

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий Аерокосмічний інститут



ПОЛІТ
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ НАУКИ

Тези доповідей XVI міжнародної
науково-практичної конференції
молодих учених і студентів

6-8 квітня 2016 року

СУЧАСНІ АВІАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Київ 2016

УДК 001:378-057.87(063)

ПОЛІТ. Сучасні проблеми науки. Сучасні авіаційні технології: тези доповідей XVI міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів, м. Київ, 6-8 квітня 2016 р., Національний авіаційний університет / редкол.: М.С. Кулик [та ін.]. – К.: НАУ, 2016. – 92 с.

Матеріали науково-практичної конференції містять стислий зміст доповідей науково-дослідних робіт молодих учених і студентів за напрямом «Сучасні авіаційні технології».

Для широкого кола фахівців, студентів, аспірантів і викладачів.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор:

Харченко В.П., в.о.ректора, д-р техн. наук, професор; заслужений діяч науки і техніки України; лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

Заступники головного редактора:

Шмаров В.М., директор Навчально-наукового Аерокосмічного інституту, д-р техн. наук, професор

Члени редколегії:

Кулик М.С., д.т.н., професор
Дмитрієв С.О., д.т.н., професор
Тамаргазін О.А., д.т.н., професор
Ігнатович С.Р., д.т.н., професор
Кіндрачук М. В., д.т.н., професор
Фіалко Н.М., д.т.н., професор
Іщенко С.О., д.т.н., професор
Кас'янов В.О., д.т.н., професор
Захарченко В.П., д.т.н., професор

Відповідальний секретар:

Геращенко Л.В., завідувач сектора організації науково-дослідної діяльності молодих учених і студентів

Контактні дані:

Координатор секції «Сучасні авіаційні технології» - Маслак Т.П.
тел. / факс: (+38 044) 406-75-97
www: <http://aki.nau.edu.ua/>, e-mail: maslakt@yahoo.com

Рекомендовано до друку

*вченою радою Навчально-наукового Аерокосмічного інституту
(протокол № 5 від 16 червня 2016).*

**ПРОЕКТУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І ДІАГНОСТИКА
АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ І ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК**

УДК 626.532.28 (043.2)

Рудвольга С.В.*Национальный авиационный университет, Киев***ОБЗОР ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ СОВРЕМЕННЫХ САМОЛЕТОВ**

Тормозная система (ТС) самолета предназначена для управления тормозами колес путем изменения величины тормозного момента, а также для автоматического устранения блокировки (юза) колес. В последнее время начинают применяться тормозные системы, в которых величина тормозного момента устанавливается автоматически из условия реализации предельного коэффициента сцепления $\mu_{пр}$. Тормозная система должна обладать достаточным быстродействием, которое характеризуется временем, протекающим с момента подачи скачкообразного максимального входного сигнала до создания максимального тормозного момента. Для тормозных систем – современных самолетов это время составляет от 1 до 1,5 с.

В настоящее время на современных самолетах применяются пневматические, гидравлические и смешанные (пневмогидравлические) ТС. По принципу действия ТС можно разделить на системы с прямым (непосредственным) и дистанционным управлениями.

В ТС с прямым управлением давление в тормозах создается специальным редукционным клапаном при воздействии на него летчика либо непосредственно, либо через систему рычагов и тяг. Тормозные системы прямого управления конструктивно проще систем с дистанционным управлением и в эксплуатации более надежны. Применяются они на таких самолетах: Ту-154, А-320, Як-40 и другие. Однако, требования быстродействия при большой протяженности трубопроводов гидросистем, на пример на тяжелых самолетах, удовлетворяются при дистанционном управлении.

В ТС с дистанционным управлением давление в тормозах создается исполнительным агрегатом (в частности редукционным клапаном) управляемым дистанционно. В этих системах управляющее воздействие преобразуется специальным датчиком в электрический, гидравлический или пневматический сигнал, преобразуемый затем в тормозное давление. Отказ от чисто механической проводки управления и необходимость перехода к дистанционному управлению обусловлены внедрением автоматики в контур ручного (штурвального) управления современных самолетов. Применяются они на таких самолетах: Ан-70, Ту-22М и другие.

На современных самолетах наибольшее распространение получили электрогидравлические дистанционные ТС. При дистанционных ТС кабина летчиков и пассажирские салоны не загромождаются магистральными трубопроводами, повышается быстродействие ТС, улучшается компоновка системы на самолете, снижается ее вес и появляется возможность в значительной степени автоматизировать процесс торможения самолета при посадке.

Научный руководитель – Т.В. Тарасенко к.т.н., доц.

УДК 681.32: 007.52(043.2)

Пашук А.В.

Криворожський коледж НАУ, Кривий Ріг

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДАМИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

В результате распознавания технического состояния (ТС), исследуемый объект должен быть отнесен к определенному классу ТС. Под классом следует понимать группу объектов, которые характеризуются набором общих свойств. При решении задач диагностирования, примерами классов ТС могут быть: «исправный газотурбинный двигатель (ГТД)», «неисправный ГТД» или «ГТД с деградированной проточной частью» и т.д.

Для классификации по обоим рассматриваемым методам необходима выборка, включающая параметры функционирования для всех рассматриваемых классов.

Процедура классификации по методу «бинарное дерево» состоит в следующем:

- найти расстояния между всеми объектами в неклассифицированной выборке;
- сгруппировать объекты в бинарное иерархическое кластерное дерево, выполняя связывание вместе наиболее близких пар объектов. При этом объекты соединяются в двойные кластеры, сформированные кластеры группируются в большие кластеры, пока не будет получено единое иерархическое дерево;
- разделить иерархическое дерево на кластеры.

После создания иерархического дерева, его необходимо разделить на кластеры. При этом необходимо определить количество классов или максимальное расстояние между объектами в одном кластере. На заключительном этапе исследования необходимо проверить, что полученные кластеры объединяют объекты, которые имеют существенное сходство. При проведении такого анализа для ГТД, необходимо получить дополнительные данные о реальном ТС объекта, представленного в наборе данных.

Метод «ближайший сосед» заключается в следующем. В случае, когда существует большая репрезентативная выборка данных, которая достаточно полно описывает определенный класс, для установления диагноза (определения класса) для новых данных, может хватить одной точки из этой выборки, которая явилась ближайшей к анализируемой.

Данный метод отличается от метода «бинарное дерево» тем, что расстояние вычисляется только до точек, а не до точек и кластеров, а учебная выборка заранее классифицирована.

Процедура такой классификации заключается в следующем:

- рассчитываются расстояния между диагностируемой точкой и всеми точками набора;
- устанавливается диагноз по классу, к которому принадлежит точка классифицируемого набора, ближайшая к диагностируемой точке.

Научный руководитель – А.В. Попов, к.т.н., доц.

УДК 62-225:662.7(043.2)

Жимбровський Ю.О.

*Національний авіаційний університет, Київ***ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОБМЕРЗАННЯ АГРЕГАТИВ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

Паливні системи сучасних літаків – це складний комплекс великої кількості взаємозалежних підсистем. До паливних систем пред'являються загальні вимоги у відношенні надійності, живучості, пожежо- і вибухобезпеки, вагових і габаритних характеристик, простоти конструкції, ремонтно- та контролепридатності й експлуатаційної технологічності.

Ціллю даної розробки є створення паливної системи, яка за своїми характеристиками надійності та живучості, пожежо- і вибухобезпеки, масової та габаритної характеристик, ремонтно- та контролепридатності, експлуатаційної технологічності задовольняла б сучасні перспективні вимоги.

Однією з найбільших проблем паливних систем є обмерзання вхідної сітки електровідцентрових насосів.

До експлуатаційних методів підвищення надійності паливної системи літаків належать наземне очищення палива від забруднень та води з допомогою фільтрів-сепараторів, застосування противодокристалізаційних (ПВК) присадок (етицелозоль і тетрагідро-фурфуриловий спирт), обмеження тривалості польотів на паливах без присадок з підвищеною температурою кристалізації, контроль температури палива в баках літаків у польоті, регламент техобслуговування задля зливання відстою з паливних баків.

Наземне очищення палива від води лише зменшує вірогідність, але не виключає накопичення води в баках і таких небезпечних явищ, як обмерзання запобіжних сіток паливних насосів, блокування струминних насосів шугою, обмерзання паливних фільтрів.

Застосування ПВК присадок має низку недоліків, унаслідок чого у світовій авіаційній практиці відмовляються від цього методу. Передусім – це значні додаткові витрати. Додавання в паливо ПВК рідин погіршує його властивості, у зв'язку з чим в паливо додатково необхідно вводити поверхнево-активну присадку ПМАМ.

Це, своєю чергою, викликає суттєве підвищення стійкості водно-паливної емульсії. Так, за наявності в паливі 0,025% присадки ПМАМ концентрація емульсійної води після відстоювання палива протягом 6 год перевищує в 1,7 рази вміст емульсії в паливі без і такої присадки за ідентичних умов емульгування та відстоювання.

За таких умов доцільно використати метод гідравлічного змивання льоду із сіток насосів спеціальними колекторами із соплами, які живляться від цього ж насоса.

Науковий керівник – Т.І. Сіващенко, к.т.н., доц.

ПРИМЕНЕНИЕ ОБУЧАЕМЫХ ПРЯМОНАПРАВЛЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ДИАГНОСТИРОВАНИИ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

При повышенной нагрузке на узлы и агрегаты ГТД его исправное состояние и функционирования достигается на основе использования стратегии управления эксплуатацией по фактическому техническому состоянию (ТС). Анализ современных диагностических систем свидетельствует о том, что существует объективная научно-техническая проблема создания комплексных систем диагностирования, построенных на универсальных принципах, обеспечивающих высокий уровень достоверности постановки диагноза и прогнозирования ТС изделий. Диагностируемый объект, а именно ГТД, является сложной системой с высокими удельными нагрузками, поэтому инженерно-техническому составу трудно оперативно оценить его состояние и выявить на разных стадиях возможные дефекты. Актуальной задачей является создание методики, позволяющей в реальном времени проводить мониторинг параметров рабочего процесса двигателя и выдавать результат в доступном, информативном виде. В последнее время, благодаря совершенствованию вычислительной техники, для решения задач классификации широко применяются технологии искусственных нейронных сетей [1]. Искусственные нейронные сети (ИНС) являются элементарной моделью биологической памяти. Они состоят из формальных нейронов, имитирующих действие биологических нейронов (рис. 1).

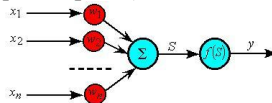


Рис. 1. Структура нейрона: x_1, x_2, \dots, x_n – сигналы, поступающие на входы (синапсы) нейрона; w_1, w_2, \dots, w_n – весовые (синаптические) коэффициенты нейрона; $f(S)$ – функция активации; y – выходной сигнал нейрона

Функция активации (ФА) $f(S)$ определяет характер преобразования входной информации нейроном. Наиболее распространенными ФА являются сигмоидальная функция и гиперболический тангенс. Множество связанных между собой нейронов образует ИНС [2]. Для решения поставленной задачи классификации ТС ГТД предлагается использовать прямонаправленные НС, выполненные в виде 3-х слойных перцептронов [3]. В качестве ФА нейронов выходного слоя сети выбрана сигмоидальная функция вида:

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-s}} \quad (1)$$

Выходное значение нейрона с ФА (1) будет лежать в диапазоне $[0, 1]$. Нейросеть следует настраивается так, чтобы выходное значение нейрона соответствовало функции принадлежности соответствующего терма. В этом случае выходное значение нейрона будет показывать степень принадлежности входного вектора $E_k = (\Delta x_{1,k}, \Delta x_{b,k}, \Delta F_{1,k}, \Delta F_{m,k})$ какому-либо нечеткому множеству A_n . Значение

ФА $\mu_{A_n}(E_k) = 1$ будет означать, что вектор E_k определенно принадлежит нечеткому множеству A_n , а значение $\mu_{A_n}(E_k) = 0$, что вектор E_k определенно не принадлежит нечеткому множеству A_n . Для распознавания каждого класса рекомендуется использовать индивидуальный 3-х слойный перцептрон, для обучения которого используется индивидуальная обучающая выборка. Число нейронов промежуточного слоя рекомендуется брать равным полусумме числа входных и выходных нейронов сети [4]. Общий вид такой НС показан на рис. 2. Структура всей диагностирующей НС для решения задачи классификации ТС отказов представлена на рис. 2.

