

СЕКЦІЯ 4

СТВОРЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Керівники секції: к.т.н. доцент генерал-майор В.В. Самулєєв;
д.т.н. с.н.с. підполковник Є.О. Українець
Секретар секції: к.т.н. с.н.с. підполковник А.В. Приймак

НАПРАВЛЕННЯ МОДЕРНИЗАЦІЇ ГІДРОМОДЕЛІРУЮЩОЇ УСТАНОВКИ «ПОТОК» ХАРЬКОВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТА ВОЗДУШНИХ СИЛ

*В.В. Самулєєв, к.т.н., доц.; Е.А. Українець, д.т.н., с.н.с.; В.А. Бердочник, к.т.н., доц.
Харківський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба*

Любые мероприятия по ремоторизации боевых и транспортных летательных аппаратов могут быть реализованы только после экспериментальной проверки на моделях в аэродинамических трубах, что вынуждает совершенствовать теорию и практику аэрогазодинамического эксперимента, расширять экспериментальную базу. Созданная в 1984 – 1986 годах гидромоделлирующая установка «Поток» предназначалась для проведения исследований особенностей сложных локальных течений в проточной части авиационных газотурбинных двигателей. Экспериментальные результаты, полученные в гидродинамической установке «Поток», позволили уточнить и верифицировать методики численного моделирования процесса высотного запуска основной камеры сгорания, течения в форсажно-выходном устройстве турбореактивных двигателей. Успешность решения этих задач, расширение спектра современных и перспективных задач предполагает проведение модернизации гидродинамической установки.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ В ПРОЦЕСІ ЇХ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*О.Б. Котов, к.військ.н., доц.; В.С. Борисенко
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Забезпечення безпеки польотів (БзП) є комплексною проблемою, яка повинна вирішуватися та вирішується починаючи із безпосередньо розробки конструкторської документації та створення авіаційної техніки (АТ) й до моменту завершення її експлуатації. Усі виявленні на вказаних етапах особливості АТ, результати досліджень її експлуатації в питаннях, що стосуються забезпечення БзП, знаходять своє відображення у відповідних інструкціях екіпажу, з експлуатації, а також в доповненнях до них. У доповіді акцентується увага на тому, що існуюча сьогодні науково-методична та нормативна бази не передбачають експлуатацію АТ поза призначеними термінами, а тому не дозволяє враховувати ряду важливих факторів, що безпосередньо впливають на стан БзП, і в тому числі фактора зміни її льотно-технічних характеристик і тактико-економічних показників. Виникає протиріччя, пов'язане із невідповідністю вимог експлуатаційної документації, які визначають межі застосування наявних в Україні типів АТ, та її технічними характеристиками. Авторами демонструються результати власних досліджень, що мали на меті розробку методики прогнозування зміни стану БзП військово-

транспортного літака в процесі тривалої експлуатації. Показана можливість вирішення даної задачі із залученням інформації штатних бортових засобів об'єктивного контролю. Наведені практичні приклади вирішення задачі стосовно конкретного літака.

РАЦИОНАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПОНОВКИ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ КРЕНОМ МАНЕВРЕННОГО САМОЛЕТА

О.Б. Анико^{1,2}, д.т.н., проф.; И.Б. Ковтюк¹, к.т.н., доц.;

А.Г. Зинченко¹, к.т.н., доц.; О.Б. Сивик¹

¹Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;

²Академия внутренних войск МВД Украины

Устойчивость и управляемость относятся к основным характеристикам летательного аппарата (ЛА), от которых во многом зависят безопасность полета, точность и простота пилотирования и возможность реализации в полете летно-технических характеристик ЛА. Задача достижения приемлемых характеристик устойчивости и управляемости ЛА является актуальной и требует своего решения при модернизации существующих и разработке перспективных образцов авиационной техники. Авторами разработан подход к синтезу аэродинамической компоновки органов поперечного управления маневренного самолета. Логико-структурная схема предлагаемого подхода включает в себя этапы анализа истребителя как сложной технической системы (СТС), определения аэродинамических характеристик истребителя в заданном варианте аэродинамической компоновки с учетом отклонения органов поперечного управления, определения эксплуатационной области режимов полета истребителя, формирования условий полета истребителя, соответствующих заданному режиму полета, определение потребного управления истребителем, определение рациональных параметров и характеристик органов поперечного управления по критерию качества, усовершенствование аэродинамической компоновки истребителя, определение аэродинамических характеристик (АДХ) вариантов органов поперечного управления истребителя, выбор рациональных органов поперечного управления истребителя. Для оценки влияния принимаемых конструктивно-компоновочных решений на эффективность управления самолетом по крену авторами разработан статический показатель рациональности аэродинамической компоновки органов поперечного управления самолета U , который на этапе предэскизных концептуальных проработок позволяет из альтернативных вариантов выбрать рациональный, обеспечивающий потребную аэродинамическую эффективность органа управления по крену. Определены значения показателя U для ряда реализованных проектов современных самолетов различного назначения. Анализ полученных данных показывает, что значение показателя U для групп истребителей и пассажирских самолетов различных аэродинамических схем находится во вполне определенном ограниченном диапазоне значений. Показатель U чувствителен к особенностям аэродинамической компоновки самолетов и может быть использован для оценки аэродинамических компоновок при проведении многовариантных проработок разрабатываемых и модернизируемых самолетов. Рассмотрены альтернативные варианты органов управления креном маневренного самолета на больших углах атаки и проведен анализ физической сущности образования управляющего поперечного момента. Для определения АДХ маневренных самолетов с учетом отклонения органов поперечного управления разработан комплексный метод, основанный на совместном использовании трубного эксперимента, полуэмпирического метода и модифицированного метода дис-

кретних вихрей. При помощи разработанного комплексного метода определены АДХ маневренного самолета с альтернативными органами управления креном и проведен анализ аэродинамической эффективности органов поперечного управления на больших углах атаки. Для решения задачи определения потребного управления ЛА при выполнении типовой задачи боевого применения предложена математическая модель, включающая в себя динамические и кинематические уравнения движения ЛА, а также кинематические уравнения наведения. На основании предложенной математической модели проведены исследования потребных траекторий истребителя при перехвате движущихся воздушных целей. Разработаны практические рекомендации по применению результатов исследования для улучшения летно-технических характеристик маневренных самолетов на ранних этапах проектирования.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕРСПЕКТИВНОГО УДАРНОГО БПЛА

С.В. Жданов, к.т.н., с.н.с.

ЦНИИ вооружения и военной техники Вооружённых Сил Украины

В настоящее время одним из перспективных направлений развития боевой авиации считается разработка и создание ударных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Работы ведутся по совершенствованию уже стоящих на вооружении и разработке новых типов ударных БПЛА, созданию беспилотных или опционально-пилотируемых версий боевых самолётов и вертолётот. При этом, по мнению специалистов, доля БПЛА в составе боевой авиации ведущих стран мира может составить от 30% до 50 % в конце 2025 года. Прогнозируется, что развитие БПЛА в Украине вначале будет идти по пути достижения технического уровня уже стоящих на вооружении БПЛА зарубежных стран, в том числе и ударного типа. Для проведения предварительных исследований по данному направлению требуется создание соответствующих математических моделей. В качестве исходных данных для расчёта математической модели перспективного ударного БПЛА взяты следующие значения: масса – 4763 кг; длина крыла – 20 м; длина фюзеляжа – 11 м; площадь крыла – 26,8 м²; скорость полёта – 69,44 м/с; плотность воздуха – 1,225 кг/м³; момент инерции относительно продольной оси – 40823 кг·м². Особенности расчёта модели: на основе исходных данных произведён расчёт основных аэродинамических характеристик БПЛА, затем рассчитаны коэффициенты линейной модели в полусвязанной и скоростной системе координат. Дальнейшее развитие модели будет идти по пути подтверждения её адекватности реальному объекту, а также учёта всё большего количества параметров (нелинейностей и ограничений).

