

## **Сучасні принципи забезпечення льотної придатності повітряних суден та їх компонентів**

*В статті розглядаються питання збереження льотної придатності повітряних суден (ПС) на основі аналізу надійності їх компонентів. Розглядаються нові підходи до забезпечення надійності ПС та їх компонентів, що дає можливість в подальшому провести порівняльний аналіз принципів забезпечення надійності авіаційної техніки.*

### **Постановка проблеми.**

Забезпечення надійності складних систем - це комплексна проблема, що охоплює широке коло наукових (фізичних, хімічних, математичних, біологічних), інженерних (проектно-конструкторських, виробничо-технологічних, експлуатаційних) і економічних аспектів. Рішення цієї проблеми пов'язано з реалізацією численних організаційних, технічних і наукових досліджень, що потребують великих витрат часу і засобів, а також залучення різноманітних галузей науки, техніки і народного господарства [1].

### **Мета роботи.**

Методи, що діяли до недавнього часу, і засоби забезпечення та контролю надійності, у тому числі регламентовані стандартами, вичерпали себе, тому що на практиці не забезпечують необхідної надійності апаратури в умовах експлуатації. У зв'язку з цим останнім часом провідними фахівцями світу були сформульовані і реалізуються нові підходи до її забезпечення. Вони засновані на результатах досліджень фізики відмов і принципово нової ідеології забезпечення безвідмовності. Метою роботи є розгляд нової ідеології, яка містить у собі принципові зміни вимог до розробників і виробників по забезпеченню якості та надійності компонентів ПС, в основі яких лежить надійнісно-орієнтоване керування процесами проектування, виробництва та експлуатації [1-2].

### **Основний матеріал.**

Корегувальним елементом при сучасному підході до забезпечення безвідмовності є моделювання можливих відмов та їх наслідків. Побудова моделей складних систем з відновленням зумовлює необхідність посереднього етапу формалізації, яка розглядає процеси у загальних формально-теоретичних позицій і фіксує у знаковій формі головні властивості і зв'язки у складних системах.

Процес функціонування складної системи можна подати через еволюцію її стану у часі:

$$H = (S, P, W, V),$$

де  $S$  - вектор структурної будови системи;

$P$  - вектор стану елементів системи;

$W$  - вектор стану середовища;

$V$  - вектор керування.

Формальна схема функціонування складних об'єктів експлуатації вказує на необхідність декомпозиції усього комплексу факторів, які впливають на ефективність функціонування ПС; аналізу умов експлуатації та проведення технічного обслуговування (ТО) з метою встановлення можливих альтернатив вирішення поставлених задач [3, 4].

Світовий досвід свідчить, що найліпших результатів у створенні високоефективних і надійних систем ПС в умовах значної невизначеності, що супроводжує розробку, можливо досягнути лише шляхом розробки і послідовної реалізації цільових програм, які дозволяють забезпечити створення системи та гарантоване виконання завдань із мінімальними сумарними витратами матеріальних, вартісних і часових ресурсів.

Система керування надійністю ПС потребує створення інформаційної системи, яка забезпечила б можливість максимального використання усього потенціалу інформаційного фонду на усіх етапах експлуатації ПС та їх компонентів, а також автоматизації процесів інформаційного обміну на рівні організацій з ТО, експлуатантів, організацій-розробників, серійних заводів, наукових організацій та ін. Інформаційна система повинна забезпечувати видання оперативної інформації про поточний технічний стан виробів, рівень надійності як окремих систем і об'єктів, так і сукупності її однотипних елементів. Система, реєструючи, накопичуючи та узагальнюючи масиви інформації про технічний стан ПС, повинна забезпечувати їхнє комплексне використання для оптимізації контрольованих параметрів, засобів контролю й діагностики, оцінки ефективності проведених доопрацювань компонентів ПС, прогнозування технічного стану об'єктів експлуатації тощо [5].

Однією з головних особливостей в реальній експлуатації є наявність неповної інформації, тобто прийняття рішень у всіх ланках управління відбувається в умовах різної міри невизначеності, яка істотно впливає на якість рішень.

Принципова залежність керуючих впливів від вірогідності гіпотез відображає важливу властивість системи управління - адаптацію, як засіб подолання невизначеності. Ця властивість систем управління робить їх гнучким, чутливим інструментом управління будь-якою складною системою.

