

УДК 621.391

П.В. Опенько<sup>1</sup>, І.І. Сачук<sup>2</sup>, П.А. Дранник<sup>1</sup>, О.В. Калита<sup>2</sup><sup>1</sup> Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського, Київ<sup>2</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## МЕТОД ПЛАНУВАННЯ ВИХОДУ У СЕРЕДНІЙ (КАПІТАЛЬНИЙ) РЕМОНТ ЗРАЗКІВ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ

*Проведено аналіз існуючої системи технічної експлуатації та ремонту зразків зенітного ракетного озброєння та напрацювань щодо визначення моментів їх виходу у середній (капітальний) ремонт при експлуатації за технічним станом. Розроблено метод планування виходу у середній (капітальний) ремонт зразків зенітного ракетного озброєння при експлуатації за технічним станом.*

**Ключові слова:** зенітне ракетне озброєння, експлуатація за технічним станом, планування виходу у середній (капітальний) ремонт.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Переведення зразків зенітного ракетного озброєння (ЗРО) з регламентованої стратегії технічного обслуговування та ремонту на стратегію експлуатації та ремонту за технічним станом потребує визначення порядку виходу зразків ЗРО у середній (капітальний) ремонт. Нормативними документами визначено, що рішення про проведення ремонту зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом приймається за результатами контролю їх граничного стану. У низці робіт сформульовані загальні вимоги до визначення періодичності проведення контролю граничного стану (КГС). При цьому порядок виходу зразків ЗРО у середній (капітальний) ремонт на інтервалах часу між контролями граничного стану зразків ЗРО не визначений.

**Аналіз літератури.** При розробці зразків зенітного ракетного озброєння, які на теперішній час перебувають на озброєнні зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил (ЗС) України, в основу їх експлуатації покладена регламентована (планово-попереджувальна) стратегія технічного обслуговування та ремонту. Для відновлення зразків ЗРО ця стратегія передбачає проведення декількох видів ремонту в залежності від ресурсу (терміну служби) та ступеню пошкоджень зразків [1–4]. Внаслідок неможливості реалізації регламентованої стратегії технічного обслуговування і ремонту зразків ЗРО в Україні у повному обсязі [5] експлуатація зразків ЗРО здійснюється на підставі рішень про продовження призначених показників надійності [6] та здійснюється переведення зразків ЗРО на експлуатацію за технічним станом [7–8]. При експлуатації за технічним станом рішення про необхідність відновлення кожного зразку ЗРО приймається індивідуально за результатами контролю його граничного стану [9–13], який проводиться періодично. Однак, питання визначення механізму планування виходу у ремонт зразків ЗРО, які не досягли граничного стану на момент проведення КГС, проте мають поточні

значення показників надійності близькі до граничних значень, висвітлено недостатньо.

**Мета статті:** аналіз існуючої системи технічної експлуатації та ремонту зразків ЗРО та розробка пропозицій щодо обґрунтування порядку виходу зразків ЗРО у середній (капітальний) ремонт при експлуатації за технічним станом.

### Основна частина

На теперішній час основу технічної оснащеності зенітних ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил ЗС України складають зразки зенітного ракетного озброєння, які розроблені у другій половині ХХ сторіччя і перебувають в експлуатації більше 25 років. Вони розроблялись для експлуатації в умовах існування єдиного військово-промислового комплексу Радянського Союзу за умов належного фінансування Збройних Сил. В основу експлуатації ЗРО була покладена регламентована система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), яка передбачала відновлення ресурсу зразків ЗРО шляхом проведення середнього та капітального ремонту після закінчення ресурсу (терміну служби) до середнього (капітального) ремонту або при отриманні пошкоджень чи виникненні відмов, усунення яких передбачено інструкціями з експлуатації на зразок ОВТ під час середнього (капітального) ремонту [1]. При цьому визначення ресурсу (терміну служби) до середнього (капітального) ремонту здійснювалося за груповими показниками надійності, значення яких обирались із забезпеченням необхідного рівня надійності зразків ЗРО шляхом резервування та параметричної надмірності.

