.А. Шишанов, В.В. Зубарев – К.: НАУ, 2007. – 294 с.

2. Ковтуненко А.П. Восстановление эксплуатационных свойств радиоэлектронных систем / А.П. Ковтуненко, В.Н. Козлов, Ю.М. Россинский – М.: МО СССР, 1980. – 257 с.

3. Запасные части, инструменты и принадлежности. Основные положения: ГОСТ В 15.705-86. – [чинний від 1986-12-29] – М.: Изд-во стандартов. – 1986. – 21 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).

4. Головин И.Н. Расчет и оптимизация комплектов запасных элементов радиоэлектронных систем / Головин И.Н., Чуваргин Б.В., Шура-Бура А.Э. – М.: Радио и связь, 1984. – 176 с.

5. Надежность технических систем. Справочник. Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 602 с.

6. Основы эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры / [А.К. Быкадоров, Л.И. Кульбак, В.Ю. Лавриненко и др.]. – М.: Высш. шк., 1978. – 320 с.

Надійшла до редколегії 28.02.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Г.В. Єрмаков, Академія внутрішніх військ МВС України, Харків.

### ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И ОБЪЕМА МАТЕРИАЛОВ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО ВКЛЮЧИТЬ В СОСТАВ РЕМОНТНЫХ КОМПЛЕКТОВ ЗИП БОЕВЫХ СРЕДСТВ ЗРК

А.М. Доска

*В статье рассматривается метод решения задачи: определения количества запасных частей и объема материалов, которые необходимо включить в состав ремонтного комплекта ЗИП боевых средств ЗРК. Приведены основные факторы, которые учитываются при решении задачи.*

**Ключевые слова:** ремонтный комплект ЗИП, боевое средство ЗРК, запасные части и материалы.

### ORDER OF DETERMINING OF AWAITING-PARTS AND VOLUME OF MATERIALS AMOUNT WHICH MUST BE INCLUDED IN THE COMPLEMENT OF REPAIR COMPLETE SETS OF ZRK BATTLE FACILITIES ZIP

A.M. Doska

*The method of decision of task is examined in the article: determining the amount of awaiting-parts and volume of materials which must be included in the complement of repair complete set of ZIP of battle facilities of ZRK. Basic factors which are taken into account at the decision of task are resulted.*

**Keywords:** repair complete set of ZIP, battle mean of ZRK, awaiting-parts and materials.