

# Метрологія та вимірювальна техніка

УДК 623.004.67

М.В. Борисенко<sup>1</sup>, К.В. Кушнір<sup>2</sup>, Е.Р. Татузян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

<sup>2</sup> ДП «Чугуївський авіаційний ремонтний завод», Чугуїв

## ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА ПАРАШУТНИХ СИСТЕМ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИМИ МЕТОДАМИ

*Аналізуються стан та методи технічної діагностики парашутних систем фізико-механічними методами. Запропоновано впровадження у практику досліджень технічного стану парашутних систем державної авіації України неруйнівних методів діагностики. Розглядаються методи виконання досліджень як в лабораторних умовах, так і в умовах експлуатуючої організації.*

**Ключові слова:** діагностика, парашутна система, прилад, стан.

### Вступ

**Постановка проблеми.** До 2014 року технічна діагностика парашутних систем (ПС) проводилась державним підприємством «Науково-дослідний інститут аеропружних систем» (ДП «НДІАПС», м. Феодосія) спільно з Державним авіаційним науково-випробувальним центром (ДАНВЦ, м. Феодосія) та Державним науково-дослідним інститутом авіації (ДНДА, м. Київ).

У наслідок втрати, через анексію, частини території України та розташованих на ній науково-дослідницьких закладів та підприємств оборонно-промислового комплексу, існує нагальна потреба організації технічної діагностики (ТД) ПС державної авіації (ДА) України з метою забезпечення обороноздатності Держави.

**Аналіз літератури.** У відомій літературі [1–9] розглядаються методи визначення показників якості елементів ПС руйнівними методами фізико-механічних випробувань, але в цій літературі не визначаються питання, що пов'язані з дослідженням ПС неруйнівним випробуванням тканини куполу методом протискання.

**Мета статті.** Проаналізувати стан ТД ПС ДА фізико-механічними методами, у тому числі – протисканням куполу парашуту стислим повітрям та запропонувати процедуру технічної діагностики парашутних систем державної авіації України.

### Основний матеріал

В ДА України застосовується значна кількість ПС різних за розмірами, за призначенням та за типами і, відповідно, за текстильними матеріалами, з яких виготовлені елементи їх конструкції.

Основними матеріалами, з яких виготовлюються елементи ПС є тканини [4; 7], стрічки [8; 9] та шнури [1].

Нормативними документами (НД) [1–9] встановлено показники норм якості та методи їх визначення, які дозволяють оцінити стан ПС та прийняти рішення про можливість їх подальшого використання.

Основним показником, який визначається під час випробувань зразків, що виготовлені з елементів конструкції ПС, за методиками [2–3; 5–6] є розривне навантаження та розривне подовження при розтягуванні.

Розривне навантаження визначають як по основі тканини, так і по утку та поділяють на навантаження розриву елементарної проби (зразку) та середнє розривне навантаження.

Розривне навантаження елементарної проби визначається прямим вимірюванням за методиками [2; 6].

Середнє розривне навантаження зразків по основі за методиками [2; 6] визначається за формулою

$$F_{cp} = \sum_{i=1}^n F_i / n, \quad (1)$$

де  $\sum_{i=1}^n F_i$  – сума значень розривного навантаження;

$n$  – кількість випробувань.

За показник розривного навантаження виробу по утку  $P_y$  на 10 мм в ньютонах, за методикою [6], приймають значення

$$P_y = P \cdot 10 / L, \quad (2)$$

де  $P$  – розривне навантаження елементарної проби по утку, Н;

$L$  – довжина елементарної проби (зразка), мм.

Розривне подовження при розтягуванні визначають за методиками [2; 6] та поділяють на абсолютне (мм)

$$L_p = L_k - L_o, \quad (3)$$

де  $L_p$  – абсолютне розривне подовження;

$L_k$  – довжина зразка до моменту розриву;

$L_o$  – початкова довжина зразка

та відносне (%)

$$\epsilon_p = L_p / L_o \cdot 100. \quad (4)$$

Вказані методи досліджень є руйнівними, потребують препарування ПС, виготовлення з елементів їх конструкцій стандартних зразків (елементарних проб) за методиками [3; 5], що потребує значних працевитрат (близько 160 нормогодин під час випробування двох зразків гальмівних ПС виробу «Рейс») та може бути виконано лише у стаціонарних лабораторних умовах з використанням розривних машин. ПС після таких випробувань для подальшого використання непридатні та підлягають списанню.