ВПРОВАДЖЕННЯ В ПРОЦЕС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПАРАМЕТРУ ОЦІНКИ СТАНУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

В.А. Войтов, д.т.н., проф.; І.І. Голубенко; Я.В. Дуванов

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Необхідність ремонту технічних механізмів виникла так само давно, як і саме машинобудування. В результаті ремонту усуваються причини, які можуть привести до більш серйозних несправностей. Досвід деяких зарубіжних компаній показав, що перехід на обслуговування авіаційної техніки за станом є ефективним засобом скорочення об'єму робіт, пов'язаних з експлуатацією і ремонтом авіаційної техніки. Трудомісткість таких робіт знизилася на 25...30%. Найбільший ефект від переходу

на експлуатацію по технічному стану досягається в тих випадках, коли конструкція ЛА має добру експлуатаційну технологічність. При переході на обслуговування ЛА та їх двигунів за технічним стану визначення технічного стану становиться одним із основних етапів ремонту. Проте перехід на систему обслуговування і ремонту АТ по технічному стану пов'язаний з подоланням певних труднощів – потрібен тривалий час для реалізації питань контролепридатності систем. Одним з найбільш складних аспектів виготовлення систем автоматизованого контролю є розробка методик виміру процесів зношування у агрегатах в реальному масштабі часу. Найкращі результати в цьому напрямку отримані при використанні методу акустичної емісії (АЕ), який обґрунтований теоретично, має широку гаму серійних приладів. Перевагою даного методу є багатопараметричний контроль, що дозволяє дуже детально вивчати процеси, які відбуваються в контрольованих вузлах. Для виконання експериментальних досліджень пропонується пристрій для безупинної реєстрації зміни геометрії (зносу чи нарощування верхнього шару) зразків з високою точністю. У результаті проведеного дослідження й аналізу отриманих результатів можна зробити наступні висновки: Під час проведення досліджень було реалізовано одне з найважливіших завдань по забезпеченню переходу на систему експлуатації АТ за технічним станом – створення мобільного діагностичного комплексу. Дослідження, які були проведені, дозволили виділити інформаційний параметр, та методи його фіксації для можливості контролю стану АТ при експлуатації та контрольовано-відновлювальних ремонтах (КВР) АТ без суттєвих втручань у конструкцію АТ. Мобільний діагностичний комплекс дозволить проводити контроль визначених інформаційних параметрів при проведенні всіх видів робіт на АТ та при проведенні КВР, для забезпечення експлуатації АТ за технічним станом.

ДОСВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ ВЕРТОЛЬОТІВ МІ-2 ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

О.А. Жевтюк, к.т.н.; А.Л. Зірка

ЦНДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України

На теперішній час склалася доволі складна ситуація стосовно справності усієї номенклатури авіаційної техніки. До того ж у зв'язку із фінансовими проблемами зменшено витрати на навчання льотного складу та обслуговування учбово-тренувальної авіаційної техніки (значна частина якої вичерпала встановлені ресурсні показники). Основними шляхами вирішення зазначеної проблеми та підвищення боєздатності авіації вважається проведення ремонту, переведення на експлуатацію за технічним станом та модернізація авіаційної техніки. Доповідь присвячена питанням щодо аналізу промислових можливостей оборонно-промислового комплексу України стосовно модернізації вертольота Мі-2 та його використання у Збройних Силах України. У доповіді проаналізовано досвід модернізації та продовження ресурсу вертольотів Мі-2 Польщею та Російською Федерацією, визначено перелік обладнання, яке планується встановити на модернізований вертоліт згідно затвердженого вибору варіанту (технічного обрис) модернізації вертольота. До того у ж доповіді підкреслено позицію Командування Повітряних Сил та Сухопутних військ Збройних Сил України щодо використання модернізованих вертольотів Мі-2 у якості учбово-тренувальної техніки для навчання та підвищення професійного рівня льотного складу. Викладено пропозиції по основних проблемних питаннях щодо продовження ресурсу та модернізації вертольотів Мі-2.

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ МОДЕЛІ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

*Я.О. Белевицук, к.т.н., с.н.с.; В.О. Василець, д.т.н., с.н.с.; А.В. Поляков;
О.І. Сухаревський, д.т.н., проф.*

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Ефективна поверхня розсіяння (ЕПР) визначає радіолокаційну помітність безпілотного літального апарату (БпЛА) для засобів виявлення супротивника. Тому першочергового значення набувають завдання оцінки рівня і подальшого зниження ЕПР БпЛА. Отримання інформації про ЕПР літальних апаратів можливе або за допомогою натурального (фізичного) експерименту, або розрахунковим шляхом на моделі відповідного літального апарату. У зв'язку з досить високою вартістю і складністю проведення натурних експериментів особливу актуальності набуває розробка обчислювальних методів для розрахунку полів, розсіяних моделями літальних апаратів. У роботах, присвячених розробці методів розрахунку вторинного випромінювання найчастіше розглядаються ідеально провідні об'єкти. Запропоновано метод розрахунку полів, розсіяних конструктивними елементами безпілотного літального апарату, що враховує взаємодію багаточислової діелектричної оболонки з внутрішнім ідеально провідним об'єктом, а також внесок діелектричних елементів в загальне поле на основі методів короткохвильової дифракції. Побудована геометрична модель безпілотного літального апарату, що поєднує в собі як металеві елементи, так і багаточислової діелектричної оболонки. Отримано результати моделювання та проведено аналіз характеристик розсіяння моделі безпілотного літального апарату для різних кутів опромінення.

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ОЧИЩЕННЯ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ТЕРИТОРІЙ АВІАЦІЙНИХ ПОЛІГОНІВ

В.І. Коцюруба, к.військ.н., с.н.с.

Національний університет оборони України

Зростаюча ступінь складності гуманітарних проблем, які несуть вибухонебезпечні предмети (ВНП), викликала відповідне підвищення вимог до проведення розмінування та очищення від них території України. В контексті законодавчої бази Збройні Сили України, поряд з іншими заходами, проводять очищення колишніх військових полігонів від ВНП. Основною метою цього заходу є зменшення ризику ураження ВНП населення України, розмінування території колишніх полігонів та передачі цих територій місцевим органам самоврядування. Згідно з планами протягом чотирьох років (у період з 2008 року до кінця 2011) передбачалось очистити від ВНП і передати п'ять колишніх військових полігонів, серед яких найбільш забрудненими ВНП й досі залишаються території колишніх авіаційних полігонів "Кам'янка-Бузька", "Буща", "Херсон". У доповіді наведені характеристики полігонів, результати виконання завдань групами розмінування та причини уповільнення виконання запланованих обсягів завдань: значно більша ніж очікувалась щільність ВНП; скорочення річних термінів виконання завдань в наслідок відсутності вчасного фінансування; невідповідність наявної чисельності особового складу та кількості озброєння і військової техніки запланованій; недостатнє врахування можливого впливу фізико-географічних та погодних умов на виконання завдань; нераціональні витрати часу на допоміжні функції (пересування, тощо). Проведений аналіз досвіду очищення від ВНП території колишніх авіаційних полігонів показав наявність цілої

низки проблемних питань. При цьому, напрямки подальших досліджень повинні бути зорієнтовані на розробку науково обґрунтованих організаційних та інженерно-технічних заходів, спрямованих на підвищення якості проведених робіт і уточнення нормативів з виконання завдань щодо розмінування місцевості та об'єктів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІ ЛОПАТЕЙ НЕСУЧОГО ГВИНТА НА РЕЖИМІ ОСЬОВОГО ОБТІКАННЯ

В.А. Бердочник, к.т.н., доц.; Ю.І. Миргород, к.т.н., проф.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Метою запропонованої доповіді є ознайомлення з результатами досліджень щодо порівняльного аналізу впливу кількості лопатей несучого гвинта на його аеродинамічні характеристики на режимі осьового обтікання, зокрема під час роботи на місці. Як об'єкт дослідження розглянутий несучий гвинт, геометричні і кінематичні параметри якого відповідають несучому гвинту вертольота Ми-8МТ. Кількість лопатей гвинта змінювалась від 1 до 8. Кут встановлення лопаті змінювався від 5 до 14 градусів. Дослідження проведені з використанням моделі несучого гвинта, побудованої за вихровою лопатевою теорією та теорією елемента лопаті. Критеріями порівняння обрані: 1) тяга несучого гвинта при заданій наявній потужності силової установки; 2) потрібна потужність силової установки для забезпечення заданої тяги. Оцінено шляхи модернізації несучої системи вертольота при можливій заміні силової установки.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТУПЕНЯ ТУРБИНИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СКЛАДНОГО ПРОСТОРОВОГО ПРОФІЛЮВАННЯ ЛОПАТОК