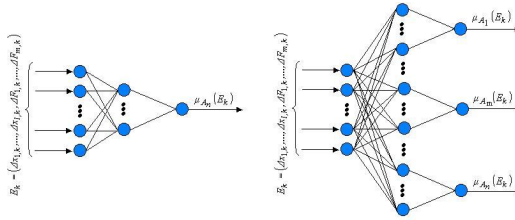


Рис. 2 – Структура диагностической НС

Принятая структура НС позволяет: проводить последовательное обучение ИНС; проводить выборочное переобучение ИНС; добавлять или удалять классы, подлежащие распознаванию. Прямонаправленная НС имеет способность представлять нелинейные преобразования, таким образом, НС способны формировать очень точную аппроксимацию для нелинейных функций любой продолжительности. Нейронные сети являются альтернативным вариантом проектирования оценочных устройств. Рассматриваемая архитектура НС позволяет применять ее при диагностировании ГТД, не используя большие вычислительные мощности. Данную сеть, можно улучшить с помощью оптимизации весов генетическим алгоритмом. Обученная НС, на основе мониторинга окружающих условий по исходной (входной) информации, может с высокой степенью точности предсказать появление дефектов в изделии и оценить степень его ТС, то есть своевременно вывести технический объект из зоны опасного режима эксплуатации для его ремонта.

Литература

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
2. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
3. Агамалов О.Н. Оценка технического состояния электрооборудования в реальном масштабе времени методом нейро-нечеткой идентификации. Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2003. №2. С. 36-44.
4. Сабанин В.Р., Смирнов Н.И., Ретин А.И. Модифицированный генетический алгоритм для задач оптимизации и управления// Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. №3-4. С. 78-85.

Научный руководитель – С.А. Дмитриев, д.т.н., проф.

УДК 629.7.027.23(043.2)

Подольчак Т.Г.

Національний авіаційний університет, Київ

АНАЛІЗ РОБОТИ КЕРУВАННЯ ПЕРЕДНЬОЮ ОПОРОЮ ШАСІ СЕРЕДНЬО МАГІСТРАЛЬНОГО ЛІТАКА ЗЛІТНОЮ МАСОЮ 40 ТОНН

Для забезпечення функціональних характеристик системи, починаючи з самих ранніх етапів її розробки, необхідно оптимізувати складний комплекс взаємодій між механічними, гідравлічними і електричними компонентами і їх підсистемами. Згідно з вимогами АП-25 працездатність механізму розвороту коліс має підтверджуватись випробуваннями на функціонування. Тому, було проведено дослідження моделі СКПС на функціональну працездатність згідно з програмою досліджень.

Для дослідження експериментальної СКПС при будь-яких можливих комбінаціях параметрів складових її елементів використовувалося моделювання на ПК за допомогою пакета прикладних програм LMS AMESim, що дає можливість розглядати проєктований об'єкт у всій його складності і різноманітні внутрішні і зовнішні зв'язки, вибираючи переваги кожного з перерахованих типів елементів для досягнення високих техніко-економічних показників складного комплексного об'єкта. Модель СКПС складена на основі гідромеханічної схеми і складається з моделей окремих елементів, а саме джерела тиску, електрогідравлічного підсилювача типу "сопло-заслінка" і з силовим механічним зворотнім зв'язком за положенням золотника, механічної частини, яка включає гідроциліндр, рейкову передачу та датчик зворотного зв'язку та стенду, який створює навантаження в залежності від кута повороту. На першому етапі моделювання проводилося налагодження моделі системи, що складається з обліку нерозрахованих параметрів, що роблять істотний вплив на роботу системи, зіставлення моделі й теоретичних даних, уточнення параметрів елементів системи.

Моделювання роботи СКПС за допомогою AMESim дозволяє враховувати вплив факторів, оцінити які експериментально дуже важко: величини перекриття вікон у керуючому золотнику; пропускну здатність ЕГП; активне й інерційне навантаження та їх взаємовплив; витрати робочої рідини на кожному окремому елементі системи; провести параметричний аналіз роботи системи; відпрацювати закон керування системою та ін. Програмний продукт AMESim є платформою для одновимірного моделювання, яка об'єднує безліч фізичних дисциплін в єдиному процесі моделювання і точно передбачає комплексне функціонування системи ще до початку її виготовлення. Тобто ми маємо можливість змоделювати систему та отримати її статичні та динамічні характеристики ще на етапі проєктування.

В результаті досліджень моделі, було доведено її функціональну працездатність. Отже дана модель достатньо чітко описує процеси що відбуваються в системі керування поворотом носової опори і може застосовуватись для її глибокого аналізу. В результаті параметричного аналізу моделі були отримані результати впливу температури робочої рідини на функціонування системи, впливу зміни діаметру поршнів рульового механізму на час перекладки навантаженої носової стійки, впливу зміни діаметру трубопроводу на функціонування системи та впливу зміни тиску на вході в ЕГП на час перекладки навантаженої носової стійки.

Науковий керівник – П.О. Макаренко, к.т.н., доц.

УДК 629.735.083.06(043.2)

Попов Д.В.

*Національний авіаційний університет, Київ***ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

Исследование качества технического обслуживания (ТО) с целью выявления причин и факторов, приводящих к инцидентам по вине инженерно-технического состава (ИТС), дали следующие результаты:

– количественная зависимость ошибок исполнителей от температуры на рабочем месте показывает, что оптимальные температурные условия работы $5\div 18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Влияние данного фактора на качество ТО следует оценивать с учетом адаптационных свойств человека, то есть оптимальные значения температуры на рабочем месте будут разными для различных регионов мира;

– значительный рост количества ошибок исполнителей при выполнении трудоемких форм ТО связано с временем выполнения функционально значимых для работоспособности систем воздушного судна (ВС) работ. При выполнении трудоемких работ характерные ошибки человека на подготовительно-заключительных операциях. Следует отметить, что 20-25 % инцидентов возникли из-за невыполнения таких простых операций как, не закончено соединения, не сняты заглушки, не закрыты люки или замки капотов, оставлены инструмент и др.;

– анализ распределения ошибок технического персонала по возрасту показал, что возрастные группы моложе 30 лет допускают ошибки, которые в основном связаны с отсутствием достаточных практических навыков по ТО. Возрастные группы старше 40 лет – допускают ошибки из-за недостаточности знаний новых конструкций ВС и современных требований по ТО ВС. Эти результаты следует учитывать при составлении программ повышения квалификации авиационных специалистов и формировании учебных групп;

– на оперативных формах ТО распределение количества ошибок в зависимости от продолжительности смены относительно стабильны, в связи с чередованием непрерывного выполнения работы с перерывами в ожидании ТО.

Такие перерывы позволяют персоналу снять психологическое напряжение и тем самым поддерживать работоспособность на протяжении всей продолжительности смены. Следует отметить, что оперативное время на оперативных формах ТО составляет не больше 40 %. На трудоемких формах ТО распределение ошибок исполнителей в зависимости от продолжительности смены соответствует аналогичным характеристикам, полученным для рабочих машиностроительных предприятий с явно выраженными периодами «утомленности» и повышением количества ошибок при увеличении времени работы, которые связаны с усталостью человека.

Анализ затрат времени ИТС на выполнение операций

Контроль качества выполнения работ техническим персоналом является составной частью технологического процесса ТО ВС, которая способствует сокращению числа ошибок исполнителей и поддержанию летной годности ВС.

Анализ рабочего дня инженеров отдела технического контроля показывает, что среднее время затрачиваемое непосредственно на контроль качества работ по ТО АТ, составляет 15-20 % от общего фонда времени.

Фактически контролируется только 50-70 % операций из числа подлежащих обязательному контролю. Неравномерное поступление требований на контроль приводит к неполному и некачественному контролю работ, «самоустранению» от контроля, потерям рабочего времени исполнителей, задержкам ВС на ТО. В результате чего, более 20 % инцидентов возникли из-за ошибок исполнителей при выполнении операций регламента, подлежащих обязательному контролю.

Анализ затрат времени работника позволяет установить степень его загруженности, определить содержание и характер затрат времени при выполнении технологического процесса ТО.

Проблема оптимизации управления ТС объектов эксплуатации может быть поставлена как в широком, так и в узком плане.

В первом случае оптимизируется схема и конструкция устройства, режимы эксплуатации, система контроля, уровень надежности, методы ТО и пр., что характерно для проектируемых объектов АТ.

Для серийных изделий характерен второй случай, когда для заданной конструктивной схемы и надежности комплектующих элементов необходимо выбрать наиболее рациональную программу ТО, обеспечивающую высокое качество обслуживания ВС.

Можно выделить следующие этапы синтеза высоконадежных эргатических систем (ЭС):

- на первом этапе определяются желаемые характеристики всей системы и требуемые характеристики человека при условии заданных характеристик ВС исходя из обеспечения оптимальной их работы;
- второй этап заключается в определении характеристик человека, которыми он располагает в данный момент, и сравнении требуемых характеристик с имеющимися у человека. Если полученные характеристики не соответствуют требуемому состоянию системы, то возникает задача отбора и обучения человека, что составляет содержание третьего этапа.

В случае, если требуемое состояние качества ЭС после отбора и обучения осталось не достигнутым, тогда оптимизируют режим обслуживания системы. Последним этапом синтеза ЭС является модернизация или замена техники.

В соответствии с этими этапами, проводятся исследования надежности сложных ЭС и разрабатываются новые методы управления режимами ТО с учетом деятельности технического персонала по поддержанию летной годности ВС.

Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании программ ТО ВС и управлении качеством ТО ВС.

Научный руководитель – В.И. Бураков, к.т.н., проф.

УДК 621.651:532.528(043.2)

Франкевич М.Е.

Национальный авиационный университет, Киев

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТА МЕСТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Ближнемагистральные самолеты занимают значительную нишу в отрасли гражданской авиации. В связи со стремительным развитием авиационных перевозок, повышение безопасности, удешевление стоимости перевозок, количество ближнемагистральных перевозок увеличивается. Исходя из этого, тема модернизации ближнемагистральных самолетов является актуальной на сегодняшний день.

Большая часть эксплуатируемых самолетов данного типа имеют механическую систему управления, то есть управление рулевыми поверхностями производится исключительно мускульной силой пилота.

Для соблюдения условий по летной годности самолета по прикладываемым усилиям на командные рычаги управления путем подгонки коэффициента передачи от командного рычага к рулевой поверхности – $K_{ш}$, что усложняет конструкцию системы.

Так же данный коэффициент необходимо варьировать в зависимости от режимов полета, что тоже усложняет конструкцию системы. Основными недостатками данной системы является соблюдение условия по ограничению прикладываемой силы пилотом на рычаги управления. При механической системе управления необходимо использовать триммеры и сервокомпенсаторы для снятия нагрузки с командных рычагов.

С целью устранения данных недостатков предлагается использование бустерной системы управления, а именно установка комбинированных агрегатов управления КАУ-30Б, что являются гидроэлектромеханическими силовыми исполнительными механизмами в системе управления.

Применение системы управления данного типа приведет к улучшению пилотируемости летательного аппарата, и позволит отказаться от использования триммеров и сервокомпенсаторов. В добавок конструкция рулевого агрегата КАУ-30Б позволяет присоединить напрямую машинку автопилота и отказаться от использования отдельного исполнительного агрегата автопилота, то повышает живучесть летательного аппарата.