У якості неруйнівного методу досліджень елементів конструкції ПС можуть бути застосовані методи, що описані у [10] із застосуванням пристроїв ПР-1 (для випробування на міцність витяжних мотузок), ПР-2 (для випробування ранцевих гум) та приладу ПР-200 (для випробувань на міцність методом протискання тканини куполів ПС).

Вказані методики не знаходили застосування у ДА України через те, що необхідні пристрої в Україні серійно не вироблялись і були відсутні як у ДП «НДІАПС», так і у ДАНВЦ та ДНДІА.

ДП «Чугувський авіаційний ремонтний завод» (ДП «ЧАРЗ», м. Чугуїв) протягом 2015 – 2016 років опрацював комплект робочої конструкторської документації на виготовлення пристроїв ПР-1, ПР-2 та приладу ПР-200 і, виготовивши вищезазначене обладнання, оснастив ним центральну заводську лабораторію (ЦЗЛ) підприємства.

Відомості про конструкцію, принцип дії та призначення пристроїв ПР-1 та ПР-2 наведені у [10], їх застосування досить просте, тому не розглядається у статті.

Відомості про прилад ПР-200, його призначення, описання конструкції, принцип дії та методу визначення показників стану якості тканини куполів ПС з його використанням слід розглянути детальніше.

Відомі прилади для визначення міцності тканини вимірюванням величини її деформації при пневматичному протисканні з встановленим навантаженням, що оснащені випробувальною камерою, яка закривається випробуваною тканиною та сполучається з манометром, джерелом стислого повітря та стрілочним індикатором деформації тканини, який спирається на неї щупом. Ці прилади призначені для

випробування неповітропроникних тканин і непридатні для випробування повітропроникних тканин, наприклад тканини купола парашута.

Прилад ПР-200, в основі якого лежить винахід [11], усуває зазначений недолік тим, що в ньому для випробування повітропроникної тканини застосована еластична мембрана з гуми, яка закриває камеру, а для забезпечення попереднього розпрямлення та натягу випробуваної тканини купола парашута, що накладається поверх мембрани, прилад забезпечений притиском.

Прилад ПР-200 призначений для випробувань тканини куполів ПС у випадках необхідності перевірки після закінчення терміну служби або зберігання ПС, сумнівах у міцності тканини, наявності на тканині плям невідомого походження, а також її руйнування (в обсязі військового ремонту)

Зовнішній вигляд приладу ПР-200 та його основних вузлів наведений на рис. 1.

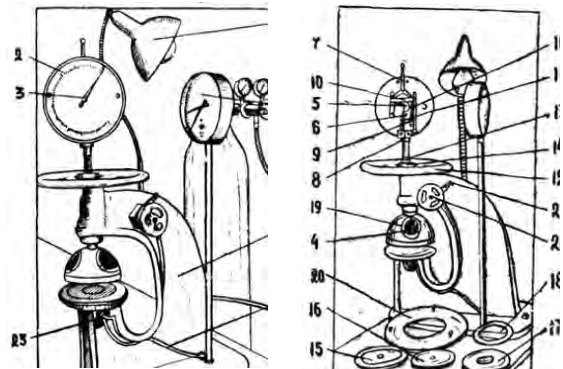


Рис. 1. Зовнішній вигляд

та елементи конструкції приладу:

1. Станина; 2. Рухома шкала з двома кульками; 3. Стрілка;
4. Стрижень зі щупом; 5. Блочок; 6 Шків; 7. Вилка перемикавання; 8. Пластина; 9. Важіль стопорний;
10. Важіль гальмівний; 11. Пружина; 11а. Шнур;
12. Штурвал; 13. Черв'як; 14. Гайка; 15. Прокладка;
16. Металеий диск; 17. Мембрана; 18. Притискна шайба;
19. Дзвін; 20. Пристрій попередньої натяжки тканини;
21. Запірний вентиль з маховичком; 22. Випускний клапан; 23. Трійник; 24. Трубка з накидними гайками;
25. Манометр 26. Лампа місцевого освітлення

Прилад ПР-200 працює від тиску стислого повітря у  $5 \text{ кгс/см}^2$  (робочий тиск), що надходить через редуктор від стандартного балона або від пересувного компресора (без редуктора).