Ю.П. Волков; В.М. Пташнік

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

В проточних частинах турбомашин внаслідок просторової структури потоку виникають вторинні течії, які є додатковим джерелом втрат кінетичної енергії (кінцевих втрат). У вінцях ступенів з малою відносною висотою та малою хордою, які застосовуються в робочих колесах турбін високого тиску кінцеві втрати сягають високих значень. Один з найбільш ефективних способів зменшення кінцевих втрат – застосування просторового профілювання лопаток. За допомогою програмного комплексу FlowER проведено числове дослідження можливості підвищення газодинамічної ефективності ступенів турбіни високого тиску з використанням просторового профілювання лопаток. Комплекс програм FlowER дозволяє проводити розрахунки тривимірної в'язкої течії газу в проточних частинах турбомашин. Досліджено вплив складних осьового та колового навалу (стрілоподібності та шеблеподібності) робочих та напрямних лопаток на структуру потоку та газодинамічні характеристики ступеня турбіни. Описано механізми та встановлено основні закономірності впливу різних видів профілювання на показники газодинамічної ефективності ступеня турбіни високого тиску. Отримано лопатки напрямного апарату та робочого колеса зі складними осьовим та коловим навалами, які забезпечують зменшення втрат кінетичної енергії. Запропоновано нові форми профілювання лопаток робочого колеса – зі складною формою лінії стекінгу, однібічна шаблеподібність та складна крутка, використання яких дозволяє підвищити газодинамічну ефективність проточної частини.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ УСУНЕННЯ ВПЛИВУ КОРОЗИЙНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ В ПРОЦЕСІ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ЗБЕРІГАННЯ

*М.О. Єршолін; Д.А. Кольцов; В.С. Ніколенко; А.В. Резнік
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

На цей час у всьому світі найбільш перспективною вважається система експлуатації авіаційної техніки за технічним станом, при якій АТ експлуатується в межах раніше визначених годинних ресурсів з поетапним збільшенням міжремонтних (призначених) термінів служби. Однак, піл час такої стратегії технічної експлуатації та у період нестабільного постачання ПММ можуть порушуватись терміни заміни рідин у системах ЛА. Як свідчить досвід експлуатації, на деяких типах авіаційної техніки може виникнути проблема накопичення води у гідросистемі с подальшим розвитком корозійних процесів їх деталей, які, в свою чергу, приводять до відмов. Виникає необхідність у розробці нових профілактичних заходів в боротьбі з конструктивно-виробничим недоліком гідросистеми. Основною метою цих заходів повинно стати збільшення життєвого циклу агрегатів гідравлічної системи і всього літального апарату. Для вирішення питання одним зі шляхів є обезводнення гідросуміші, такими методами як: відстоювання (займає багато часу); центрифугування (разом з водою відфільтрується загусник ВІНПОЛ); розділення емульсій в електричному полі (разом з водою відфільтрується загусник ВІНПОЛ); обезводнення нафтопродуктів пористими матеріалами. Застосування пористих матеріалів для обезводнення нафтопродуктів володіє багатьма перевагами в порівнянні з іншими методами: з нафтопродуктів можна одночасно видаляти вільну воду і тверді частинки забруднень, що значно розширює область застосування фільтрів-сепараторів; відсутність в них деталей, що рухаються і обертаються, робить їх безпечними в експлуатації. Фільтрувальний пористий елемент пропонується виготовляти шляхом введення і наступного видалення пороутворювача. У якості пороутворювача пропонується використання NaCl , щільність якого близька до щільності матеріалу фільтра. Отримавши параметри та матеріал фільтроелементу-водовідділювача, було запропоновано модернізація пересувної фільтраційної установки ФГУ-8/70 шляхом дообладнання фільтром-водовідділювачем. Ця установка повинна працювати від джерела аеродромного живлення постійного струму і представляє собою рухомий агрегат з рукавами для підключення до бортових штуцерів гідросистеми літака і дозволяє перевіряти її працездатність та проводити очищення ГР від вологи.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ОТВ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ ОВТ АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

*О.І. Кремешиний, к.т.н., с.н.с.; А.П. Корнієнко, к.т.н., с.н.с.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

При створенні складних технічних систем, якими є системи, комплекси (зразки) озброєння і військової техніки (ОВТ) Збройних Сил, особливе значення мають ранні етапи їх створення і, насамперед, етап воєнно-наукових досліджень, пов'язаний з обґрунтуванням концепцій, технічних обрисів і вимог до перспективних систем, комплексів (зразків). Особливістю досліджень щодо формування оперативно-тактичних вимог (ОТВ) до ОВТ авіації є те, що авіаційний комплекс (АК), під яким розуміється літальний апарат, що забезпечує рішення завдань за призначенням з

використанням систем і засобів підготовки його до застосування, систем управління, озброєння і засобів керування озброєнням, при попередніх дослідженнях і зовнішньому проектуванні розглядається як функціональний елемент системи озброєння авіаційного угруповання. При цьому визначаються його місце і роль у системі озброєння, виходячи із чого, установлюються завдання, виконання яких покладається на АК, і формуються ОТВ до нього. Прийняття рішень на розробку нового або проведення модернізації існуючого зразка ОВТ повинні здійснюватись: на підставі відповідних наукових досліджень військового, технічного і економічного характеру, що мають виконуватись з дотриманням ієрархічності; за умови обов'язкової співпраці замовника з промисловістю (техніко-економічного обґрунтування); на базі сучасного науково-методичного та нормативного забезпечення. Невиконання зазначених вимог може привести до неможливості успішного завершення проекту при значних втратах часу і великих витратах державних ресурсів.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЛЕГКИХ МЕМБРАННИХ УКРИТТІВ ДЛЯ ПОТРЕБ ПС ЗС УКРАЇНИ

*О.Б. Леонтьєв, д.т.н., проф.; О.М. Компанієць, к.т.н.; А.Д. Бердочник
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Укриття є елементами бойового авіаційного комплексу (БАК), що забезпечують досягнення його певних властивостей. Одним із перспективних засобів збереження авіаційної техніки є легкі мембранні укриття (ЛМУ). Однак, перед прийняттям рішення щодо застосування цього типу укриттів постає задача оцінки ефективності та доцільності їх використання для потреб Повітряних Сил Збройних Сил (ПС ЗС) України. Оскільки укриття є засобами забезпечення функціонування БАК, відповідно до основних принципів системного аналізу їх потенційна ефективність повинна оцінюватися через вплив на ефективність БАК в цілому. Такого роду вплив може бути оцінений через оцінку впливу на властивості АТ, як оцінюваного елемента БАК. Визначено критерій оцінювання ефективності застосування ЛМУ, який представляє собою відношення ефекту від застосування укриття до вартісних витрат. Проведено дослідження за методом аналізу ієрархій щодо розрахунків вектору пріоритетів застосування ЛМУ для потреб ПС ЗС України. Обґрунтована доцільність застосування ЛМУ в частинах ПС ЗС України.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА ДЛЯ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

*Т.П. Мухіна, к.хім.н., доц.; Н.О. Назаренко, Д.С. Черевко
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Авіація від самого початку і до останнього часу в якості основного джерела джерело енергії використовує нафтові палива. Поршневі двигуни перших літаків і вертольотів працювали на бензині. Прагнення збільшити швидкість примусило перейти до газотурбінних двигунів, що витрачають суттєво більше пального (авіаційного гасу). Стійка тенденція зростання споживання нафтових палив призвела до значного збільшення темпів витрачання непоновлюваних запасів нафти, які за прогнозами науковців можуть бути повністю вичерпані уже в нинішньому столітті. Отже людство повинне у короткий термін вирішити проблему заміни нафтових палив на альтернативні. В доповіді відмічається, що одним з ефективних варіантів заміни нафтових палив є криогенні палива – рідкий водень і зріджений природний газ, що складається переважно з метану (ЗПГ). Сьогодні рідкий водень є дорож-

чим, а ЗІП у 2 – 3 рази дешевшим, ніж нафтові палива. Спроби використання ЗІП на літаках і вертольотах різних типів показують, що це пальне дозволяє на 20 – 40 % знизити вартість авіаційних перевезень та на 20 – 30 % підвищити ресурси авіаційних двигунів, значно зменшити кількість шкідливих викидів. Однак маються й проблеми, що полягають у високій вибухо- і пожежонебезпечності даного виду палива, залежності ефективності його застосування від температури. Іншою альтернативою є використання синтетичних вуглеводневих авіаційних палив та біопалива, які, на думку фахівців, за екологічними властивостями та за цінovими параметрами є більш перспективними ніж традиційні нафтові палива.