Научный руководитель – Т.В. Тарасенко, к.т.н., доц.

УДК 62-768(043.2)

Кулієв Р.В.

Національний авіаційний університет, Київ

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕДОВОЇ ПРОТИОБЛІДНЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТЕРМО-МЕХАНІЧНОГО ТИПУ НАРЯДУ З ПОВІТРЯНО-ТЕПЛОВОЮ

На сьогоднішній день тенденція технічного розвитку авіаційних підприємств направлена на підвищення якості, безпеки так економічної вигоди літального апарата (ЛА). Тому в даній роботі проаналізовано два типи систем захисту ЛА від обмерзання, повітряно-теплова та термо-механічна система, запропоновано найбільш оптимальну та енергозберігаючу систему для захисту від зледеніння. Сьогодні і останні 50-60 років для захисту ЛА використовується повітряно-теплова протиобліднювальна система (ПОС), яка зарекомендувала себе як надзвичайно ефективна система. Але використання такої системи автоматично несе в собі головний недолік: потужність двигуна надзвичайно падає і як результат витрата палива збільшується. Розрахунок витрати повітря для обігріву літака злітною масою 40 тон показав, що використання повітряно-теплової системи відбираючи повітря в необхідному обсязі від високоефективних двигунів таких як Pratt&Whitney неможливо. Тому використання альтернативних ПОС для видалення льоду є надзвичайно необхідним.

Термо-механічна ПОС (TMEDS) є стратегічною комбінацією електро-теплової та електро-механічної системи (EMEDS) [1]. Розрахунок витрати енергії показав [1]:

$$Q_{TMEDS} = \frac{q}{S_0} \cdot S_{zone} \cdot n_{zone} + Q_{EMEDS} = \left(54 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \cdot 0.075 \text{m}^2 \cdot 4 \right) + 1 \text{kW} = 17,2 \text{kW}$$

Система TEMEDS працює при значно меншій потужності, ніж повітряно-теплові системи та електро-теплової ПОС. Це відбувається завдяки тому, що TMEDS, яка складається з електро-нагрівача розміщеного в обшивці літака, який в свою чергу працює не весь цикл обігріву, а тільки 3-8 сек. [1], для того щоб лише перший шар льоду був розігрітий, а потім спрацьовує електро-механічний активатор для абсолютного видалення льоду з обшивки. Тому завдяки використанню запропонованої автором ПОС, що є абсолютно необхідним авіаційному підприємству для того щоб зберігати більше енергії, використовувати менше палива та бути більш високо розвинутому. Звичайно, це буде відображено на зменшенні витрат на авіа перельоти для громадян.

Список літератури

1. Al-Khalil, Kamel: "Thermo-Mechanical Expulsion Deicing Systems – TMEDS". In: 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit 8 - 11 January, Reno, Nevada: 2007.

Науковий керівник – Ю.С. Головка к.т.н. доц.

СИСТЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ САМОЛЕТОВ

Рост максимальных скоростей полета потребовал наряду с другими мероприятиями применения менее несущих тонких профилей и увеличения удельной нагрузки на крыло, что, в свою очередь, привело к увеличению посадочных и взлетных скоростей.

Механизация крыла служит главным образом для улучшения взлетно-посадочных характеристик самолета. Основными из них являются посадочная и взлетная скорости и длины посадочной и взлетной дистанций. Выполнение основного требования, предъявляемого к механизации, - наибольшее приращение C_v на посадочных углах атаки – может быть осуществлено следующими способами: увеличением эффективной кривизны профиля; увеличением площади крыла; управлением пограничным слоем (отсасывание или сдувание), что затягивает срыв потока на большие углы атаки; управлением циркуляцией путем применения реактивных закрылков.

Отдельные виды механизации крыла, служат для различных целей. Концевые предкрылки предназначены для улучшения поперечной управляемости и устойчивости самолета, а у самолета со стреловидным крылом – и для улучшения продольной устойчивости при полете на больших углах атаки. Тормозные щитки, устанавливаемые на крыльях, служат для увеличения лобового сопротивления и используются для уменьшения скорости при совершении маневра и сокращения дистанции пробега после посадки. Гасители подъемной силы, располагаемые на верхней поверхности крыла в зоне, обслуживаемой закрылками, отклоняясь в момент посадки, обеспечивают резкое уменьшение подъемной силы, благодаря чему эффективнее можно использовать колесные тормоза, и значительное увеличение лобового сопротивления, что приводит к сокращению дистанции пробега самолета после посадки. На некоторых самолетах средства механизации используются и для улучшения маневренных характеристик самолета. Различают механизацию хвостовой и носовой части крыла. К механизации хвостовой части крыла относятся щитки и закрылки. К механизации носовой части крыла относятся предкрылки, носовые щитки и отклоняемые носки. Щиток представляет собой не профилированный элемент крыла, расположенный Закрылок представляет собой отклоняемую вниз хвостовую часть крыла. Размещаются закрылки на участках крыла, не занятых элеронами.

Различают поворотные, щелевые и выдвигаемые закрылки. На тяжелых транспортных самолетах широкое распространение получили двух щелевые выдвигаемые закрылки. Распределение нагрузки по размаху и хорде определяется по результатам продувок моделей. Кроме того, щитки и закрылки, механизмы их открытия и замки следует также проверить на случаи нагружения, соответствующие убранным их положению.

Научный руководитель – А.В. Лось, д.т.н.

ПНЕВМАТИЧНА СИСТЕМА ГАЛЬМУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Ціллю даної роботи є розробка гальмівної системи, яка за своїми характеристиками надійності та живучості, пожежо- і вибухобезпеки, масової та габаритної характеристик, ремонтно- та контролепридатності, експлуатаційної технологічності задовольняла б сучасні перспективні вимоги.

Однією з найбільших проблем гальмівних систем безпілотних літальних апаратів (БпЛА) є мінімізація її ваги та габаритів. Силкові пневматичні приводи застосовуються головним чином на літаках з малою польотною масою, де не потрібно великої енергоємності системи, а, отже, можна обійтися невеликим запасом стисненого повітря в балонах (рис. 1). За рахунок меншої маси пристроїв і трубопроводів пневматична система більше підходить за всі інші типи систем. Пневматичні пристрої застосовуються також в якості систем одноразової дії, від яких не потрібно великих витрат енергії.

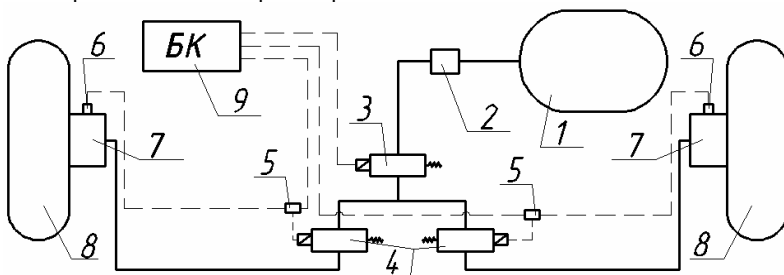


Рис. 1 – Схема пневматичної тормозної системи БпЛА

При посадці літака бортовий комп'ютер (БК) 9 подає сигнал на електромагнітний клапан 3, на включення гальмівної системи. В момент контакту коліс літака 8 зі злітно-посадковою смугою клапани гальмування 4 подають тиск до силових циліндрів 7, і колеса починають загальмовуватись. При блокуванні коліс спрацьовують датчики юзу 6, та подають сигнал на пристрій розгальмування 5, який блокує електричний сигнал від БК, і клапани 4 зривають тиск. Щойно колеса розгальмувалися цей сигнал пропадає і клапани 4 починають їх загальмовувати колеса. Редукційний клапан 2, що розміщений за ресивером, забезпечує постійний тиск в системі. Контроль тиску в ресивері проводиться перед встановленням його на борт.

Науковий керівник – Т.І. Сіващенко, к.т.н., доц.

О ЗАКОНЕ «КВАДРАТ-КУБ» И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ САМОЛЕТОВ

На воздушном транспорте наибольшую экономическую эффективность имеет воздушное судно (ВС), обладающее при постоянной дальности полета и прочих равных условиях максимальной весовой отдачей по коммерческой нагрузке (пассажиры, багаж, груз) $G_{\text{ком}}/G_0$ – отношением ее веса к взлетному весу ВС.

Борьба за снижение веса конструкции – крыла, фюзеляжа, оперения, шасси – началась с момента зарождения авиации. В то же время стали исследоваться закономерности изменения размеров и веса агрегатов ВС. Получил известность закон “квадрата-куба”, отражающий эти закономерности. В соответствии с ним вес конструкции и всего ВС растет пропорционально кубу увеличения линейных размеров при сохранении геометрического подобия в то время, как подъемная сила, зависящая от площади крыла, растет пропорционально квадрату размеров.

Для сохранения летных и взлетно-посадочных характеристик при увеличении размеров ВС нужно обеспечить постоянство удельной нагрузки на крыло G_0/S (отношение взлетного веса к площади крыла). Увеличение или уменьшение коммерческой загрузки при вариации размеров ВС определяется в основном изменением относительного веса конструкции, влияющего таким образом на экономическую эффективность самолета. Переход к многопалубным компоновкам – один из способов рационального “нарушения” геометрического подобия при возрастании размеров. С возрастанием размеров ВС становится возможным и целесообразным все большую часть составляющих их веса располагать в крыле. Эта идея выражена в аэродинамической схеме “летающее крыло”. Возрастание скоростей полета только усугубляло этот недостаток: с увеличением скоростного напора значения C_x и K еще сильнее снижались. Расчеты показывают, что схема “летающее крыло” выгодна для тысячечестных (и более) пассажирских ВС, а также для ВС с большой грузоподъемностью.

У этих ВС веса (и удельные нагрузки на крыло) настолько возрастают, что размеры крыла, выбираемые из условия достижения в крейсерском полете максимального качества, становятся недостаточными для размещения в нем пассажиров с багажом, грузов, топлива и оборудования. Новая схема должна быть более экономичной, чем существующие традиционные аналоги, т.к. фюзеляж создает дополнительную подъемную силу и сам служит неким крылом, следовательно, при прочих равных условиях сопротивление ВС будет меньше, и будут нужны меньшие энергетические затраты.

Таким образом, использование новых типов компоновки и аэродинамических схем, включая многопалубные фюзеляжи, схемы “бесхвостка” и “летающее крыло”, позволяет отодвинуть наибольшие значения весовой отдачи по коммерческой нагрузке на возросшие величины размеров ВС. К настоящему времени уже созданы проективные методы расчета и получены весовые формулы для агрегатов ВС, позволяющие определить изменение веса конструкции и других составляющих веса ВС при значительном возрастании его размеров (вне зависимости от сохранения геометрического подобия).

Научный руководитель – С.В. Хижняк, к.т.н., доц.

УДК 629.4.016.15:621.642.2(043.2)

Амиргулова А.Д.

Національний авіаційний університет, Київ

ВТРАТИ ПАЛЬНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ НАПОВНЕННІ ТА ЗЛИВАННІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЦИСТЕРН.

Злиально-наливальної операції супроводжуються втратами пально-мастильних матеріалів (ПММ) від випаровування та витікань. На розмір втрат впливають густина випарів ПММ, їх температури, а також конструкція засобів транспортування і рівень технічного оснащення залізничних естакад.

Залежність втрат від температури і пружності випарів при наливанні залізничних цистерн (ЗЦ) струменем свідчить, що при збільшенні температури ПММ у два рази втрати збільшуються у півтора рази [1]. Отже, верхнє наливання у ЗЦ доцільно проводити у нижній шар і при більш низькій температурі. Нижній злив ПММ із ЗЦ вважається економічно вигіднішим, ніж верхній. При верхньому зливі залишків ПММ в ЗЦ становить приблизно 250-300 кг [1]. Крім того, при нижньому зливі ПММ зменшуються втрати від випаровування та час зливу і зберігається кондиційність ПММ. Поліпшується екологія навколишнього середовища, покращуються умови роботи персоналу.