Основними компонентами експертної системи надійнісно-орієнтованого керування технологією виробництва є наявність баз даних по характерних дефектах компонентів ПС, моделям деградації їх відмов із характерними дефектами; бази поточних даних по характерних дефектах конкретних типів елементів та матеріалів, по дефектах, характерних для конкретного технологічного процесу виготовлення. Експертна система на підставі даних про поточний стан технологічного процесу виробництва, рівня і характеру дефектності повинна виробляти в реальному масштабі часу конкретні рекомендації по керуванню процесом виробництва з урахуванням необхідних показників якості і надійності та рентабельності виробництва. Зокрема, це можуть бути рекомендації по коригуванню тестового

міжопераційного контролю, і номенклатури контрольованих параметрів, рекомендацій по коригуванню окремих технологічних операцій або введенню додаткових випробувань для відбраковування [6-7].

Ідея використання випробувань для відбраковування, як інструмента керування якістю, вважається дуже плідної.

Суть його складається у введенні додаткових випробувань для відбраковування, у яких рівень дефектів не перевищує припустиме значення.

Випробування для відбраковування, зокрема, технологічні тренувальні прогони, у даний час є невід'ємним етапом технології виробництва практично усіх видів виробів радіоелектроніки. Їх мета - стимуляція процесів деградації і відмов дефектних виробів, або "випалювання" дефектів.

Ще одним видом відбраковуючі випробувань є діагностичні випробування, що дозволяють виявляти приховані дефекти виробів на основі контролю інформативних параметрів. Особливість діагностичних випробувань для відбраковування це їхній індивідуальний характер, який обумовлений необхідністю контролю кожного виробу або елемента, а також орієнтація на визначений вид дефекту. Тому діагностичні методи можуть використовуватись не завжди. Обумовлено це, як відсутністю методів і засобів діагностування стосовно до окремих видів дефектів, так і великою трудомісткістю окремих видів контролю.

У останній час все ширше застосовується метод "передбачувати та попереджувати". Цей метод припускає використання в процесі виробництва виробів ряду пристроїв та засобів, які дозволяють усунути дефектні деталі; методів опрацювання і запобігання; похибок та дефектів, які з'являються у виробі, виключення робочих прийомів, при котрих можлива поява дефектів у виробі або пропускання дефектних матеріалів, напівфабрикатів та деталей. За своєю суттю цей метод забезпечує виробництво з "нулем дефектів".

Цей принцип припускає усунення випадків, недостатньої тренуваності, недисциплінованості та інших подібних причин появи дефектів, він припускає таку систему організації виробництва, при якій слідством виявлення дефекту у виробі є дослідження засобу виробництва, інструмента, матеріалів тощо із метою встановлення причини дефекту та усунення можливості появи подібних дефектів у перспективі.

Система "передбачувати та попереджувати" у принципі містить у собі три елементи:

- виявлення дефекту;
- усунення дефекту;
- введення процесу регулювання і удосконалення засобів виробництва для попередження появи дефектів надалі.

Проте цей метод не є універсальними. Причини дефектів можуть бути різноманітними і не завжди ці методи можуть бути використані для попередження й усунення дефектів. Вони не можуть усунути необхідність правильної організації розробки, необхідність урахування в розробках досвіду досліджень і випробувань, необхідність правильного вибору вихідних матеріалів, методів їх обробки, тобто необхідність грамотної і бездефектної розробки, розрахунків, моделювання, випробувань та ін.

Для керування технологічними процесами став успішно застосовуватися принцип логіки непевності, що використовується у випадках, коли хід процесів точно не визначений, має значну розсіяність, великі припуски, мінливу структуру, не лінійність, тощо. Використання цього принципу дозволяє забезпечити високу надійність керування, необхідну точність реалізації вихідних даних процесу.

Конструкція систем керування в значній мірі залежить від моделі керованого процесу. Для багатьох виробничих процесів створення таких моделей виявляється достатньо складним. Інформацію про динаміку процесів із високою точністю оцінити звичайно буває важко. В усіх цих випадках використання керування логікою непевності дозволяє створити надійну і точну систему керування [7-9].

Характер задач, що можна вирішувати за його допомогою, дозволяє ефективно використовувати їх при конструюванні, оцінці надійності і визначенні шляхів забезпечення надійності, тобто при вирішенні задач керування надійністю.

Таким чином, безвідмовність виробів може бути забезпечена шляхом відповідного ефективного надійно-орієнтованого керування технологічними процесами, для чого необхідні:

- достовірна інформація як про характерні дефекти виготовлення, так і про відмови компонентів ПС в умовах експлуатації;

- ефективні методи і засоби впливів на окремі операції технологічного процесу виготовлення та ТО, які спрямовані на запобігання утворення дефектів та на виявлення прихованих відмов та пошкоджень компонентів ПС.