Випробування на приладі ПР-200 методом протискання характеризують міцність тканин по тиску, зафіксованому манометром і стрілі прогину (за шкалою чутливого елемента).

Випробування тканини проводиться на куполі, без вирізання зразків, з навантаженням випробуваних ділянок до норм кондиції міцності.

Тривалість навантаження випробовуваних ділянок тканин: бавовняних – до 12 с; шовкових – до 14 с; капронових – до 15 с.

Робоча площа випробуваної ділянки тканини – 100 см<sup>2</sup>.

Міцність тканини купола характеризується стрілою прогину та сумою тисків – граничного тиску по манометру (має дорівнювати нормі кондиції на протискання (тиск на тканину)) та тиску на розтягнення гумової мембрани відповідно до її градуального графіку.

Величина граничного тиску визначається за положенням контрольної стрілки манометра та реструється у протоколі з точністю до 0,01 кгс/см<sup>2</sup>.

Міцність тканини купола встановлюється за окремими випробувань тканини найбільш зношених полотнищ.

Тканина купола вважається кондиційною:

- а) у разі відсутності розриву тканини при нормі міцності та стріли прогину;
- б) у разі розриву тканини при перевищенні норм міцності та стріли прогину.

З 2014 року випробування озброєння та військової техніки в Україні покладено на Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України (ДНВЦ, м. Чернігів) в наслідок чого ТД ПС з метою визначення їх придатності до застосування та подовження експлуатаційного ресурсу на даному етапі доцільно проводити за процедурою, що наведена на рис. 2, за участю ДНВЦ, ДНДІА, ДП «ЧАРЗ» та експлуатуючої організації.



Рис. 2. Процедура організації ТД ПС ДА з метою визначення їх придатності до застосування та подовження експлуатаційного ресурсу

Роботи слід виконувати у IV етапи:

I етап – опрацювання ДНВЦ програми досліджень на кожний тип ПС, погодження та затвердження її командуванням Повітряних Сил та інших зацікавлених військових формувань;

II етап – проведення відповідно до програми спільних досліджень та випробувань ПС фахівцями ДНВЦ та ДП «ЧАРЗ» в умовах військових частин – експлуатантів із залученням спеціалістів їх парашутно-десантних служб. На цьому етапі проводити відбір зразків парашутів для досліджень в стаціонарних умовах ЦЗЛ ДП «ЧАРЗ».

III етап – дослідження та випробування в умовах ЦЗЛ ДП «ЧАРЗ»: визначення розривного зусилля та відносного подовження при розриві тканин парашутів їх стрічок та строп, а також (при потребі) металічних складових парашютних систем (твердість

за Роквелом та Бринелем, розривне зусилля). Розривні машини, які використовуються у ЦЗЛ, є багатодіапазонними та дозволяють проводити вказані випробування у діапазонах:

- для тканин, стрічок, строп: від 0 до 250 кгс (0÷50, 0÷100, 0÷250) з основною відносною похибкою ± 0,5 %;
- для металічних складових (крім вищезазначеного): від 0 до 50 т (0÷10, 0÷20, 0÷50) з основною відносною похибкою ± 1 %.

Звітні матеріали досліджень II та III етапу (акти, протоколи і т.д.) надаються до ДНВЦ для набору статистичних даних, опрацювання методик

Звітні матеріали досліджень II та III етапу (акти, протоколи і т.д.) надаються до ДНВЦ для набору статистичних даних, опрацювання методик подовження термінів експлуатації парашутів та ін.