Нормативні втрати при налиально-зливальних операціях обчислюють у вагових відсотках від кількості відпущених або прийнятих ПММ з урахуванням об'єму резервуара, кліматичної зони, пори року:

$$\square = 0,01(A_1H_1 + A_2H_2 + \dots + A_nH_n),$$

де A_1, A_2, \dots, A_n – кількість відпущених або прийнятих ПММ, кг; H_1, H_2, \dots, H_n – норми втрат при відпусканні або прийманні ПММ, %.

У випадку газової обв'язки резервуарного парку втрати ПММ при наливанні у транспортні ємкості і зливанні з них розраховують за формулою:

$$\square_{ro} = 0,01AKH,$$

де A – кількість відпущених або прийнятих ПММ, кг; K – коефіцієнт розходження наповнення і викачування ПММ з резервуарів, з'єднаних газовою обв'язкою; H – норма втрат ПММ при налиально-зливальних операціях;

$$\square = \frac{(3-B)}{3},$$

де 3 – кількість наповнених ПММ, кг; B – кількість викачених ПММ під час наповнення з тієї ж групи резервуарів, кг.

Приклад. У південній кліматичній зоні у весняно-літній період з резервуарної групи з газовою обв'язкою відпущено в ЗЦ 3000 т автомобільного бензину. Кількість наповнених одночасно з видачею автомобільних бензинів – 1000 т. Необхідно визначити нормативні втрати автомобільного бензину.

$$\text{Розв'язування: } \square = \frac{(3000-1000)}{3000} = 0,66; \square = 0,01 \cdot 300000 \cdot 0,0584 = 175,2 \text{ кг}$$

Таким чином, нормативні втрати автомобільного бензину складають 175,2 кг.

Науковий керівник – С.О. Пузік, к.т.н., проф.

УДК 629.4.016.15:656.2(043.2)

Грицак Н.В.

Національний авіаційний університет, Київ

ВТРАТИ ПАЛЬНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Причинами втрат пально-мастильних матеріалів (ПММ) при транспортуванні залізничним транспортом є налив залізничної цистерни (ЗЦ) вище встановленого рівня, а також випаровування внаслідок пересування, витікання через нещільності зливних пристроїв при пересуванні, на зупинках та стоянках.

Збільшення об'єму при підвищенні температури ПММ спричиняє їх виливання через люк ЗЦ. Тому цистерни об'ємом 50 т при перевезенні бензинів в літній період рекомендується наповнювати до нижньої основи ковпака. Якщо ковпак ЗЦ має невеликий об'єм, то наповнювати їх треба в літній період на 10 см нижче основи ковпака, а в зимовий – не вище основи ковпака.

Цистерни об'ємом 60 т конструктивно виконані так, що в них відсутній ковпак для розширення налитих ПММ. Тому ЗЦ об'ємом 60 т наповнюються до рівня верхнього крайнього сегмента, привареного до горловини люка. Нижній сегмент – сигнальний. Він попереджує про необхідність зменшення подачі наливу.

На шляху прямування ЗЦ поряд з випаровуванням ПММ трапляються їх витікання через нещільності зливних пристроїв. Тому перед наливом ЗЦ необхідно впевнитися в справності і герметичності прокладок люків наливних горловин та зливних пристроїв.

Нормативні втрати при залізничних перевезеннях визначають у вагових відсотках від перевезеної кількості ПММ незалежно від відстані транспортування та пори року. Для ПММ першої-третьої та восьмої груп це становить 0,08 %, а для ПММ четвертої-шостої групи – 0,04 %.

Приклад. Визначити нормативні втрати авіаційного гасу ТС-1, який надійшов на підприємство цивільного авіаційного транспорту залізничним транспортом в кількості 720 т.

Розв'язування:

$$\chi = 0,01 \cdot 720000 \cdot 0,08 = 576 \text{ кг}$$

Втрати при транспортуванні авіаційного гасу потягом з 12 цистерн по 60 т становлять 576 кг.

Література

1. Пузік С.О., Баканов Є.О., Терьохін В. І., Опанасенко В.Ф. Технологічні процеси з ПММ: підручник – К: НАУ, 2002. –256 с.
2. Указание №289/у-2 30.04.1986 г. о доведении постановления госнаба СССР от 26 марта 1986 г. № 40 “Об утверждении норм естественной убыли нефтепродуктов...”

Науковий керівник – С.О. Пузік, к.т.н., проф.

УДК 622.75:656.6(043.2)

Піддубна Л.В.

Національний авіаційний університет, Київ

ВТРАТИ ПАЛЬНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ, ЙОГО ЗЛИВАННІ І НАПОВНЕННІ

Втрати ПММ при перевезеннях на водному транспорті стаються в результаті випаровування, витікань, змішування ПММ у відсіках наливних суден з водою та викидів за борт баластних вод, змішаних із залишками ПММ.

Випаровування ПММ залежить від справності дихальної апаратури, ступеня нагрівання палуби, герметичності корпусу судна. При підвищенні температури, для запобігання втратам випаровування, використовують екранування, зрошування палуби водою, фарбування корпусу судна у сірий колір. [1]

При зливів ПММ з водних суден їх відсіки (танки) наповнюються баластною водою для збереження водних якостей судна. Кількість заборної води залежно від типу судна становить 20-70 % від загальної місткості. Після закачування баластної води залишки ПММ у відсіках спливають, і через декілька годин відстоювання їхня концентрація у воді не перевищує 8 мг/л [1].

Втрати ПММ при зливанні та наливанні можуть бути незначними якщо дотримуватися технології всіх операцій. У разі порушення технології не включені розливання, навіть аварії, в результаті чого ПММ розтікається по поверхні води. Для попередження розтікання нафтопродуктів в портах встановлюють плавучі огорожі.

Шляхові втрати ПММ при перевезенні водним транспортом визначають для кожного судна залежно від періоду року у вагових відсотках від перевезеної кількості ПММ. Граничними нормами витрат є природні втрати від зливно-наливних операцій [2].

Якщо під час здійснення рейсу виникають вимушені стояння, то враховуються додаткові втрати. Для ПММ з температурою охолодження понад 0°C норми шляхових втрат не встановлюють, а фактичні втрати анулюють.

Приклад. Необхідно визначити втрати для 5000 тон авіаційного гасу Т-1 при перевезенні водним транспортом з Кременчуцького НПЗ в Миколаївський аеропорт. Кількість гасу на НПЗ визначалась замірюваннями в резервуарах, а в Миколаєві – на судні. Передумовою правильного розв'язку даного прикладу є те, що не слід враховувати втрати при зливі ПММ в порту Миколаєві.

Розв'язання:

$$X = 0,01 * 5000000 * 0,15 = 7500 \text{ кг}$$

Втрати при перевезенні водним транспортом 5000 тон гасу становлять 7500 кг.

Література

1. Пузік С.О. Технологічні процеси з ПММ: підручник – К: НАУ, 2002. – 256 с.
2. Інструкція 289/у-2.

Науковий керівник – С.О. Пузік, к.т.н., проф.

УДК 629.735.18.4:620.178.3(043.2)

Джавадова И.И.

*Национальный авиационный университет, Киев***РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ-ИНТЕРПРИТАТОРА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ СЛУЧАЙНОМ СПЕКТРЕ НАГРУЖЕНИЯ**

На сегодняшний день конкурентоспособное развитие авиационной отрасли без применения расчетных методов, которые используют метод конечных элементов невозможно. Это обусловлено высокой точностью описания геометрии конструкции, напряженно-деформированного состояние, что позволяет повысить точность прочностных расчетов. Однако, согласно норм летной годности (АП 25.571), анализ частей конструкции на усталостную прочность и допустимость повреждений только с применением расчетных методов – недостаточно. До сих пор необходимым требованием является проведение натурных усталостных испытаний.

Данная работа была посвящена разработке программы, генерирующей случайные спектры нагружения конструктивных элементов для сервогидравлической испытательной установки Vi-00-202V (BiSS) лаборатории «Диагностики и прочности ресурса летательных аппаратов» Национального авиационного университета. Цель работы – получение возможности реализовать на практике любой программы квазислучайного нагружения по заданным параметрам. Актуальность работы обусловлена возросшими требованиями к достоверности проведенных усталостных испытаний авиационных конструкций, что возможно реализовать только при использовании сложных, близких к эксплуатационным условиям нагружения программ испытаний на усталость. Такие испытания позволяют проводить оценку выбора материала и технологии, а также получать информацию для создания и проверки новых методов расчета на усталость.

Основные преимущества квазислучайных программ по сравнению с регулярными или «блочными» программами нагружения:

- реализация большинства особенностей нагружения авиаконструкций в эксплуатации, что делает нагружение по такому спектру близким к реальному эксплуатационному нагружению;
- при разработке подобных программ не предусматривается применение каких-либо гипотез суммирования усталостных повреждений;
- точность экспериментальных оценок.

Перспективой развития данной работы является использование программы для оценки влияния варьирования очередности нагрузок в конкретном спектре на результат расчета усталости конструкции по применяемым в авиации аналитическим моделям.

Научный руководитель – С.С. Юцкевич, к.т.н., доц.

СУЧАСНІ ФІЗИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 538.9:536.6

Теребун В.О., Шкорка М.І.

Національний авіаційний університет, м Київ

МЕХАНІЗМИ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ МІКРО- І НАНОКОМПЗИТІВ

Полімерні мікро- і нанокомпозити характеризуються, як відомо, широким спектром унікальних фізико-механічних та технологічних властивостей [1]. Завдання створення таких композитів потребують проведення поглиблених досліджень особливостей формування їхньої структури в процесі кристалізації.

В даній роботі наводяться результати досліджень механізмів структуроутворення при охолодженні полімерних мікро- і нанокомпозитів із розплаву. Дослідження проводилися для композитів на основі полікарбонату, які містили від 0,2 до 4 % вуглецевих нанотрубок (ВНТ) або мікрочастинок алюмінію.

При проведенні досліджень використовувалася експериментально-теоретична методика встановлення механізмів структуроутворення в композитах, що розглядалися. Вказана методика включала два етапи, перший з яких полягав у експериментальному визначенні екзотерм твердіння композитів. На другому етапі на основі одержаних експериментальних даних теоретично визначалися характеристики структуроутворення. При цьому розглядалися відповідні характеристики для початкової стадії кристалізації (стадії нуклеації) та стадії кристалізації в об'ємі матеріалу в цілому.

Наводяться результати аналізу особливостей одержаних екзотерм кристалізації при варіюванні швидкості охолодження композитів та масової долі наповнювачів. За результатами експериментальних досліджень у відповідності з рівнянням нуклеації встановлено закономірності структуроутворення на стадії нуклеації. Зокрема, показано наявність двох механізмів кристалізації – площинного та об'ємного з деякою перевагою останнього.

Аналіз механізмів структуроутворення на стадії кристалізації в усьому об'ємі нанокомпозиту виконано в межах стандартного і модифікованого рівнянь Колмогорова-Аврамі. Встановлено, що кристалізація на даній стадії відбувається за двома механізмами. Перший з них пов'язаний з кристалізацією на флуктуаціях густини полімеру, другий – з кристалізацією, центрами якої слугують частинки наповнювача.

Література

1. Фіалко Н.М. Теплофизические основы создания полимерных микро- и нанокомпозитов для элементов энергетического оборудования / Фіалко Н.М., Динжос Р.В. // Промышленная теплотехника. – 2015. – Т. 37, № 7. – С. 172-176.

Науковий керівник – Н.М. Фіалко, чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф.