ДЕЯКІ ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЛОПАТОК ПЕРСПЕКТИВНИХ АВАЦІЙНИХ ГТД

Л.Ю. Новосад, к.т.н.

ЦНДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України

На теперішній час практично усі деталі газотурбінних двигунів (ГТД) мають захисні або зміцнюючі покриття. Вони в значній мірі визначають ресурс і надійність ГТД, а також технологічну досконалість двигуна. У ГТД 5 і 6-го покоління використовуються монокристалічні лопатки із жаростійких сплавів (ЖС) 2 та 3-го покоління з транспіраційною системою охолодження (ТСО). Для захисту зовнішньої поверхні пера лопаток турбін з ТСО використовують теплозахисні покриття (ТЗП). Покриття на лопатках турбін забезпечують не тільки економію дефіцитних сплавів, завдяки збільшенню довговічності літаків, але й дозволяє зберегти енергетичні ресурси при експлуатації. Це є важливим показником при порівнянні ефективності різноманітних металургійних технологій нанесення покриттів на лопатки ГТД. Серед основних вимог, які висуваються до ТЗП, є: мінімальний коефіцієнт теплопровідності, максимально можливий коефіцієнт лінійного розширення α_T , низька газопроникність, густина, підвищена в'язкість руйнування. В залежності від температурних параметрів та циклічності роботи турбіни необхідно корегувати хімічний склад окремих шарів покриття та погоджувати його в наступних парах: зовнішній і внутрішній шари в покритті або внутрішній шар покриття з основою (матеріалом лопатки). Сучасні технології формування ТЗП для лопаток ГТД припускають використання хімічних сполук екзотичного хімічного складу, які застосовуються як друга фаза у керамічному покритті $ZrO_2-Y_2O_3$, наприклад, $LaPO_4$.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ СТРУКТУРНИХ ПОРУШЕНЬ В КАНАТАХ З ПРУЖНИМ СЕРДЕЧНИКОМ

Л.А. Олексієва, к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Проведені теоретичні дослідження канатів, на основі яких виявлено, що в сталевих канатах з пружним сердечником виникають залишкові деформації в дротах та пасмах внаслідок несиметричності механічних властивостей дротів, а також порушень технологічного процесу виготовлення або режиму експлуатації. Математичні залежності щодо деформацій в елементах канатів з металевими та металлоорганічними сердечниками були перевірені в лабораторних умовах при структурних порушеннях цілісності конструкції каната. Явище штопора, що отримане в лабораторних умовах, повністю відповідає випадкам, які спостерігаються при експлуатації каната. Це підтверджує правильність теоретичних висновків і дозво-

ляє визначати організаційно-технічні заходи, які допоможуть усунути штопор в сталевих канатах з пружним сердечником.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПЕРЕХОДУ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ЄДИНОМУ МАСТИЛІ

А.В. Русанов, д.т.н., с.н.с.; О.В. Гальчун; А.Ш. Бекіров

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Останні чотири десятиліття у всіх промислово-розвинених країнах характеризуються посилення уваги до проблем тертя і зносу, шкідливі наслідки яких, по припущенню американських дослідників, оцінюються безповоротною втратою 5-10% національного валового продукту щорічно. Рішення цих задач у значній мірі пов'язано з удосконалюванням роботи вузлів тертя, що маються в машинах і механізмах. Одним з основних прикладних напрямків розвитку досліджень в області трибології сьогодні є синтез і виробництво ефективних мастильних матеріалів і присадок (до 20% внеску трибології в народне господарство). Контакт твердих тіл при граничному мащенні значно відрізняється від ідеального контакту тіл – площа контакту має менше значення, а питома навантаження збільшується. При цьому речовини та в'язкість олів мають змогу значно впливати на задиростійкість. Мастильна дія присадок засновано на утворенні міцних адсорбційних шарів, що перешкоджають металевому контактowi третьюх тел. Хімічно активні речовини виділяють при розкладанні на активні елементи, що утворюють у процесі хімічної реакції з металом модифіковані поверхневі шари, що перешкоджають металевому контактowi третьюх тіл при важких режимах тертя (граничне мащення). Підбір присадок із заданою температурою розкладання представляє значний інтерес при створенні нових протизносних, протизадирних і антифрикційних присадок до олів. Наявність великої номенклатури деталей машин, складність механізму процесу заїдання, а також широкий діапазон змін умов і режимів роботи є причиною існування значної кількості методик і конструкцій експериментального устаткування, призначеного для дослідження протизадірної стійкості матеріалів пари тертя, властивостей мащень. Проведення досліджень надали наступні висновки. Концентрація пакета присадок є впливовим фактором з погляду всіх трьох показників мастильної дії. Однак існує деякий діапазон концентрацій пропонованого пакета в базовій оліві, де параметри мастильної дії також досить високі.

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГОЛОВНОГО РЕДУКТОРА ВЕРТОЛЬОТУ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗА ЙОГО ВІБРАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

О.А. Рогаченко; Р.П. Сова; І.В. Федотов; С.Ю. Шатохін

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Цивільна авіація є однією із складових транспортної системи України. Не зважаючи на значні проблеми, що мають місце при її використанні роки – зростання вартості літальних апаратів та їх обслуговування, витрати на підготовку обслуговуючого персоналу, все ж таки частка використання ЛА цивільної авіації для вирішення різних задач постійно зростає. Однак у зв'язку із об'єктивними проблемами оновлення парку ЛА не проводиться, одним із шляхів підтримання надійності парку є встановлення новітніх систем діагностики технічного стану ЛА. Розробка методів ранньої діагностики стану авіаційної техніки та відпрацювання рекомендацій щодо порядку її експлу-

атації є одним із напрямків забезпечення безпеки польотів ЦА. Результати вирішення даної проблеми дозволяють робити висновки про зміну технічного стану найбільш відповідальних агрегатів вертольоту, а в подальшому дати можливість експлуатації старіючого парку АТ. Одним з основних показників оцінки технічного стану є оцінка рівня вібрації в процесі експлуатації. Проведений аналіз статистичних даних про відмови авіаційної техніки, що привели до авіаційних подій свідчить що досить велика частка АП належить до відмов АТ – це близько 30%. Однак як свідчить приведений аналіз відмов їх внесок у аварійність збільшується. Це пов'язано з низькою ефективністю планово-попереджувальної системи експлуатації за тих умов що склалися. При цьому ефективність попереджувальних робіт на силовій установці досить низька, та не дає змогу попередити виникнення відмов як на землі так і в польоті. Основною причиною відмов головного редуктора є неякісний його ремонт. Для оцінки технічного стану був використаний вібродіагностичний метод контролю. Проведений аналіз схеми головного редуктора вертольота дозволив визначити джерела вібрації які можна представити у вигляді 3 груп: перша група – шестерні, підшипникові вузли, вали; друга група – погрішності виготовлення деталей, недоліки збірки, динамічні властивості конструкції об'єкту діагностики; третя група – дефекти шестерень, підшипникових вузлів і валів виникаючі в процесі експлуатації. Вібрація від першого і другого джерела створює початковий рівень вібрації, вібрація від третьої групи дає приріст вібрації в експлуатації. Для проведення досліджень із конструкції головного редуктора було виділено привід вентиляторної установки у зв'язку із низькою його надійністю. Таким чином в процесі досліджень визначено, що методи та засоби діагностики стану агрегатів трансмісії, і у тому числі, головного редуктора вертольота мають низьку ефективність, та не дозволяють визначати фактичний технічний стан, а, отже, прогнозувати його зміну в процесі експлуатації. Аналіз структурної схеми джерел вібрації головного редуктора дозволив визначити, що основними джерелами є підшипникові вузли котіння, зубчаті передачі і вали. В результаті проведених досліджень було встановлено, що існує зв'язок між зміною рівня вібрації та наробітком.