IV етап – опрацювання ДНВЦ звіту про виконання досліджень та робіт з подовження ресурсу, надання його (при потребі) на експертизу до ДНДІА ПС ЗСУ або інших організацій та підготовка проєктів Рішень міністра оборони, командувача ПС ЗСУ, вказівок головного інженера ПС та ін.

У подальшому доцільно:

– переглянути та перевидати інструкцію [10], адаптувавши її до сучасних реалій;

– розглянути, у рамках державного оборонного замовлення, питання організації серійного виробництва пристроїв ПР-1, ПР-2 та приладу ПР-200 з метою оснащення ними експлуатуючих організацій ДА для проведення поточного контролю стану ПС та набору статистичних даних;

– ТД ПС з метою визначення їх придатності до застосування та подовження експлуатаційного ресурсу проводити за участю ДНВЦ, ДНДІА, ДП «ЧАРЗ» та експлуатуючої організації.

### Висновки

Проведений аналіз дає можливість з'ясувати, що:

– на теперішній час систему ТД ПС, яка існувала раніше, фактично зруйновано через втрату Україною, внаслідок анексії, частини території, науково-дослідницьких закладів та підприємств оборонно-промислового комплексу;

– існує нагальна потреба впровадження системи ТД ПС на базі новостворених потужностей ДНВЦ із залученням підприємств оборонно-промислового комплексу та організацій-експлуатантів ДА України;

– запропоновано процедуру організації ТД ПС ДА з метою визначення їх придатності до застосування та подовження експлуатаційного ресурсу;

– надано пропозиції щодо перегляду і перевидання діючих НД з організації військового ремонту та випробувань ПС, а також організації серійного виробництва приладів ТД ПС.

### Список літератури

1. ГОСТ 2297-90. Шнуры технические комплектовочные. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1991.

2. ГОСТ 3813-72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995.

3. ГОСТ 12422-78. Ткани шелковые технические. Методы испытаний. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995.

4. ГОСТ 13090-90. Ткани технические каркасные. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1990.

5. ГОСТ 16218.0-93. Изделия текстильно-галантерейные. Правила приемки и метод отбора проб. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995.

6. ГОСТ 16218.5-93. Изделия текстильно-галантерейные. Метод определения разрывной нагрузки и разрывного удлинения при растяжении. – М.: Издательство стандартов, 1995.

7. ГОСТ 16428-89. Ткани технические из натурального шелка и химических нитей. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1989.

8. ОСТ 17-667-2002. Ленты технические капроновые. Технические условия. – М.: Минпромнауки, 2002.

9. ТУ 17 РСФСР 44-2000-80. Ленты технические капроновые. Технические условия. – М.: Минлегпром, 1980.

10. Инструкция № 008-62 по войсковому ремонту парашютно-десантной техники и дополнения № 4367-63 и № 5476-65. – Типография предприятия п/я М-5359, 1978.

11. Род М.Я. Описание к авторскому свидетельству № 129380 Прибор для испытания прочности тканей / М.Я. Род, Е.Н. Минаев // Бюллетень изобретений. – 1960. – № 12. – С. 25-28.

Надійшла до редколегії 19.10.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, ст. наук. співробітник С.В. Герасимов, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПАРАШЮТНЫХ СИСТЕМ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

М.В. Борисенко, К.В. Кушнир, Е.Р. Татузян

*Анализируются состояние и методы технической диагностики парашютных систем физико-механическими методами. Предложено внедрение в практику исследований технического состояния парашютных систем государственной авиации Украины неразрушающих методов диагностики. Рассматриваются методы проведения исследований, как в лабораторных условиях, так и в условиях эксплуатирующей организации.*

**Ключевые слова:** диагностика, парашютная система, прибор, состояние.

### TECHNICAL DIAGNOSTICS PARACHUTE SYSTEMS BY PHYSICAL AND MECHANICAL METHODS

M.V. Borisenko, K.V. Kushnir, E.R. Tatuzyan

*Analyzes the status and methods of technical diagnostics parachute of physical and mechanical methods. An introduction to research practice parachute technical condition of Ukraine state aviation non-destructive diagnostic methods. Methods of researches in laboratory conditions, and in terms of the operating organization.*

**Keywords:** diagnostics, parachute system, instrument, condition.