СТВОРЕННЯ ВИСОКОТЕПЛОПРОВІДНИХ ПОЛІМЕРНИХ МІКРО- І НАНОКОМПОЗИТІВ

Одним з перспективних напрямів застосування полімерних мікро- і нанокompозитів є виготовлення теплообмінних поверхонь різного призначення. Головні вимоги до таких композитів стосуються їх коефіцієнта теплопровідності та діапазонів робочих температур, які пов'язані з режимами експлуатації відповідного теплообмінного обладнання. Щодо значень коефіцієнта теплопровідності композитів, то для забезпечення низьких термічних опорів стінок теплообмінних апаратів вони мають перевищувати 20 Вт/(м·К). Вказане зумовлює актуальність розробки високотеплопровідних полімерних мікро- і нанокompозитів, призначених для теплообмінних поверхонь сучасного теплоенергетичного обладнання.

Дана робота присвячена створенню високотеплопровідних полімерних композитів на основі полікарбонату, наповненого мікрочастинками алюмінію або вуглецевими нанотрубками (ВНТ).

При розробці вказаних композитів було виконано комплекс експериментальних досліджень їх теплофізичних властивостей – коефіцієнта теплопровідності, питомої масової теплоємності та густини. Одержано експериментальні залежності коефіцієнта теплопровідності досліджуваних композитів від масової частки наповнювача ($0,2 < \omega < 10 \%$). Встановлено факт різної зміни коефіцієнта теплопровідності композитів при певних значеннях вмісту наповнювача. Розглянуто пояснення цього факту на основі положень теорії перколяції. Показано можливість отримання полімерних мікро- і нанокompозитів з високими теплопровідними властивостями при відносно невеликому вмісті наповнювачів.

Проведено дослідження закономірностей зміни питомої теплоємності композитів від температури при різних значеннях масової частки наповнювачів. Встановлено, що при збільшенні вмісту наповнювача має місце деяке зниження величини теплоємності в цьому досліджуваному діапазоні зміни температур. Виконано також експерименти з визначення температурної залежності густини одержаних композитів.

За результатами виконаних досліджень показано перспективність застосування мікро- і нанокompозитів на основі полікарбонату для виготовлення теплообмінних поверхонь, орієнтованих на передачу теплоти низького потенціалу.

Науковий керівник – Н.М. Фіалко, чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф.

УДК 534.112 (043.2)

Святенко Я.І.

Національний авіаційний університет, Київ

ВИСОКОЧАСТОТНІ КОЛИВАННЯ ВИХОРІВ АБРИКОСОВА ТА ПОВЕРХНЕВИЙ НВЧ ІМПЕДАНС НАДПРОВІДНИКА ІЗ ДОМІШКАМИ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ НАНОЧАСТИНОК

Високотемпературні надпровідні матеріали (ВТНП) на основі купратів є вельми перспективними для застосування у сучасній високочастотній електроніці НВЧ діапазону. Це зумовлено, в першу чергу, низьким поверхневим опором в НВЧ діапазоні та високою струмонесучою здатністю цих матеріалів вже при азотних температурах. Новим напрямком у технології виготовлення ВТНП матеріалів для практичного застосування в електротехніці та електроніці є імплантація у ВТНП матеріал наночастинок діелектричної фази. Ці імплантовані нано-частинки формують додаткові точкові, а також протягнуті лінійні (т.з. нанострижні - 'nanorods') центри сильного пінінгу вихорів Абрикосова, які обмежують коливання вихорів на змінному струмі та підвищують значення густин критичного струму J_c , пов'язаної із депінінгом вихорів. В даній роботі теоретично розв'язується задача про коливання пружних абрикосовських вихрових ниток, закріплених точковими центрами сильного пінінгу, під впливом високочастотного струму та обраховується внесок у поверхневий опір надпровідника в НВЧ діапазоні, пов'язаний із цими вихровими коливаннями. Отримані теоретичні результати порівнюються із даними експериментів на ВТНП плівках із домішками наночастинок діелектричної фази.

Науковий керівник – Карбівський В.Л. доктор фіз.-мат. наук, НАН України.

МАГНІТНІ ТА МАГНІТОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАДТОНКИХ ШАРІВ FeNiCo

Найбільш перспективним напрямком розвитку сучасної наноелектроніки вважається використання в якості базових елементів багаточарових структур на основі магнітних матеріалів. Це відкриває можливість суттєво підвищити швидкість запису та обробки інформації, створити керовані генератори та фільтри надвисокої частоти, які можуть бути інтегровані в мікросхеми нового покоління. З практичної точки зору найбільш доцільним є використання багаточарових систем феромагнітний метал-немагнітний метал або феромагнітний метал-діелектрик, технологія виготовлення яких досить добре відпрацьована, зокрема і на напівпровідникових підкладках, що використовуються в сучасних мікросхемах. Використання надтонких плівок FeNiCo в якості магнітних прошарків забезпечує високу температурну та механічну стабільність отриманих структур у поєднанні з потрібними магнітними та магнітодинамічними характеристиками. Однак, властивості надтонких шарів суттєво залежать як від їх товщини, так і від технології їх отримання. Представлена робота присвячена дослідженню магнітних та магнітодинамічних властивостей плівок FeNiCo товщиною від 1,5 нм до 400 нм, осаджених на кремнієві підкладки з використанням підшарку з Ru та MgO (матеріали, які найчастіше зараз застосовуються в якості немагнітних прошарків в багаточарових структурах).

Дослідження проводились методом феромагнітного резонансу на спектрометрі електронного спінового резонансу Bruker Elexis E500 на частоті 9,86 ГГц в діапазоні магнітних полів 0 – 1,4 Тл при кімнатній температурі. Параметри плівок визначалися з кутових залежностей резонансного поля, які вимірювались для орієнтації магнітного поля паралельно до площини плівки (площинні залежності) та при орієнтації магнітного поля під кутом до площини плівки (позаплощинні залежності).

Встановлено, що зі зменшенням товщини плівки зростає величина перпендикулярної магнітної анізотропії, яка для нанометрових плівок досягає декількох кіло ерстед. Поява такої анізотропії пов'язана з поверхнею плівки, вклад якої для тонких плівок є найбільш суттєвим саме для тонких плівок. В той же час, зменшення товщини плівки до нанометрового розміру призводить до зменшення наведеної (технологічної) площинної одноосної анізотропії та суттєвого збільшення ширини лінії феромагнітного резонансу. Найбільш імовірно, це спричиняється суттєвою неоднорідністю плівки, коли її товщина досягає декількох моношарів.

Проведені дослідження дозволяють визначити оптимальні параметри для створення елементів сучасної магнітної наноелектроніки.

Науковий керівник - В.О.Голуб, доктор фіз.-мат. наук, професор КТДФ АКІ НАУ.

УДК 536.242

Войтенко А. Ю., Жадан Т. В., Хміль Д. П.
Національний авіаційний університет, м. Київ

ВЕРИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ТУРБУЛЕНТНОСТІ ПРИ МАТЕМАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ТЕЧІЇ ТА ТЕПЛООБМІНУ ВОДИ ПРИ НАДКРИТИЧНИХ ТИСКАХ В ВЕРТИКАЛЬНИХ ТРУБАХ

Дана робота присвячена комп'ютерному моделюванню течії і теплообміну води при надкритичних тисках для підйомних потоків в вертикальних трубах довжиною 4 м і внутрішнім діаметром 10 мм. Дослідження проводилися з використанням програмного пакета FLUENT.

У роботі представлені дані щодо верифікації моделей турбулентності шляхом зіставлення відомих результатів експериментальних досліджень і даних числових розрахунків, отриманих з використанням різних моделей турбулентності. Розглядалися моделі, що відносяться до таких трьох груп: високореїнольдсові k-ε моделі з пристінковими функціями, низкорейнольдсові k-ε моделі і k-ω моделі. З моделей першої групи тестувалися Realizable і Standard k-ε моделі, з моделей другої групи k-ε AKN і k-ε LB, з моделей третьої групи - k-ω SST і k-ω BSL. Вихідні дані в ситуації, що розглядалася, відповідали наступним значенням: витрата води $G = 1002 \text{ кг/м}^2\text{с}$, тепловий потік, що підводився до стінки труби $q = 681 \text{ кВт/м}^2$, тиск та температура на вході у трубу $P_{in} = 23,9 \text{ МПа}$ та $T_{in} = 350^\circ\text{C}$ відповідно [1].

Згідно з результатами проведених досліджень, розглянуті моделі турбулентності по убуванню адекватності опису ними експериментальних даних ранжуються наступним чином: k-ω SST, k-ε Standard, k-ω BSL, k-ε Realizable, k-ε AKN і k-ε LB. При цьому для трьох останніх моделей турбулентності з цього списку розбіжності експериментальних і розрахункових даних є неприпустимо великими. Тобто розглянуті низкорейнольдсові моделі і високореїнольдсова модель k-ε Realizable не в повній мірі відповідають фізичній ситуації, яка аналізується. Що ж стосується перших трьох моделей, то тут відхилення експериментальних і розрахункових даних в цілому порівняно невеликі. Ці відхилення є найбільшими на початковій ділянці труби, що обігривається, і найменшими - поблизу виходу з неї. Перші дві моделі з наведеного списку співвідносяться між собою в такий спосіб. Модель k-ε Standard істотно поступається по адекватності моделі k-ω на значній по довжині центральній ділянці труби. Дані, отримані на основі цих моделей, практично збігаються поблизу виходу з труби. Модель k-ε має деякі переваги лише на початковій ділянці, що обігривається. Таким чином, фізичній ситуації, що розглядається, в найбільшій мірі відповідає k-ω SST модель турбулентності.

Література

1. Kirillov P. Experimental Study on Heat Transfer to Supercritical Water Flowing in 1- and 4-m-Long Vertical Tubes / Kirillov P., Pometko R., Smirnov A., Grabeznaia V. // Proc. GLOBAL'05, Tsukuba, Japan, 2005. – p. 518.

Науковий керівник – Н.М. Фіалко, чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф.

УДК 681.7:069.3(043.2)

Горбанич Б.А., Губська Я.В, Ленська Є.-А., Фомін Д.І. студенти
Національний авіаційний університет, Київ

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ МЕТОДОМ НЕПРЯМОГО ПРОСВІЧУВАННЯ

Сучасний етап розвитку медичної техніки та технологій характеризується підвищеним інтересом до фундаментальних і прикладних досліджень в області взаємодії електромагнітного випромінювання (0,4 - 1,1 мкм) з біологічними середовищами ока. Це обумовлено активним розвитком і вдосконаленням нових методів діагностики та самоконтролю. Останнім часом інтенсивно розвиваються ангіографічні дослідження з застосуванням нового покоління приладів, що базуються на системах цифрової обробки зображень. Провідними компаніями в даній галузі є: «MeditecAG» (Zeiss), «Canon», «Opton», «Topcon» та ін. Особливу актуальність та перспективність мають технологічні розробки, що дозволяють проводити дослідження ока в режимі реального часу.

У роботі використано метод діагностики внутрішніх оболонок ока, який є неінвазивним та може застосовуватися без спеціального розширення зіниці. Отримано дані по МДР опромінення для діодних випромінювачів зеленого діапазону, які використані при застосуванні технології транслюмінації в фундус системі ФС11. Дані використані для подальшого вдосконалення методики діагностики пухлин шляхом непрямого зовнішнього просвічування [1-2].

За допомогою методики транссклерального просвічування отримано зображення очного дна в зеленій області електромагнітного випромінювання. Проведено порівняння отриманого зображення при самоконтролі з фотознімком очного дна та продемонстровано ефективність використання методу для самостійного обстеження судин центральної зони сітківки.

Література

1. Плюто И.В. Атлас по спектральной диагностике внутренних оболочек глаза с использованием технологии трансиллюминации. - К: ВВП, 2008.-57 с.
2. Плюто И.В., Шпак А.П. Инфракрасная транссклеральная офтальмоскопия: физические и технологические аспекты метода.- К: ИМФ НАНУ, 2005.- 44 с.

Науковий керівник – Плюто І.В., д.фіз.-мат.н., ст.н.сп.

УДК 621.1.016:621.184

Войтенко А. Ю., Остапчук Т. С.