Відповідно до керівних документів [2–4] регламентована стратегія ТО і Р в залежності від ступеню пошкоджень передбачає такий механізм проведення ремонту ОВТ:

– при ушкодженнях слабого ступеню – агрегатним методом силами бойових розрахунків, позаштатними ремонтно-відновлювальними бригадами, ремонтно-відновлювальними підрозділами з'єднань

(частин) ЗРВ з використанням групових і одиночних комплектів запасних інструментів і приладдя (ЗІП);

– при ушкодженнях середнього ступеню – силами ремонтно-відновлювальних підрозділів з залученням виїзних ремонтних бригад ремонтних підприємств Міністерства оборони та підприємств промисловості з використанням одиночних, групових і базових комплектів ЗІП;

– при ушкодженнях сильного ступеню – силами ремонтних підприємств Міністерства оборони та підприємств промисловості у заводських умовах.

Реалізація такого механізму ремонту ОБТ в умовах відсутності в Україні заводів-виробників та ремонтних підприємств, сучасного економічного стану держави та обмеженим фінансуванням заходів відновлення ресурсу ЗРО стає неможливою [5]. Більш того, на теперішній час експлуатація зразків ЗРО здійснюється на підставі рішення про продовження призначених показників надійності, ухваленого на підставі оцінки поточного технічного стану його радіоелектронних засобів [6].

Загально прийнятим напрямом забезпечення працездатного стану (нормативно визначеного рівня надійності) виробів в умовах обмеженого фінансування є впровадження адаптивних стратегій технічної експлуатації і ремонту (ТЕ і Р), а саме стратегії ТЕ і Р за станом [7–8], при якій керуючі дії на експлуатований виріб формуються з урахуванням інформації про поточний стан виробу [9]. При цьому основною метою впровадження експлуатації за технічним станом на зразках ЗРО є забезпечення заданих рівнів ефективності використання, надійності та готовності зразків ЗРО до використання за призначенням при мінімумі витрат часових, трудових і матеріальних ресурсів на технічну експлуатацію, технічне обслуговування та ремонт зразків ЗРО за рахунок індивідуального прийняття рішення стосовно кожного зразку озброєння.

Система експлуатації і ремонту за технічним станом передбачає періодичне проведення контролю граничного стану (КГС) [10] кожного зразка ЗРО, за результатами якого приймається рішення про подальшу експлуатацію зразка ЗРО за технічним станом або проведення ремонту за технічним станом, або припинення експлуатації [11]. При цьому під граничним станом розуміється стан об'єкта, по досягненню якого подальша експлуатація об'єкта неприпустима чи недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе чи недоцільне [12]. Одним з критерієм переходу у граничний стан доцільно розглядати досягнення контрольованим показником безвідмовності зразка ЗРО, наприклад, середнім наробітком на відмову, гранично припустимого значення [13].

Відповідно до [11] встановлений фіксований період здійснення контролю граничного стану зразків ЗРО, незалежно від їх фактичного технічного стану. Це, з одного боку, може призвести до надто частого проведення КГС, що забезпечить достатньо велику ймовірність працездатного (справного) стану зразків

ЗРО при значних витратах на проведення невиправдано великої кількості контролів граничного стану, або, з іншого боку, до достатньо великого періоду проведення КГС, що забезпечить суттєве зниження витрат на експлуатацію при збільшенні ймовірності переходу зразків ЗРО у граничний стан. Задача визначення моментів проведення контролю граничного стану за техніко-економічним критерієм, у загальному вигляді, сформульована в [14]. Однак, відповідно до [11] періодичність проведення КГС погоджується з максимальним періодом технічного обслуговування конкретного виробу і для зразків ЗРО складає один раз на рік. При такому підході рішення про доцільність продовження експлуатації зразка ЗРО за технічним станом або необхідність відновлення його ресурсу шляхом проведення середнього (капітального) ремонту слід приймати за результатами прогнозування процесу змінювання показників безвідмовності кожного зразка ЗРО на наступний рік за результатами його попередньої експлуатації. Отже, експлуатація за технічним станом потребує здійснення індивідуального прогнозу показників безвідмовності для кожного конкретного зразка ЗРО.