СТАН НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ ФОРМУВАННЯ ТТВ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

К.В. Сюлев; А.В. Приймак, к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

В доповіді відмічається надзвичайна актуальність проблеми створення сучасного безпілотного авіаційного комплексу (БАК) для потреб Збройних Сил України. Ця актуальність, на думку авторів, обумовлена сформованою керівництвом країни та озвученою міністром оборони концепцією розвитку Збройних Сил, яка має чітке орієнтування на зменшення їх затратності, підвищення мобільності та ефективності. Однак, говорячи про закупівлю чи створення будь-якого зразка військової техніки, потрібно мати уявлення про стан науково-методичного апарату формування ТТВ, який дозволяє замовнику приймати рішення щодо доцільності, як економічної, так і технічної, прийняття його на озброєння. В зв'язку із цим авторами робиться докладний аналіз існуючих підходів щодо формування основних ТТВ до перспективних зразків озброєння та військової техніки, порівняльного аналізу існуючих та перспективних зразків, дається їх загальна характеристика та характеристика перспектив застосування. Особливе місце в доповіді займають

питання організації процесу вибору критеріїв та показників оцінки досконалості БАК. Показано, що базовими поняттями тут виступають поняття аналіз та синтез. Зміна акцентів в сторону синтезу, як базового поняття, на думку авторів доповіді, дозволяє більш чіткіше уявити собі всю багатогранність поставленої наукової задачі та підійти до її вирішення враховуючи наступні принципи, що закладені в основі сучасного системного мислення: поведінка кожного елементу впливає на поведінку комплексу в цілому; поведінка елементів, їх взаємодія та взаємодія з комплексом в цілому є взаємозалежними; системи та підсистеми впливають на поведінку комплексу, однак ні одна з них не здійснює такого впливу незалежно.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРІБОТЕХНІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ДЛЯ ПОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ РУХОМИХ ЗАСОБІВ НАЗЕМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЙ АВІАЦІЇ

Г.П. Сігайло; М.Г. Стадніченко; С.В. Степанов

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Існуюча в Україні схема використання автомобільної техніки останніми роками обумовлює ситуацію, коли 75 – 80% її облікового складу знаходиться в експлуатації з використаним ресурсом, що викликає необхідність в підвищенні довговічності вузлів і агрегатів автомобілів при ремонті і технічному обслуговуванні. Це в першу чергу відноситься до двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ).

Нині вже не викликає сумнівів про ефективність нової технології тріботехнічного відновлення робочих поверхонь деталей кінематичних вузлів в процесі їх експлуатації в присутності спеціальних добавок. Енергію руйнування (зношування) вдалося спрямувати на створення нових, більш якісних поверхневих шарів деталей.

Результати контрольних вимірювань експлуатаційних показників ДВЗ і агрегатів трансмісії і питомих витрат паливно-мастильних матеріалів рухомих засобів забезпечення дій авіації, проведених до обробки трібовідновлювальної суміші (ТВС) «Комбат», після 1000 км і 2000 км пробігу автомобіля в процесі натурних випробувань свідчать: за час експлуатації автомобіля циліндро-поршнева група ДВЗ має нерівномірне зношування по групам циліндрів з різницею компресії від 0,07 до 0,18 МПа. Найменше значення компресія має в 4-му, 5-му, 6-му циліндру; на діаграмах швидкості зношування ДВЗ і агрегатів трансмісії присутні високі значення рівня акустичної емісії, який перевищує середнє значення в 1,5 – 2 рази, що свідчить про наявність дефектів на поверхні тертя агрегатів, які контролюються, типу задирів і викрашувань; у результаті обробки ТВС «Комбат» ДВЗ відбувається значне підвищення компресії у циліндрових групах 5 та 6 і деяке зниження в решті циліндрів. Це пов'язано з динамікою виникнення металокерамічного шару; вимірювання швидкості зношування методом акустичної емісії показує суттєве зменшення показників по усім досліджуваним вузлам. Найбільш значне зниження параметрів акустичної емісії спостерігається для ДВЗ в 9 разів, для коробки передач – в 4 рази, для заднього мосту – приблизно в 6 разів; з експертної оцінки водія при експлуатації автомобіля значно зменшився шум при переключенні і роботі коробки передач; в результаті обробки ТВС «Комбат» ДВЗ компресія підвищилася у всіх циліндрах до параметрів, які досягаються при капітальному ремонті ДВЗ (0,78-0,8 МПа). Різниця компресії в циліндрах не перевищує 0,2 МПа. Даний ефект досягається за рахунок утворення металокерамічного шару. Це призвело до підвищення тиску оливи у масляній системі на 0,4 МПа; вимірювання швидкості зношування рухомих спряжень

методом акустичної емісії показує суттєве зменшення показників по всім оброблюваним вузлам. Для ДВЗ зафіксовано зменшення у 70 разів, для коробки передачі – приблизно у 6 разів, для заднього мосту – 8 разів; підвищення компресії і зниження коефіцієнта тертя за рахунок використання технології репараційного відновлення призвело до зменшення питомої витрати палива на 8,5%, і оливи на згар на 16%.

ОДИН З ПОГЛЯДІВ ЩОДО ОНОВЛЕННЯ ПАРКУ ЛІТАКІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ

М.Б. Сушак¹, к.т.н., с.н.с.; Р.М. Чигрин², к.т.н.; Д.В. Бердочник²

¹ЦНДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України

²Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Незважаючи на те, що в Європі понижується рівень конфронтаційного мислення – рівень воєнної безпеки України повинен підтримуватись на достатньому рівні. Важливою складовою підтримання рівня воєнної безпеки країни нині є стан парку літаків тактичної авіації, а саме винищувачів типу МіГ-29 та Су-27, основне призначення яких, перехоплення порушників повітряного простору та завоювання переваги у повітрі. В доповіді висвітлюється проблема оновлення парку літаків-винищувачів та пропонуються заходи щодо її вирішення. Розглядаються питання ремонту парку літаків тактичної авіації (з повним навантаженням авіаремонтних підприємств) з одночасним виконанням робіт щодо їх модернізації в частині, що стосується навігації та ураження повітряних (наземних) цілей. Окрім розглянуто ряд заходів, що радикально покращують експлуатаційні характеристики винищувачів. А саме: підсилення найбільш "слабких" елементів планера, упровадження наземної автоматизованої системи контролю, що здатна накопичувати статистичну інформацію про стан кожного літака і дозволяє прогнозувати поведінку його систем та агрегатів. За рахунок впровадження цих заходів та нової системи діагностики з переходом на експлуатацію за технічним станом призначений термін служби винищувачів можливо поетапно збільшувати до 40 років. Експлуатація за технічним станом дозволить скоротити вартість льотної години майже до 40%. В доповіді також надаються пропозиції щодо співпраці з Росією в питаннях оновлення парку літаків тактичної авіації.