Національний авіаційний університет, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ТЕЧІЇ ТА СУМІШОУТВОРЕННЯ В СТАБІЛІЗАТОРНИХ ПАЛЬНИКОВИХ ПРИСТРОЯХ З ЦИЛІНДРИЧНИМИ ТА ПЛОСКИМИ СТАБІЛІЗАТОРАМИ ПОЛУМ'Я

Одним з важливих питань при проектуванні пальників стабілізаторного типу є вибір конструкції власне стабілізаторів полум'я. В останній період велика увага приділяється вивченню і розробці не тільки традиційних мікрофакельних пальників з плоскими стабілізаторами полум'я, але і пальників з циліндричними стабілізаторами. Переваги використання циліндричних пальників, як відомо, багато в чому пов'язані з відсутністю різного роду втрат, зумовлених кінцевими ефектами, відносною простотою їх інтегрування в вогнетехнічне обладнання тощо. З огляду на викладене значний інтерес представляє дослідження процесів переносу в пальникових пристроях при використанні в якості стабілізаторів полум'я тіл циліндричної і плоскої форми.

У даній роботі на основі математичного моделювання для пальників стабілізаторного типу потужністю 90 кВт проведено порівняльний аналіз характеристик ізотермічної течії та сумішоутворення палива і окисника для ситуацій, що відповідають використанню в якості стабілізаторів полум'я циліндричного і плоского тіл.

Обчислювальні експерименти проводилося в рамках RANS підходу до розрахунків турбулентних течій з використанням RNG k-ε моделі турбулентності.

Згідно виконаним дослідженням в ситуаціях, що зіставляються, характеристики циркуляційних течій в закормових областях стабілізаторів суттєво відрізняються. Так, довжина зони зворотних токів за циліндричним стабілізатором в 1,8 рази менше, ніж за плоским стабілізатором. При цьому значення модуля максимальної швидкості в цій зоні значно більше для циліндричного пальника і перевищує відповідну величину для плоского пальникового пристрою в 1,64 рази.

Отримано дані, які свідчать, що при застосуванні стабілізаторів полум'я циліндричної форми реалізуються більш низькі значення втрат тиску на пальниковому пристрої, ніж для плоских стабілізаторів. Для порівнюваних умов ці втрати становлять 72 Па і 81 Па відповідно.

Результати проведених досліджень свідчать про те, що при використанні циліндричного стабілізатора полум'я мають місце значно вищі рівні пульсацій швидкості в ближньому сліді за стабілізатором в порівнянні з випадком плоского стабілізатора.

Згідно з отриманими результатами математичного моделювання в умовах застосування пальників з циліндричним стабілізатором полум'я забезпечується істотно більш рівномірний розподіл палива в потоці окисника.

Науковий керівник – Н.М. Фіалко, чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф.

**ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ З
ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОТРУБКАМИ В ДІАПАЗОНІ 320-1000 НМ**

Політетрафторетилен (ПТФЕ) володіє прекрасним поєднанням фізичних і хімічних властивостей, які неможливо знайти ні в одному іншому матеріалі. Він не розчиняється ні в одному з відомих розчинників, є найбільш хімічно стійким матеріалом зі всіх відомих полімерів, витримує високі температури (робоча температура до 250°C), володіє виключно низьким коефіцієнтом тертя (до 0,02), є одним з кращих діелектриків. Плівки на основі ПТФЕ мають достатньо низький показник заломлення та високу прозорість, що дає можливість використання їх у якості інтерференційних просвітлюючих та захисних елементів

У роботі було вивчено вплив багатощарових вуглецевих нанотрубок (ВНТ) на оптичні спектри пропускання композита політетрафторетилен– x % ВНТ, де x= 0.05, 0.1, 0.5 та 2 мас. % для різних товщин зразків в діапазоні 20-300 мкм.

Оптичні спектри пропускання політетрафторетилену в діапазоні 320-1000 нм змінюється для різних товщин зразків. При товщині $d < 50$ мкм спостерігається стрімке зростання пропускання світла (просвітлення). В діапазоні товщини 60-270 мкм виконується закон Бугера-Ламберта $I = I_0 e^{-\alpha x}$, де I_0 – інтенсивність вхідного пучка світла, I – інтенсивність світла після проходження через зразок товщиною x , α - коефіцієнт поглинання, для $\lambda = 320, 600, 1000$ нм. При додаванні до ПТФЕ вуглецевих нанотрубок з концентрацією 0.05-1 мас. % очікували зменшення пропускання світла в відповідності Бугера-Ламберта-Бера. Але замість прогнозованого додаткового поглинання спостерігали додаткове просвітлення, викликане вуглецевими нанотрубками, яке спостерігалось для концентрацій 0.05, 0.1, 0.5 мас. % ВНТ. Величина ефекту залежить від довжини хвилі: для $\lambda = 320$ нм ефект просвітлення за рахунок ВНТ спостерігається тільки при товщинах $d < 50$ мкм, а при $d > 50$ мкм, навпаки, поглинання випромінювання зростає. Для $\lambda = 600$ нм величина просвітлення зростає в порівнянні з попереднім випадком; крім того просвітлення відбувається в більш широкому діапазоні товщин до 150 мкм. Для $\lambda = 1000$ нм просвітлення досягає максимальних значень, при чому діапазон товщин зростає до 300 мкм. При концентрації ВНТ > 1 мас. % просвітлення не спостерігається.

Науковий керівник - М.М. Нищенко, д-р фіз.-мат. наук, проф.

ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ

УДК 621.438

Якимчук С.А.

Національний авіаційний університет, Київ

ГАЗОТУРБІННИЙ ДВИГУН З ПРОМІЖНИМ ПІДГРІВОМ ГАЗУ ПЕРЕД СИЛОВОЮ ТУРБІНОЮ ПЕРЕРОЗШИРЕННЯ

Газотурбінні двигуни (ГТД) мають ряд технічних переваг і досить широко застосовуються в авіації, суднових та в енергетичних установках локомотивів, газоперекачуваних агрегатах (ГПА), електростанціях, танкобудуванні та інших.

Блочно-модульне виконання ГТД забезпечує високий рівень заводської готовності газотурбінних електростанцій та ГПА. Ступінь автоматизації газотурбінних установок дозволяє відмовитися від постійної присутності обслуговуючого персоналу в блоці управління. Контроль роботи станції може здійснюватися з головного щита управління, дистанційно.

При використанні ГТД простого циклу Брайтона бажано збільшити його ефективний ККД для забезпечення конкурентноздатності по відношенню до традиційно застосовуваним в якості головних двигунів внутрішнього згоряння.

Для збільшення питомої потужності ГТД й ККД можна провести форсування, при цьому застосовують різні методи і способи:

- підвищення початкової температури газу і ступеня підвищення тиску в компресорах двигуна і вдосконалення його газодинамічних параметрів;
- ускладнення циклу ГТД шляхом введення додаткового елемента в двигун.

Перший метод є універсальним для ГТД простого циклу, але має обмежені можливості по тепловій напруженості деталей турбіни високого тиску і обмеження ресурсу двигуна.

Другий метод представляє варіант вирішення завдання - застосування в ГТД, наприклад, турбіни перерозширення і проміжного підігріву газу перед силовою турбіною.

Форсування ГТД за рахунок підігріву газу перед силовою турбіною перерозширення дозволяє підвищити питому потужність більш ніж в 1,5 рази й ККД на 10...20% відносних.

ГТД з проміжним підігрівом газу перед силовою турбіною перерозширення (СПП), поряд з високою питомою потужністю, більш економічні, ніж ГТД простого циклу. ГТД з проміжним підігрівом газу перед СПП, має ще один додатковий параметр регулювання потужності ГТД на експлуатаційних режимах, значно покращує екологічні характеристики двигуна.

Науковий керівник – О.Г. Андрієць, к.т.н., доцент.

АЕРОДИНАМІКА ТА БЕЗПЕКА ПОЛЬОТІВ

УДК 351.814.2.001.36.004.12:656.71(100) (043.2)

Ісайчикова Х.О., Самарська В.С.*Національний авіаційний університет, Київ***ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІВНЯ БЕЗПЕКИ В МІЖНАРОДНИХ АЕРОПОРТАХ**

Безпека польотів повітряних суден цивільної авіації, являє собою стан авіаційної транспортної системи. В останні роки значні зусилля були спрямовані на вивчення причин подій в авіації. Загальноновизнаним є той факт, що більшість подій обумовлено помилками людини, що є останньою ланкою в ланцюжку чинників, які призводять до події. Проаналізувавши досвід західних країн в боротьбі проти тероризму, в аеропортах, було порівняно зарубіжні системи безпеки, з українськими.

Найбільш захищеними від терористичних атак є аеропорти **Ізраїлю**. Основа системи захисту - приховані заходи безпеки. Сам того не розуміючи, людина стає об'єктом спостереження задовго до входу в будівлю аеропорту. В аеропортах пасажери проходять кілька ступенів перевірок. з'ясовуються цілі польоту, наявність чужого багажу, хто збирав багаж.

Іспанія. Діє особливий режим безпеки. В аеропортах висять камери зовнішнього спостереження, проглядаються в реальному режимі, а не після вибуху. Також система електронного спостереження на всіх транспортних об'єктах постійно модернізується.

Ірландія. В аеропортах знаходиться велика кількість камер, але не завжди можна побачити на них терориста онлайн - щоб дивитися в кожен монітор, що не відлучаючись, потрібно багато співробітників. Технологи вирішили пов'язати комплексні системи безпеки в один єдиний «ситуаційний центр» інформації, одержуваної від локальних систем відеоспостереження та технічного контролю, тобто вся інформація миттєво передається в одне місце і обробляється.

У Великобританії діє заборона брати на борт не тільки ручну поклажу, але навіть і футляри для окулярів і пляшки з рідиною для контактних лінз. А компанія British Airways заборонила пасажирам брати на борт літаків ноутбуки, мобільні телефони та айподи.

США налагодили в аеропортах систему виявлення підозрілих пасажирів. Система працює наступним чином: в натовпі людей впроваджені спеціально навчені співробітники поліції, які стежать за особливостями поведінки громадян. США використовує так звані «сканери», що дозволяють побачити деталі контуру тіла людини, та відповідно, виявити підозрілі предмети.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що довести систему безпеки на повітряному транспорті до абсолюту неможливо, проте цілком реальною виглядає завдання істотного зменшення ймовірності здійснення акту незаконного втручання, зниження або повного виключення ризику людських жертв і заподіяння великої матеріальної шкоди.

Науковий керівник – С.Є.Агеев, канд.техн.наук, доцент

УДК 629.7.067 (043.2)

Фурман О. М., Шукюрова А. А.

Національний авіаційний університет, Київ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИКОЧУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ЗА МЕЖІ ЗПС

Викочування літака за межі ЗПС - одна з найчастіших причин авіакатастроф. За статистикою ІАТА приблизно 24% загиблих припадає на цей вид авіаційних пригод. Тому існує потреба в сучасних технологіях попередження викочування ПС за межі ЗПС, які дозволяють підвищити рівень авіаційної безпеки в аеропорту.