Вихідними даними для здійснення прогнозу при експлуатації за технічним станом є дані про наробіток на відмову протягом інтервалів між контролями граничного стану та результати проведення випробувань на безвідмовність у ході контролю граничного стану. Для можливості аналізу характеру змінювання показників безвідмовності зразків ЗРО протягом періоду між контролями граничного стану необхідно здійснювати їх оцінювання. При чому тривалість інтервалів оцінювання показників безвідмовності повинна забезпечувати можливість накопичування достатньої кількості відмов за умови незмінності безвідмовності зразка ЗРО протягом цього інтервалу, а також повинна бути погоджена з системою технічного обслуговування зразка [15]. Для зразків ЗРО тривалість інтервалів оцінювання показників безвідмовності складає один квартал [16].

При такому підході, якщо за результатами прогнозу показник безвідмовності зразка ЗРО (середній наробіток на відмову) досягає гранично припустимого значення, то протягом наступного року для даного зразка ЗРО необхідно спланувати проведення середнього (капітального) ремонту для відновлення його ресурсу. У протилежному випадку протягом наступного року для даного зразка доцільно продовжити експлуатацію за технічним станом. Черговість проведення середнього (капітального) ремонту однотипних зразків ЗРО, які за результатами прогнозування показників безвідмовності протягом наступного року переходять у граничний стан, доцільно визначати по мінімуму часу досягнення показником безвідмовності гранично допустимого значення.

Таким чином, запропонований метод планування виходу у середній (капітальний) ремонт зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом дозволяє розподілити однотипні зразки ЗРО на дві групи. До першої групи відносять зразки ЗРО, які протягом наступного року не потребують середнього (капітального) ремон-

ту. До другої групи відносять зразки ЗРО, які протягом наступного року потребують середнього (капітального) ремонту. Крім того, для зразків ЗРО, які віднесені до другої групи, визначається черговість здійснення середнього (капітального) ремонту.

Практична реалізація запропонованого методу потребує розв'язання наступних задач:

- обґрунтування гранично припустимих значень показників безвідмовності зразків ЗРО;
- обґрунтування вибору моделі прогнозування показників безвідмовності зразків ЗРО;
- обґрунтування глибини вихідних даних, за якими здійснюється прогнозування безвідмовності зразків ЗРО.

## Висновки

Розроблено метод планування виходу у середній (капітальний) ремонт зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом, який передбачає негайний ремонт зразків ЗРО, що досягли граничного стану за результатами щорічного КГС, та планування у середній (капітальний) ремонт на наступний рік зразків ЗРО, які за результатами індивідуального прогнозування показника безвідмовності протягом наступного року досягають граничного стану. Черговість здійснення середнього (капітального) ремонту зразків ЗРО визначається прогнозованим моментом досягнення показником безвідмовності гранично допустимого значення. Сформульовано проблемні питання практичної реалізації розробленого методу, які потребують проведення подальших досліджень.

## Список літератури

1. Изделие 9С470М1. Инструкция по эксплуатации. Книга 1. ГС1.600.003ИЭ. – 223 с.
2. Руководство по ремонту вооружения и военной техники на местах эксплуатации. Часть I. – М.: Воениздат, 1982. – 326 с.
3. Руководство по ремонту вооружения и военной техники на местах эксплуатации. Часть II. – М.: Воениздат, 1982. – 240 с.
4. Руководство по ремонту вооружения и военной техники на местах эксплуатации. Часть III. – М.: Воениздат, 1987. – 125 с.
5. Крижний А.В. Прогнозування довговічності парку зенітних ракетних комплексів (систем) під час експлуатації за технічним станом / А.В. Крижний, П.В. Опенько // Наука і оборона. – 2012. – № 1. – С. 50-54.

6. Крижний А.В. Перспективы применения информационных технологий при исследовании надежности сложных технических систем / А.В. Крижний, П.В. Опенько // "Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процес сов": сб. тр XII Междунар. Науч.-технич. конф. 09-16.12.2014 (г. Таба (Египет)): Хмельницький: ХНУ. – 2014. – С. 62-64.