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ УДАРНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЕКІПАЖУ ПРИ АВАРІЙНІЙ ПОСАДЦІ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

В.Р. Схабицький; В.А. Голуб, к.т.н., с.н.с.; С.П. Бісик

ЦНДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України

Сучасні засоби аварійного рятування екіпажів літальних апаратів (ЛА) представляють складні технічні системи, що мають забезпечувати безпеку екіпажу при падінні ЛА. Непереривний розвиток літакобудування, збільшення швидкостей і висот польотів, зміна тактики застосування авіації, підвищення маневреності літаків призводять до ускладнення різноманітних бортових систем і збільшенню їх числа на ЛА. Проходить це поряд зі збільшенням надійності вказаних систем і ЛА в цілому. Однак практично завжди залишається імовірність пошкодження, в результаті якого подальший політ стає неможливим і екіпаж змушений негайно покинути ЛА або провести вимушену аварійну посадку. Аварійна посадка може бути використана для завершення польоту на будь-якому типі ЛА. В багатьох випадках аварійна посадка – основний спосіб рятування екіпажу та пасажирів ЛА в аварійній ситуації, однак вона супроводжується рядом несприятливих факторів,

основним з яких є ударні перевантаження, що здійснюють руйнівний вплив на елементи конструкції ЛА та організм людини. Результати проведеного аналізу вказують на те, що аварійні посадки ЛА найчастіше проходять на вертольотах та супроводжуються високими показниками загибелі (39 – 45%) та травмування (20%) льотного складу. На сьогоднішній день найбільш розповсюдженими засобами збереження життя екіпажів при аварійній посадці являються система пасивного захисту екіпажу ЛА. Основною проблемою при створенні такої системи є обмежені фізіологічні можливості людського організму в умовах впливу на нього ударних перевантажень викликаних падінням ЛА. Оцінка ефективності прийнятих конструктивних рішень підвищення рівня системи пасивного захисту екіпажу ЛА, для зменшення ударних перевантажень, має базуватись на даних медико-фізіологічних досліджень витривалості людиною ударних перевантажень з відповідними критеріями оцінки. Пропонується у якості критерію оцінки пасивного захисту екіпажу ЛА прийняти імовірність травмування людини при аварійній посадці ЛА, що визначається кількісно як функція від одного чи декількох параметрів (сили, перевантаження та інше), які контролюються на механічних еквівалентах людини (англ. Hybrid dummy) або її скінченно елементних моделях. Оскільки різні частини тіла по різному реагують на дію перевантажень, тому імовірність травмування визначається для окремих частин тіла, а саме: голови, шії, хребта та внутрішніх органів. У якості критерію травмування голови прийнято критерій NIC (англ. Head Impact Criterion). Критерій оцінки імовірності травмування шії – N_{ij} , N_{km} , NIC , NIC^* . При цьому критерій N_{km} , NIC , NIC^* використовується при ударах з тильної сторони тулубу людини, а критерій N_{ij} з фронтальної. При аварійній посадці ЛА травмування хребта людини є основною травмою. Для оцінки імовірності травмування хребта використовується індекс динамічної реакції – DRI (англ. Dynamic Response Index) вздовж вертикальної осі тулуба людини.

Слід відмітити, що значення обраних критеріїв залежать від допустимої імовірності отримання травми людиною, що обирається для конкретної системи при проектуванні ЛА. В результаті проведеного аналізу обрані критерії оцінки імовірності травмування екіпажу ЛА при аварійній посадці, які пропонується використовувати при оцінці пасивного захисту екіпажу ЛА та при висуванні вимог до неї.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ АЕРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В.Г. Лебедь, к.т.н., доц.; А.Л. Сушко

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

В авиации вопросами безопасности полетов летательных аппаратов уделяется большое внимание. Особое внимание – вопросам сваливания и штопора, т.к. в современных условиях 18...20% всех аварий и катастроф самолетов связано со сваливанием последующим попаданием в штопор. Сваливание происходит в полете на углах атаки близких к критическим или превышающих их. Поэтому для предотвращения сваливания необходимо увеличивать критические углы атаки на крыле. На современных летательных аппаратах для предотвращения отрыва пограничного слоя на больших углах атаки применяется механизация передней кромки крыла (предкрылки, носовые щитки, отклоняемые носки). Но, как показывают эксперименты, это приращение составляет $\Delta\alpha_{кр} \sim 3...5^\circ$. Эффективным способом улучшения

аэродинамических характеристик летательных аппаратов при больших углах атаки является управление пограничным слоем, которое подразумевает под собой сдув или отсос. В докладе предлагается методика расчета характеристик пограничного слоя на крыле и применение отсоса для ликвидации отрыва пограничного слоя. Также в докладе предложен выбор рациональных параметров отсоса пограничного слоя в которые входят: место размещения щелей отсоса на крыле, скорость отсоса, затраты мощности для проведения отсоса пограничного слоя.

СИСТЕМА ІСКРО-ПЛАЗМОВОГО ЗАПАЛЮВАННЯ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

*К.В. Коритченко, к.т.н., с.н.с.; О.В. Галак; Ю.В. Ковцур
Факультет військової підготовки НТУ «ХПИ»*

Науково-технічна задача надійного пуску газотурбінного двигуна є складовою забезпечення високого рівня бойової готовності літального апарату. Пуск двигуна ускладнений на великій висоті, та потребує підвищеної енергії запалювання. Сучасні конденсаторні системи запалення, що застосовують у літальних апаратах, забезпечують запалення за рахунок збільшення періодичності іскрового розряду, що не завжди забезпечує надійний пуск двигуна. Пропонується вирішення питання пуску газотурбінного двигуна за рахунок застосування системи іскроплазмового запалювання. В даній системі збільшено енергію іскрового розряду шляхом реалізації двостадійного пробую, де на першій стадії відбувається високочастотне пробиття проміжку, а на другій – розвиток імпульсної дуги. В роботі теоретично обґрунтовано розвиток процесів запалювання в багатокомпонентній горючій газовій суміші. Розглянуто механізми впливу на розрядний процес, що забезпечують підвищення долі енергії розряду, яка перетворюється у тепло. Запропоновано техніку вимірювання вольт амперної характеристики іскрового розряду по результатам обробки миттєвих значень розрядного струму та розрахунку перехідного процесу у RLC-колі. Наведено результати експериментальних досліджень запалювання збіднених паливно-повітряних сумішей.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ НАДІЙНОСТІ ТА ВИТРАТ ПАЛИВА НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

Є.Ю. Іленко, к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Для вибору оптимального (з точки зору забезпечення мінімальних витрат на експлуатацію авіаційних двигунів АД) варіанта двигуна для літального апарату встановлено зв'язок між потрібними значеннями зменшення питомої витрати палива і підвищення показника надійності АД для зниження у таких випадках експлуатаційних витрат по АД на одну й ту ж величину. Порівняльний аналіз ефективності впливу на експлуатаційні витрати АД його надійності та питомої витрати палива свідчить, що необхідність підвищення надійності набуває особливого значення для дорогих АД, до яких належать турбореактивні двигуни з великим ступенем двоконтурності блочної (модульної) конструкції та високим рівнем контролепридатності. Також виявлено, що зниження витрат на експлуатацію надійних двигунів любого типу доцільно здійснювати за рахунок зменшення у них питомої витрати палива, а у менш надійних – за рахунок підвищення їх надійності. Збіль-

шення показника надійності АД з $T_{дсд}=6000$ годин до $T_{дсд}=9000$ годин рівноцінно зниженню питомої витрати палива на $0,00044$ кг/Н·год, у той час як збільшення надійності до такої ж величини у більш надійних АД з $T_{дсд}=8000$ годин до $T_{дсд}=9000$ годин рівнозначно зниженню питомої витрати палива всього на $0,00011$ кг/Н·год. Таким чином, ефект зниження на одну й ту ж величину витрат на експлуатацію більш надійних АД досягається у 4 рази меншим зниженням питомої витрати палива, ніж менш надійних двигунів.

МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ПОМІТНОСТІ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АППАРАТУ ВР-3 «РЕЙС»

*К.І. Ткачук, к.т.н.; М.М. Бречка; А.Г. Галузинський
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Основною метою проведених досліджень є ефективне та безпечно проведення навчань з бойовою стрільбою на полігоні «Чауда». Для визначення параметрів покриття проаналізовані характеристики маршрутів польоту безпілотного літального апарату ВР-3 «Рейс». Аналіз показав, що опромінювання ВР здійснювалось зенітними ракетними комплексами двох типів. Необхідно стійко супроводжувати відбитий від ВР-3 сигнал для ефективного наведення. Попередні результати розрахунків дозволяють пропонувати в якості способу підвищення ефективної поверхні розсіяння ВР-3 часткову металізацію (наприклад вакуумне напилення алюмінію установками вакуумної металізації, більш прочне дугове напилення або покриття добро відбиваючою срібряною краскою) зовнішньої поверхні обтічника. На основі запропонованої методики проведене математичне моделювання радіолокаційних характеристик розсіювання ВР-3. Розглянуто радіолокаційні характеристики (а саме ефективну поверхню розсіяння) безпілотного літального ВР-3 «Рейс» з урахуванням заходів зі збільшення ефективної поверхні розсіяння. Проаналізовано отримані результати та зроблено висновки з ефективності запропонованого методу збільшення радіолокаційної помітності безпілотного літального апарату ВР-3 «Рейс».