Викочування за ЗПС зазвичай є результатом дії одного або більше факторів, які можна об'єднати в такі групи: фактори метеорологічних умов; фактори робочих характеристик ПС; фактори техніки пілотування; системні чинники. Ключ до скорочення інцидентів на ЗПС – поєднання новітніх технологій та спеціалізоване навчання пілотів яке підготує їх до прийняття правильних рішень. У цілому засоби попередження викочування літака за межі ЗПС можна умовно поділити на дві групи: наземне обладнання та інфраструктура; програмне забезпечення ПС. До засобів наземної інфраструктури можна віднести системи утримання, які передбачають використання спеціальних матеріалів (EMAS), що встановлюються в кінцевій зоні безпеки (runwaysafetyarea) і кінцевій смузі гальмування (stopway). EMAS являє собою систему пінобетонних блоків, які встановлюються в кінці ЗПС для того, щоб зупинити ПС під час викочування. Пневматики «занурюються» в легкий бетон, і рух ПС сповільнюється. Нещодавно компанія «Runway Safe LLC» удосконалила технологію EMAS, шляхом використання штучного пористого заповнювача (спіненого силікату), виготовленого на основі утилізованих відходів скла. Останніми розробками у сфері забезпечення ПС для попередження викочування літака за межі ЗПС є системи SmartRunway і SmartLanding. Система SmartRunway покращує ситуаційну обізнаність, передаючи пілотам звукові і графічні інформаційні повідомлення, координує їх під час рулювання, зльоту, зближення з землею, посадки і інших маневрів. Система SmartLanding сповіщає членів екіпажу про занадто швидке зближення із землею або неправильну конфігурацію польоту. Вона оснащена функцією звукового сповіщення екіпажу про відхилення від задалегідь прорахованої зони приземлення при виконанні тривалої посадки і конфігурації маневрів літака. Також над програмним забезпеченням для запобігання викочування літаків за межі ЗПС працюють компанії Airbus (система ROPS) та Boeing (системи попередження викочування для літаків сімейства 737 NG). Boeing також працює з авіаційними підприємствами, з метою розробки всеосяжної стратегії безпеки на ЗПС - Situational Awareness and Alerting for Excursion Reduction (SAAFER).

Отже, сучасні технології попередження викочування літака за межі ЗПС дозволяють автоматизувати прийняття рішень під час зльоту і посадки та підвищити рівень обізнаності пілота. Це досягається завдяки спеціальній наземній інфраструктурі та розширенню функцій бортового обладнання, що дозволить знизити число викочування та підвищити рівень авіабезпеки.

Науковий керівник – С.Є.Агеев, канд.техн.наук, доцент

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЕЗПЕКОЮ ПОЛЬОТІВ. ОЦІНКА РИЗИКУ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ

Наряду з розвитком авіаційної техніки в провідних країнах світу, приділяється велика увага модернізації засобів що забезпечують ефективність безпечного застосування авіації і реалізацію її потенційних можливостей.

Аналізуючи данні, організація виявлятиме проблемні питання безпеки, що впливають на її діяльність. Ризик таких питань має бути оцінений за допомогою методики оцінки ризику проблем безпеки (ОРПБ).

Типовими характеристиками, що підлягають визначенню є:

- назва проблемного питання безпеки;
- опис небезпеки (небезпечних подій);
- опис можливих сценаріїв авіаційної події;
- типи повітряних суден, що мали місце у події;
- місцевість на якій відбувалася подія;
- період часу в який відбулася подія;
- підрозділи, що необхідні для оцінки події.

Правильне визначення проблемного питання безпеки дає змогу оцінити подію достовірніше.

В методиці ОРПБ використовується формула в якій ризик характеризують чотирма факторами:

- частота/вірогідність ініціюючої події;
- ефективність бар'єрів ухилення;
- ефективність бар'єрів відновлення;
- тяжкість наслідків авіаційної події (найбільш вірогідної).

Група ARMS розробила Excel - додаток, щоб показати, як метод ОРПБ може здійснюватися на практиці. Цей інструмент проникає в процес ОРПБ крок за кроком: спочатку дається визначення проблемного питання безпеки, потім описується ініціююча його подія, всі бар'єри і наслідок, що відноситься до авіаційного події.

Для вираження кінцевого результату за шкалою з п'яти рівнів ризику використовуються обмеження з JAR / FAR - 1309 :

Неприйнятні рівні ризику :

- припинити;
- поліпшити;

Допустимі рівні ризику :

- забезпечити безпеку;
- відстежувати;
- прийняти.

Важливо пам'ятати , що ОРПБ виконується для проблемних питань безпеки , в той час як класифікація ризику події (КРП) застосовується для оцінки подій.

Науковий керівник – Ю.П.Міляєв, канд.техн.наук, професор

УДК 351.814.2(043.2)

Пищик А.М.

Національний авіаційний університет, Київ

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЕЗПЕКОЮ ПОЛЬОТІВ. ОЦІНКА РИЗИКУ

Наряду з розвитком авіаційної техніки в провідних країнах світу, приділяється велика увага модернізації засобів що дозволяють понизити ризик виникнення небезпечних ситуацій в процесі експлуатації. Разом з вирішенням економічного застосування авіації і реалізацію її потенційних можливостей, виникає проблема забезпечення безпеки польотів. Для передбачення та підготовки до надзвичайної ситуації потрібно ефективно оцінити вірогідний ризик. ІКАО розробила новий стандарт по системі управління безпекою польотів. Найважливішу роль в системі управління безпекою польотів займає оцінка ризику.

Можливість теоретично підрахувати практичну загрозу, надає змогу працювати в підлеглих стану умовах. Ціль системи керування безпеки польотів в об'єктивному використанні ресурсів, та відвернення випадків постраждалих.

Оцінка ризиків завжди була найбільш складною частиною процесу управління ризиками авіаційної діяльності через суб'єктивізм у визначенні важкості наслідків при прояві небезпеки і нестачі інформації, що дозволяє кількісно визначити ймовірність такого прояву.

Іншим ключовим компонентом структури системи управління безпекою польотів ІКАО є «забезпечення безпеки», одним з елементів якої є «управління змінами». Це привносить необхідність в оцінці ризику іншого типу, що носить назву «оцінка безпеки», яка зазвичай пов'язана з запланованими змінами в експлуатації.

Процес виявлення небезпек орієнтується на збір і аналіз інформації з безпеки в експлуатації, тим самим виявляючи Проблемні питання безпеки. Такі дані з безпеки польотів, як правило, включають повідомлення про загрозу безпеці, обов'язкові звіти про подію, події, виявлені за допомогою засобів польотної інформації, а також результати обстежень стану безпеки та аудитів.

Методологія оцінки експлуатаційних ризиків (OEP), розроблена галузевою робочою групою ARMS (Aviation Risk Management Solutions - рішення з управління авіаційними ризиками), визначає загальний процес оцінки експлуатаційних ризиків і описує кожен її крок. Процес оцінки починається з класифікації ризику події (КРП), що представляє собою первинний аналіз події з метою визначення необхідності вжиття термінових заходів і проведення подальшого розслідування. Наступним кроком є аналіз даних з метою ідентифікації наявних проблемних питань безпеки (Safety Issues). Ризик виявлених проблемних питань безпеки потім детально оцінюється за допомогою методики оцінки ризиків проблемних питань безпеки (ОРПБ).

Науковий керівник – Ю.П.Міляєв, канд.техн.наук, професор

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЕЗПЕКОЮ ПОЛЬОТІВ. КЛАСИФІКАЦІЯ РИЗИКУ ПОДІЇ

Разом з розвитком авіаційної техніки у різних країнах світу не менше уваги приділяється й безпеці польотів та розробці нових методів і підходів для її покращення.

Одним з таких підходів є методологія ARMS (Aviation Risk Management Solutions – рішення по керуванню авіаційними ризиками), яка використовується для оцінки експлуатаційних ризиків в авіаційних організаціях. Ця методологія поділяється на декілька етапів. Першим із них і є класифікація ризику події. Ця класифікація є важливою адже, невідлячись на те, що історія авіації налічує величезну кількість різноманітних інцидентів що були результатом тих чи інших ризиків не встановлених заздалегідь чи встановлених невірно, все нові й нові ризики з'являються з впровадженням нових технологій, методів обслуговування повітряних суден, тощо.

Основною метою класифікації ризику події є виконання функції попереднього аналізу усіх даних, які надходять про обставини, пов'язані з безпекою, а також виявлення необхідності застосування термінових заходів.

Класифікація ризику події оцінює ризик пов'язаний лише з конкретною обставиною. Також цей метод є лише першим кроком оцінки ризику і його оцінка може бути переглянута за результатами проведеного розслідування.

Класифікація ризику події за методологією ARMS базується на новому понятті «ризик на основі події». Результатами є присвоєння категорії ризику у вигляді трьох кольорів (червоного, жовтого і зеленого), які вказують на рішення, яке необхідно прийняти відносно події, а також числове значення, яке може бути використане для кількісного аналізу ризиків. Числове значення також називають індексом КРС. Цей індекс дуже зручний для накопичення статистичних даних.

Також, слід зазначити, що якщо існує декілька можливих сценаріїв розвитку обставин, які можна уявити, то треба виконати класифікацію ризика по кожному з них і обрати сценарій з найбільш виским індексом ризика.

В цілому, класифікація ризику події дозволяє більш оперативно реагувати на зміну обставин, а також швидко і досить ефективно робити попередній аналіз та висновки, які необхідні для підвищення рівня безпеки польотів. Оскільки дана система бере до уваги не тільки вірогідність найгіршого варіанту розвитку ситуації, але й тяжкість наслідків, вона дозволяє найбільш точно оцінити вірогідні втрати, як людські так і матеріальні, та визначити бар'єри що допоможуть їх уникнути у майбутньому.

Науковий керівник – Ю.П.Міляєв, канд.техн.наук, професор

УДК 351.814.2:656.7.08(043.2)

Супрунов П.В.

Національний авіаційний університет, Київ

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЕЗПЕКОЮ ПОЛЬОТІВ. ОЦІНКА БЕЗПЕКИ

Вся історія авіації, так само як і історія людства в цілому, складається з проб та помилок, зі спроб зазирнути за грань невідомого та гірких уроків отриманих високою ціною. Проблема забезпечення безпеки польотів почала ставати все більш нагальною з другої половини ХХ століття, коли цивільна авіація, що щойно здобула газотурбінні двигуни, стала доступною для широких мас, тобто здобула попит і почала швидкими темпами нарощувати пропозицію. Але щоб літати все швидше, далі та максимально ефективно, спеціалісти по всьому світу почали розробку не тільки нових, все більш досконалих вузлів та агрегатів повітряних суден, але й процедур експлуатації що забезпечували б ефективне обслуговування та роботу як літака в цілому, так і кожного його елемента. Проте, дуже скоро стало очевидним те, що далеко не всі нововведення є безпечними, хоча можуть такими здаватись на перший погляд. Оцінка безпеки, розрахунок потенційних ризиків що можуть виникнути навіть при мінімальній зміні будь-якого елемента експлуатаційної діяльності стали невід'ємною частиною кампанії по підвищенню рівня безпеки польотів та утримання його на достатньому рівні.

Міжнародна організація цивільної авіації ІКАО розробила новий стандарт для системи контролю безпекою польотів для різноманітних організацій авіаційної галузі що включають авіакомпанії, проектні установи, компанії що займаються технічним обслуговуванням, організацією повітряного руху та аеропорти. Найважливішим компонентом системи керування безпекою польотів є оцінка ризиків.

Іншим ключовим компонентом структури керування безпекою польотів є забезпечення безпеки, що, поміж іншого, включає в себе керування змінами, що, в свою чергу, потребує оцінки іншого типу – оцінки безпеки. Оцінка безпеки зазвичай проводиться у зв'язку з вводом нових процедур у процес експлуатації повітряного судна та проводиться заздалегідь. Нововведенням може вважатись будь що, наприклад польоти до нового аеропорту чи введення нового розкладу проведення наземного обслуговування.

На результат оцінки безпеки впливає як вірогідність розвитку найгіршого сценарію, тобто такого що призведе до людських жертв чи матеріальних втрат, так і величина втрат (людське життя, здоров'я чи сума коштів).

Оскільки основною задачею оцінки безпеки є передбачення тих чи інших наслідків, вона може проводитись в обох випадках: з наявними точними статистичними даними, чи без них, використовуючи експертну оцінку та узагальнену інформацію.

Науковий керівник – Ю.П.Міляєв, канд.техн.наук, професор.