7. Ланецкий Б.Н. Адаптивное управление техническим состоянием и надежностью сложных технических систем в условиях ресурсных ограничений / Б.Н. Ланецкий, В.В. Лукьянчук // Системы озброєння і військова техніка. – Вип. 2 (26). – Х.: ХУПС. – 2011. – С. 149-151.

8. Гриб Д.А. Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту як основа підтримання боеготового стану зенітного ракетного озброєння в сучасних умовах / Д.А. Гриб, Б.М. Ланецький, В.В. Лук'янчук // Наука і оборона. – 2012. – № 3. – С. 55-63.

9. Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення: ДСТУ В3576: 97. – [Чинний від 1998-01-07]. – К.: Держстандарт України, 1998. – 61 с.

10. Технічна експлуатація зенітного ракетного озброєння та радіоелектронної техніки за станом. Терміни та визначення: ВСТ 12.200.003 – 2012(01). – [Чинний від 2013-01-08]. – Х.: ХУПС, 2013. – 11 с.

11. Наказ Міністра оборони України від 05.02.2010 року № 53 "Про затвердження Порядку переведення та експлуатації за технічним станом озброєння та військової техніки зенітних ракетних та радіотехнічних військ, за якими не здійснюється авторський нагляд". – 28 с.

12. Надійність техніки. Терміни та визначення: ДСТУ 2860: 96. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1996. – 79 с.

13. Артеменко А.А. Методика обоснования предельно допустимых значений показателей безотказности РЭС ЗРК, эксплуатируемых по техническому состоянию / А.А. Артеменко // Збірник наукових праць ХУПС. – Х., 2015. – № 1(42). – С. 37-39.

14. Ланецкий Б.Н. Обоснование выбора моментов проведения контролей предельного состояния РЭС ЗРК, эксплуатируемых по техническому состоянию / Б.Н. Ланецкий, А.А. Артеменко // Системы обработки информации. – Х., 2015. – № 2(127). – С. 122-127.

15. Ланецкий Б.Н. Комплексное оценивание показателей безотказности и остаточной долговечности сложных технических систем, эксплуатируемых по техническому состоянию. Основные положения / Б.Н. Ланецкий, В.В. Лукьянчук, А.А. Артеменко // Системы обработки информации. – Х., 2016. – Вип. 2(139). – С. 40-43.

16. Ланецкий Б.Н. Методика определения назначенного ресурса РЭС ЗРК по априорным данным / Б.Н. Ланецкий, А.С. Кирилук // Збірник наукових праць. – Х.: ХВУ, 2000. – Вип. 4(30). – С. 120-121.

Надійшла до редколегії 4.01.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. А.В. Крижний, Національна академія Державної прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького, Хмельницький.

## МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫХОДА В СРЕДНИЙ (КАПИТАЛЬНЫЙ) РЕМОНТ ОБРАЗЦОВ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО ВООРУЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

П.В. Опенько, И.И. Сачук, П.А. Дранник, А.В. Калита

Проведен анализ существующей системы технической эксплуатации и ремонта образцов зенитного ракетного вооружения и наработок по определению моментов их выхода в средний (капитальный) ремонт при эксплуатации по техническому состоянию. Разработан метод планирования выхода в средний (капитальный) ремонт образцов зенитного ракетного вооружения при эксплуатации по техническому состоянию.

**Ключевые слова:** зенитное ракетное вооружение, эксплуатация по техническому состоянию, планирование выхода в средний (капитальный) ремонт.

## THE METHOD OF PLANNING OF SURFACE TO AIR MISSILE COMPLEXES REPAIR AT MAINTENANCE AND REPAIR ACCORDING TO STATE

P. Openko, I. Sachuk, P. Drannik, A. Kalita

The analysis of system of maintenance and repair of surface to air missile complexes and the analysis of the results of determination of moments of surface to air missile complexes repair at maintenance and repair according to state are carried out. The method of planning of surface to air missile complexes repair at maintenance and repair according to state is developed.

**Keywords:** surface to air missile complexes, maintenance and repair according to state, planning of surface to air missile complexes repair.