Управління якістю сьогодні дуже тісно пов'язано з економічною політикою, що здійснюється як окремими фірмами, так і державами в цілому. Дуже показово, що закордонно розвиток сертифікації систем якості стає все більш навальним, а його поширення все більш масштабним.

Роботи з забезпечення якості продукції не повинні обмежуватися впровадженням комплексу стандартів комплексу міжнародних стандартів ІСО. Основою тут повинні бути дослідження першопричин: аналіз ринку, порівнянні дослідження і випробування, аналіз причин браку і відмов, маркетинг перспектив розвитку, тощо. І тільки через це пролягає шлях до сертифікації продукції.

Для ефективного впровадження комплексу стандартів ІСО на вітчизняних підприємствах необхідно використовувати практичні досягнення в галузі забезпечення якості і надійності, вивчення причин утворення дефектів і механізмів відмов, особливостей технологічних процесів, тощо. Тобто стандарти повинні бути адаптовані до реальних умов вітчизняного виробництва, до конкретної продукції, до реальних комплектуючих і матеріалів, до існуючих дефектів, недоліків і похибок.

### **Висновки.**

Визначення розрахункових характеристик надійності відбувається на усіх етапах створення і використання технічних систем, а отримувана інформація про реальний стан їхньої надійності використовується для управління надійністю ПС. При оцінці рівня надійності розроблених виробів,

підготовці документації до серійного їх випуску і проведенні експлуатаційних випробувань, аналіз та використання накопиченої інформації є невід'ємною складовою частиною загального комплексу робіт з забезпечення льотної придатності ПС. Вивчення надійності серійних виробів в умовах експлуатації є необхідною ланкою оцінки якості виробів, важливою складовою частиною проведення робіт з їхнього вдосконалення на основі нових принципів забезпечення надійності компонентів ПС.

### Список літератури

1. Бурлаков В.І., Салімов Р.М., Лінков С.В. Основи надійності повітряних суден та авіаційних двигунів. - Київ; НАУ, 2003. – 170 с.
2. Бурлаков В.И., Салимов Р.М. Управление процессами технической эксплуатации АТ. Материалы II МНТК «АВИА-2000». НАУ. 2000, с.79-84.
3. Дмитрів С.О., Бурлаков В.І., Салімов Р.М. Концептуальні положення збереження льотної придатності повітряних суден України. Матеріали IV МНТК «АВІА-2002». НАУ. 2002, т.3. с.17-23.
4. В.І.Бурлаков, О.І.Юрченко, М.В.Корсуненко. Вибір та обґрунтування показників якості робіт при ТО АТ. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2004» (26-28 квітня). – Київ, 2004. Том 3. – С. 36.44-36.47.
5. Бурлаков В.І., Корсуненко М.В., Юрченко О.І. Методика розрахунку показників якості роботи авіаційних спеціалістів при ТО АТ. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції „АВІА - 2006”. – Київ, 2006. – Т.ІІ. – К.: НАУ, 2006. с.3.9-3.12.
6. V.O. Maksymov, O.I. Yurchenko, R.M. Salimov. The simulation model for the formation of the aircraft brake repair flow during flight operations // Proceedings of the Fourteenth International Conference of Science and Technology “AVIA-2019”, April, 23-25, 2019, Kyiv – K.: НАУ, 2019. – С. 17.21-17.25.
7. V.O. Maksymov, O.I. Yurchenko. Utilization of the aircraft flight data for assessment of the aviation wheel brakes energy strength /Maksymov V. O., Yurchenko O.I. // Problems of friction and wear. – 2019. – № 2(83). – pp. 85-92. DOI: 10.18372/0370-2197.2(83).13696
8. Salimov R. M., Maksymov V. O., Smirnov Y. I., Surovtsev O. Y., Yurchenko O. I. Methodology of aircraft components continuing airworthiness control models development / R. M. Salimov, V. O. Maksymov, Y. I. Smirnov, O. Y. Surovtsev, O. I. Yurchenko // Technological systems. – 2019. – № 4(89). – pp. 82-86. DOI: dx.doi.org/10.29010/89.12; ISSN 2074-0603
9. Salimov R. M., Maksymov V. O., Surovtsev O. Y., Yurchenko O. I. Management of aircraft continuing airworthiness processes on the basis of incomplete information / R. M. Salimov, V. O. Maksymov, O. Y. Surovtsev, O. I. Yurchenko // Technological systems. – 2019. – № 3(88). – pp. 43-46. dx.doi.org/10.29010/88.6