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АГРЕГАТИВ Авіаційної ТЕХНІКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ОЛИВ

*В.М. Чернявський, к.т.н.; А.В. Приймак, к.т.н., с.н.с.; Г.П. Сігайло
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Забезпечення високих показників контролепридатності авіаційної техніки (АТ) є та ще довгий час залишатиметься надзвичайно актуальною науковою проблемою. Її багатогранність ініціює виникнення великої кількості напрямків досліджень, найбільш перспективним з яких є безумовно забезпечення раннього діагностування технічного стану (ТС) авіаційних трібосистем (ТрС). Пояснення вибору такого напрямку досліджень криється, на думку авторів доповіді, у великій кількості різномірних конструкцій ТрС у складі існуючих зразків АТ, в особливостях та в широкому діапазоні умов їх функціонування, у складності здійснення безрозбірного діагностування елементів ТрС, а також у серйозності наслідків відмов більшості з них. В зв'язку із цим в доповіді розглянуто один з можливих підходів щодо оцінки ТС авіаційних ТрС, який базується на використанні результатів спектрального аналізу олиव, що використовуються в системах змащування АТ. Особлива увага в доповіді акцентується на розробці підходу щодо виявлення діагностичних ознак ТС агрегатів АТ, що базується на аналізі слідів металів в пробах

авіаційних олив. Запропонована ігрова модель прийняття рішення щодо вибору в якості діагностичної ознаки зміни концентрації того чи іншого металу, надано аналіз можливих правил його прийняття. Показано, що застосування даного підходу дозволяє з множини діагностичних параметрів виконати вибір найбільш інформативних, що характеризують зміну ТС агрегатів АТ. В подальшому використання даного підходу передбачає можливість здійснення оперативної оцінки ТС агрегатів АТ та прогнозування їх залишкового ресурсу.

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ТА ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ ЛЕГКИХ ЗАХИСНИХ УКРИТТІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ПОТРЕБ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В.І. Масыгін, к.т.н., доц.; Р.М. Чигрин, к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Авіаційна техніка (АТ) є складною технічною системою, що потребує особливих умов зберігання. Для забезпечення оптимальних умов зберігання АТ застосовують авіаційні ангари. Однак розвиток АТ, зміна місць дислокації авіаційних частин є основними факторами, які впливають на збільшення витрат для забезпечення збереження літальних апаратів (побудову захисних укриттів АТ), що в умовах обмеженого фінансування Збройних Сил (ЗС) України, неможливо. З іншої сторони, в умовах відсутності широкомасштабної воєнної загрози та при сприятливих оцінках прогнозу воєнно-політичної та воєнно-стратегічної обстановки на найближчу перспективу, доцільно для дотримання умов збереження АТ в Повітряних Силах (ПС) ЗС України, використання більш дешевих легких захисних укриттів (ЛЗУ), що широко використовуються в світовій практиці. Авторами доповіді розглянуто питання можливості створення на авіаремонтних підприємствах (АРП) України легких укриттів авіаційної техніки для потреб ПС ЗС України. Проводиться аналіз потужностей АРП, надаються рекомендації щодо забезпечення їх необхідним устаткуванням та сучасними технологіями. Враховуючи вартість необхідної кількості ЛЗУ, проведення їх поточного ремонту та необхідних витрат для забезпечення виготовлення ЛЗУ, надаються висновки щодо доцільності їх виготовлення на АРП та економічного ефекту, що очікується.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОНУВАННЯ І КУТА НАХИЛУ ТРАСЕКТОРІЇ НА ПАРАМЕТРИ ПОВІТРЯНОГО СТАРТУ БПЛА

А.А. Шалигін, к.т.н.; Б.М. Крук

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Одним з можливих способів застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є їх повітряний старт з літака носія. Забезпечення необхідних параметрів траєкторії польоту та безпечних умов відділення, особливо в діапазоні надзвукових швидкостей польоту, є складним науково-технічним завданням. У ході дослідження розглядалися два варіанти компонування: нижнє та верхнє розміщення БПЛА на фюзеляжі літака носія. Вплив компонування і початкового кута нахилу траєкторії на параметри польоту при відділенні оцінювалося методом чисельного моделювання. Рух описувався системами диференціальних рівнянь, що складаються із 17 відомих рівнянь руху літального апарата як твердого тіла змінної маси. При моделюванні відділення стрибкоподібно мінялися маса літака, моменти інерції, центрування, аеродинамічні коефіцієнти mz_0 і cx_0 . Відділення БПЛА від

літака носія відбувалося під дією аеродинамічних сил. Розглядалися зміни параметрів польоту БпЛА та літака носія за 5 секунд після відділення. Керування аеродинамічними поверхнями і силовою установкою в цей час не здійснювалося.

Представлені результати чисельного моделювання і їх аналіз.

ДО ПИТАННЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ ВІЛЬНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

О.О. Юрченко, к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Мета доповіді – дослідження впливу внутрішніх силових факторів на стан механічних систем, якими можуть бути літак, ракета, космічний корабель та інші. Для вивчення важливого, з практичної точки зору, питання стійкості обертального руху використовується один із основних законів механіки – теорема про зміну кінетичного моменту системи. Внутрішні сили грають особливу роль при вивченні руху вільних механічних систем, що можна з'ясувати за допомогою теорії, яка заснована на загальних теоремах динаміки. Це твердження засновано на законі збереження кінетичного моменту в системі осей Кеніга і описується диференціальними рівняннями, які не містять внутрішніх сил. Звідси робиться висновок, що таке твердження, зроблене у загальному виді, буде досить суворим по відношенню тільки до замкнених систем, але може привести до помилкових фізичних уявлень щодо роботи ролі внутрішніх сил і, як наслідок цього, до не точних висновків. Як приклад впливу внутрішніх сил на стан системи розглянута задача керування кутовим положенням механічної системи ракета – стабілізатор, яка рухається у порожнечі і обертається за інерцією з початковою кутовою швидкістю навколо бокової осі, яка проходить через центр мас системи. Для забезпечення стійкості польоту з постійним кутом тангажу $\theta = \theta_0 = \text{const}$ треба повернути подовжню вісь ракети на деякий кут θ за час t , за допомогою підбору закону зміни відповідної функції, яка описує обертальний рух.

ПРОПОЗИЦІЇ ПО ЗНИЖЕННЮ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ПОМІТНОСТІ ВЕРТОЛЬОТУ

В.Г. Башинський, к.т.н., с.н.с

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

Вертольоти військового призначення виконують безліч різнохарактерних завдань і галузь їх використання постійно розширюється. Історія розвитку озброєння та військової техніки показує, що кожний засіб озброєння боротьби (в тому числі і вертольоти) характеризуються трьома узагальненими властивостями: бойовою міццю, мобільністю та виживаємістю. Вживаємість – сукупність властивостей вертольота, які забезпечують його здатність запобігти і (або) витримати вплив засобів супротивника без відмови від виконання бойового завдання. Інфрачервона помітність вертольоту (поряд із бойовою живучістю, засобами радіоелектронної протидії, маневреністю, засобами забезпечення маловисотного польоту, засобами рятування екіпажу та радіолокаційною помітністю) є одним із факторів, які визначають виживаємість вертольота. В статті запропонована методика, яка дозволяє оцінити стан інфрачервоної помітності вертольота (серійного або перспективного) та пропонує заходи щодо підвищення імовірності його захисту при

використанні проти нього керованих ракет з інфрачервоною головою самонаведення. Найбільш ефективним методом зниження інфрачервоної помітності вертольоту є використання: екрановихлопних пристроїв з додатковим змішуванням газів вихлопного струменю двигунів вертольота та охолоджуючого повітря; спеціального покриття гарячих частин силової установки вертольота.

АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНТЕРВАЛУ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

М.В. Гудков

Миколаївський СЦБП АФ ЗС України

Запропоновано алгоритм визначення оптимального інтервалу контролю параметрів елементів радіоелектронного обладнання (РЕО) при експлуатації авіаційної техніки (АТ) за станом з контролем параметрів. Складений алгоритм застосовує методи векторної оптимізації. Визначені критерії оптимізації - вартість експлуатації та надійність складових АТ. Розрахунок надійності АТ базується на кількісних оцінках результатів моделювання технічного стану елементів. Моделювання засновано на використанні апарату канонічних розкладів випадкових функцій. Оптимізація проводиться, за допомогою нелінійної схеми компромісів, що використовує мінімізацію скалярної згортки визначених критеріїв оптимізації.

ОБґРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ

А.В. Воронін

Миколаївський СЦБП АФ ЗС України

На сучасному етапі розвитку Збройних Сил України одним з пріоритетних напрямів підвищення боєздатності є впровадження стратегії експлуатації авіаційної техніки за технічним станом. Величезну роль в забезпеченні такої експлуатації грає інформаційно-аналітична база даних технічного стану. Від правильного вибору інструментальних засобів побудови бази даних - системи управління базами даних (СУБД) багато в чому залежить ефективність функціонування всієї інформаційно-аналітичної бази даних, а таким чином і весь процес експлуатації авіаційної техніки. Пошук оптимальної СУБД представляє собою рішення задачі багатокритеріальної оптимізації. Успішність рішення цієї задачі залежить від правильного вибору критеріїв оцінки якості СУБД та параметрів від яких залежать критеріальні функції. Автором проведено обґрунтування критеріїв вартості закупівлі та часу рішення типової задачі для пошуку оптимальної СУБД методом аналізу критеріальних поверхонь.

ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТНО-ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛЯХОМ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ОСНОВІ РЕГРЕСІЙНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛІЙ

О.Л. Бурсала, к.т.н., с.н.с.; В.М. Феденько; В.В. Панченко

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

Однією з основних складових бойової ефективності літальних апаратів є його висотно-швидкісні характеристики (ВШХ) (висота практичної стелі, максимальна швидкість горизонтального польоту, швидкопід'ємність та інш.), тому

визначенню цих характеристик під час випробувань зразків авіаційної техніки приділяється значна увага. Скорочення кількості випробувальних польотів в сучасних умовах обмеженого фінансування є актуальним та потребує використання удосконалених методик визначення ВШХ з застосуванням сучасного програмно-математичного апарату. В ході досліджень створена узагальнена модель безіндуктивного коефіцієнту надлишку тяги, складено план проведення льотного експерименту, розроблена методика ідентифікації та аналізу адекватності висотно-швидкісних характеристик літаків з ТРД. Запропонована методика ідентифікації та аналізу адекватності висотно-швидкісних характеристик літаків з ТРД дозволяє: зменшити кількість випробувальних режимів та часу на проведення випробувань; автоматизувати розрахунок ВШХ та прискорити видачу матеріалів в акт по випробуванням і для розробки керівництва по льотній експлуатації.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ БЕЗПЛОТНИХ АВАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

*В.М. Ярмолюк, к.т.н., с.н.с.; В.В. Бачинський, к.т.н., с.н.с.
Військова академія, Одеса*

У відповідності з Концепцією оснащення ЗС України безпілотними авіаційними комплексами (БпАК) на період до 2025 року, затвердженої Наказом МО України від 16.04.10 Науковий центр бойового застосування Сухопутних військ ВА (м. Одеса) приймає активну участь у дослідженнях щодо можливостей створення вітчизняних комплексів БпЛА та оснащення ними з'єднань і частин ЗС України. Однак, навіть глибока модернізація існуючих у ЗС України зразків (комплекси ВР-2 "Стриж" і ВР-3 "Рейс") суттєво не наблизить їх до сучасних світових зразків БпАК. Розроблення вітчизняних БпАК та оснащення ними Збройних Сил БпАК надасть змогу: підтримати та розвинути вітчизняну науково-технічну тапромислово-виробничу базу з розроблення, виробництва та обслуговування БпАК; створити інтегровану, багаторівневу розвідувально-ударну систему, до складу якої увійдуть БпАК різних рівнів; підвищити ефективність розвідки щодо виявлення об'єктів їх ідентифікації та передачі інформації усім зацікавленим споживачам у масштабі часу наближеного до реального, виконувати цілевказівні функції, завдання РЕБ, бойового управління, мати постійну інформаційну перевагу; створити систему підготовки спеціалістів із застосування БпАК; підвищити бойову ефективність застосування систем ОВТ Збройних Сил.

ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ АВІОНІКИ

*С.В. Вітенко; В.В. Коваленко; Н.М. Отрешко
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сучасна війна стає настільки складною, що замість терміна "поле бою" стали вживати "простір бою" (Battlespace), тобто багатовимірне простір, що інтегрує в собі всі середовища – землю, море, повітря, космічний простір, а також особливе інформаційне (кіберпростір), де теж ведеться протиборство. В мережоцентричній війні авіація перетворюється в головну ударну силу, тільки тому, що це найбільш високомобільний вид ЗС з самою швидкою реакцією на зміни обстановки, бо вона краще за інших здатна збирати (спільно з космічними військами) різноманітну інформацію про супротивника і використовувати її, завдаючи високоточні удари по ворогу. Сьогодні прогрес авіації – це чи не в першу чергу прогрес в області

авіоніки, або, як її прийнято називати у нас, бортового радіоелектронного устаткування (БРЕО). У вартості винищувача 80% становить вартість авіоніки. Саме витончена електроніка, керована потужними бортовими ЕОМ, дає машинам останнього покоління вирішальну перевагу над старою технікою. З останніх розробок – реалізація (на F-35) концепції "очі поза кабіною": дані від радара, оптико-електронних датчиків і радіотехнічних засобів комплексу самооборони синтезуються ЕОМ, і пілот з допомогою дисплея або НСЦІ може бачити все простір навколо літака, вчасно реагуючи на виникаючі загрози. Відходять у минуле звичні "стрілочні" прилади, що прозвали "будильниками". Їх замінили багатофункціональні кольорові ЖК – дисплеї. Багато процесів автоматизуються. Так, кошти постановки пасивних і активних перешкод зв'язуються в єдиний комплекс з датчиками, що реагують на опромінення літака радаром або пуск ракет, і спрацьовують автоматично при виникненні загрози. Хороший приклад такого комплексу – SPECTRA винищувача Rafale. У закінченні доповіді робиться висновок: усі пропозиції, щодо модернізації авіоніки, є технічно обґрунтованими і мають певну аналогію.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОШИБОЧНОСТИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЙ ДИСПЕТЧЕРА В АВИАЦИОННОЙ ТРЕНАЖЁРНОЙ СИСТЕМЕ

*Т.Г. Петренко, к.т.н., доц.; Ю.С. Резниченко
Донецкий национальный университет*

По современным данным в общем перечне причин авиационных аварий ошибки диспетчера занимают одну из первых позиций. В 40-70% случаев это вызвано недостатками выполнения типовых процедур. Приборная доска занимает до 90% работы авиадиспетчера. Это приводит к перегрузке как инструментальной, так и неинструментальной информацией, к ухудшению осмотрительности, появлению психологического состояния ожидания и т.д., а в результате – к отклонениям от стандартной последовательности действий. Модули оценки подготовленности диспетчера существующих авиационных тренажёров учитывают недостаточное количество факторов. В основном, выполняемый в них анализ факторов сводится к обработке количественных данных. В частности, ошибочность определяется на основании количества ошибок, что характеризует лишь результат действий диспетчера. Ошибочность последовательности действий диспетчера, зафиксированных в протоколе тренажёра, не учитывается как важнейший фактор, влияющий на подготовленность. В докладе обоснована целесообразность использования расстояния Левенштейна для оценки ошибочности последовательности действий авиадиспетчера в процессе автоматизированной подготовки. Особенностью предложенного метода является использование нечёткости для оценки ошибочности отдельных действий диспетчера с учётом их обязательного или запрещённого характера в процедуре.