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ШВИДКІСТЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ПРИ ЗЛЬОТІ ПОВІТРЯНОГО СУДНА

Швидкість прийняття рішення - це розрахована для даних умов зльоту швидкість, до досягнення якої має бути прийняте рішення про продовження або припинення зльоту повітряним судном. При цьому залишеної дистанції повинно вистачити як для припинення, так і для продовження зльоту.

Для літака перед кожним зльотом екіпаж розраховує швидкість прийняття рішення – V_1 , до досягнення якої зліт може бути безпечно припинений, а літак зупиниться в межах доступної дистанції перерваного зльоту.

Швидкість прийняття рішення змінюється в залежності від типу повітряного судна і коливається в залежності від багатьох факторів, таких як:

- довжина злітно-посадкової смуги, її стан, коефіцієнт зчеплення, покриття; стан поверхні ЗПС може зробити істотний вплив на злітні характеристики, так як він може вплинути як на можливість розгону, так і на можливість гальмування літака.
- метеорологічні умови, такі як швидкість і напрям вітру, температура повітря, атмосферний тиск;
- конфігурація літака (злітна вага літака, положення закрилків на крилі, розміщення двигунів, тяга двигуна);

Крім того, швидкість прийняття рішення вибирається так, щоб при відмові одного з двигунів при розбігу гарантувалася безпека як при перериванні зльоту, так і при його продовженні. Важливим нюансом є і той факт, що V_1 не повинна перевищувати V_R (швидкість підйому передньої стійки шасі), так як через 2-3 секунди настає відрив літака від ЗПС.

Всі сучасні літаки цивільної авіації сконструйовані так, що навіть при відмові одного з двигунів на зльоті, потужності інших вистачить для того, щоб розігнати літак до прийнятної швидкості і піднятися на безпечну висоту, з якої можна виконати заходження на посадку.

Якщо ж виникає необхідність переривання зльоту, існує багато труднощів при його виконанні, основними з яких є:

- велика маса літака, оскільки він заповнений значною кількістю палива для здійснення польоту;
- дефіцит часу при оцінці необхідності застосування процедури перерваного зльоту;
- на відміну від посадки, для гасіння швидкості залишається значно менша частина ЗПС, а також немає можливості відійти на друге коло;
- велике навантаження на гальмівну систему через значну вагу літака і малу гальмівну дистанцію;

Отже, прийняття рішення про припинення чи продовження зльоту необхідно виконувати якнайшвидше, щоб уникнути катастрофічних наслідків, які можуть настати.

УДК 681.121.842(043.2)

Стецівка М.Р., Дерев'янюк Н.О.

Національний авіаційний університет, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОВЖИНИ ПНЕВМАТИЧНОЇ ТРАСИ НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТИСКУ

В сучасних наукових дослідженнях важливу роль відіграють фізичні вимірювання, а особливо важлива роль електричних вимірювань, які завдяки ряду переваг над механічними стали основними. Основними перевагами електричних вимірювань є: можливість вимірювання швидкозмінних систем; можливість забезпечення високої чутливості та високої точності; можливість комп'ютеризації вимірювань.

Динамічні властивості датчика характеризуються цілим рядом параметрів, які, однак, доволі рідко наводяться в технічних описах виробників. Динамічну характеристику датчика можна експериментально отримати подавши на вхід одиничний стрибок та отримати реакцію вимірюваної системи. Параметри, що описують реакцію датчика, дають уяву про його швидкодію (наприклад час нарощення, запізнювання, час досягнення першого максимуму), інерційних властивостей (відносне перерегулювання, час встановлення) і точності (зміщення).

Для отримання динамічних характеристик п'єзо резистивного датчика тиску MPXV5004GP в залежності від довжини пневмотраси було створено установку для проведення експериментів та інформаційно-вимірювальну систему для збору та обробки результатів. Проведено ряд експериментів та отримано перехідні характеристики при різних довжинах пневматичних трас ($L=30\text{мм}$, $L=1200\text{мм}$, $L=2900\text{мм}$, $L=5500\text{мм}$) при однаковому діаметрі. По перехідних характеристиках проведено ідентифікацію датчика по перехідній функції другого порядку та отримано амплітудо частотні і фазочастотні характеристики. Побудовано графік залежності характеристик вимірювальної системи від довжини траси, де показано що із збільшенням довжини динамічні характеристики погіршуються.

Роблячи висновок по отриманим результатам, можна сказати – довжина пневмо траси значно впливає на динамічні характеристики вимірювальної системи. Маючи цю залежність можна підібрати оптимальну довжину пневмо траси для забезпечення потрібних динамічних характеристик.

Науковий керівник – С.О.Іщенко, д-р техн. наук, професор

RESEARCH OF BOUNDARY LAYER IN THE STABLE FLOW AREA

Investigation of liquid flow is important for a plenty of different technologies. For example during manufacturing of aviation techniques, in machinery manufacturing, food production, nuclear energy researches and other fields. There are a plenty of works devoted to this research. e.g. works of those notable scientists Mak-Kellvi, Libenzone and Turner. But even in nowadays those type of researches remaining to be valid. During those type experiments its necessary to provide high precision of determining kinematic characteristics at the boundary layer.

Application of the high precision laser technologies is a main complexity of this research, due to inability to use other methods because of they low accuracy, or possibility to disturb the boundary layer. Doppler laser anemoters has been analyzed in this work. We discovered that the most appropriate method for this research is a differential scheme. This research has been done according to this scheme with backward diffusion, when the receiver and source of emitting is at the one side of the district that are exploring. Research with front diffusion is less rational in given experiment due to the reflections of the laser ray in the tube, and hindrances that produces the body of research.

Diagram of diffusion has been researched, during backward diffusion. This allows to set the receiver of emitting that appears in the point of maximum power .

Also noises that appears in the receiver of laser emitting has been explored and protective filters has been installed. This allows to make measuring of kinematic characteristics of flow in given area. Also in this work we explored attitude of flow for Newton's liquid. We have measured epures of speed of flow in Newton's liquid. Also we defined difference of pressure in stable flow, which allowed us to calculate hydraulic resistance, necessary for choosing the pump and defining parameters of hydraulic systems.

We discovered that, maximum of epur of speed is replaced to the center of tube, because of difference in areas of external and internal tubes.

Scientific leader – S.V. Kopylov. el. teache

УДК 629.735.015.3; 629.733.5 (043.2)

Розбицький В.А.

Национальный авиационный университет, Киев

АЭРОДИНАМИКА ДИРИЖАБЛЯ С НЕСУЩИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Дирижабли, с формой, создающей подъемную силу наиболее эффективны в эксплуатации. Однако, особенности их обтекания содержат критические элементы, связанные с аэродинамикой вязкой жидкости.

Одним из критических режимов обтекания является отрыв потока воздуха при выходе на большие углы атаки. Этот отрыв потока приводит к уменьшению подъемной силы, изменению сопротивления и нарушению балансировки. Балансировка дирижабля в динамическом режиме движения можно обеспечить с помощью обычных рулевых поверхностей, но это может оказаться не эффективным.

Для улучшения управляемости, особенно на малых скоростях, применяются цельноповоротные поверхности управления.

Из-за особенностей данного типа дирижабля, его малого удлинения, целесообразно применить аэродинамическую схему утка, что позволит улучшить характеристики дирижабля в целом.

Для повышения устойчивости обтекания поверхности дирижабля дискообразной формы применяются турбулизаторы поверхностного слоя, и на рулевых поверхностях используют вихреобразователи на передней кромке.

Турбулизаторы широко используются в процессе создания современных самолетов для увеличения подъемной силы и критического угла атаки, а также для улучшения моментных характеристик устойчивости и управляемости.

Вихреобразователи на передней кромке крыла и оперения исследуются в учебной аэродинамической трубе УТАД-2 НАУ. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности вихреобразователей на критических режимах полета. Критические углы атаки во многих исследованиях увеличились до 50%.

В докладе приведены данные об исследовании характеристик дирижабля с аэродинамической поверхностью, что увеличивает подъемную силу от 10% до 20%. Безотрывное обтекание поверхности дирижабля обеспечивают турбулизаторы, а управляемость носовые вихреобразователи на рулях.

Работа выполнена на модели дирижабля с размерами 0,46x0,28x0,097м на скорости 20м/с, число Рейнольдса $6.13 \cdot 10^5$ в вариациях чистой поверхности и поверхности с турбулизаторами.

Проведена визуализация обтекания с помощью шелковинок, только фюзеляжа, также с помощью компьютерного моделирования, как фюзеляжа, так и фюзеляжа с рулевыми поверхностями. Оценены основные аэродинамические характеристики дирижабля.

Научный руководитель – Е.П.Ударцев, д-р техн. наук, профессор

УДК 629.7.022 (043.2)

Демидченков І.І.

Національний авіаційний університет, Київ

АЕРОДИНАМІЧНА КОМПОНОВКА ЛІТАКІВ ТИПУ КАЧКА

До літаків типу качка, відносять літальні апарати, у аеродинамічній схемі яких органи поздовжнього управління розташовані попереду крила.

Унікальна конструкція крила робить літальний апарат менш стабільним в порівнянні зі звичайною конструкцією. Елерони на основному крилі (задньому) піддаються різним кутам атаки при різній кількості турбулентності, що робить його нестабільним.

Класична аеродинамічна схема літальних апаратів має недолік, який називають «втратами на балансування». Для набору висоти в класичній аеродинамічній схемі зниження висоти заднього горизонтального стабілізатора одночасно викликає поштовх хвоста літака вгору, що призводить до характерного "кювання" класичного летального апарату. Оскільки літак порушує горизонтальну балансування і нахилиється носом вниз, то відбувається зменшення підйомної сили основного крила планера.

Перевагою є те, що аеродинамічна схема «качки» забезпечує управління по тангажу без втрат підйомної сили на балансування, оскільки підйомна сила збігається за напрямком з підйомною силою основного крила, на відміну від нормальної аеродинамічної схеми, при якій задне горизонтальне оперення створює негативну підйомну силу. Тим не менше, «качки» практично не використовуються в чистому вигляді через властиві їм серйозні недоліки.

Літаки, збалансовані за аеродинамічною схемою «качка» мають серйозний недолік, який називається «схильність до кювання». Через скошування потоку за переднім горизонтальним оперенням (ПГО) кут атаки на крилі менший, ніж на ПГО, тому в міру збільшення кута атаки зрив потоку починається спочатку на ПГО. Це викликає зменшення підйомної сили на ньому, що супроводжується опусканням носа літака (кюванням), особливо небезпечним на зльоті та посадці.

На сьогоднішній день, літаки типу «качка» не дуже поширені, але мають дуже великі перспективи. Найбільшу кількість таких літальних апаратів можна зустріти у військовому або безпілотному застосуванні. Для оптимізації аеродинамічних характеристик, слід використовувати засоби для збільшення кутів атаки на носовому стабілізаторі.

Науковий керівник – Є.П. Ударцев, д-р техн. наук, професор

УДК 629.7.067(043.2)

Сімакін Ю.В.

Національний авіаційний університет, Київ

ОБЛЕДЕННЯ: ВПЛИВ НА АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СПОСОБИ БОРОТЬБИ

Обледення - процес утворення льоду на керуючих поверхнях, крилі літака і т. д. при низькій температурі.

Існує три види обледення: сублімаційне, сухе, аморфне. Перший тип - це так зване сублімаційне зледеніння. В цьому випадку відбувається сублімація водяної пари на поверхні обшивки літального апарату, тобто перетворення в лід минаючи рідку фазу. Другий тип - так зване сухе зледеніння. Це осідання вже готового льоду, снігу або граду при прольоті літака через кристалічні хмари. Найбільш небезпечний вид обмерзання-це аморфні відкладення чистого льоду - явище, схоже з ожеледицею на поверхні землі.

Також вчені виділяють чотири форми обледення: клиноподібна(профільна), жолобоподібна, рогоподібна та бар'єрна. Найбільш небезпечною формою, що погіршує аеродинамічні характеристики – це бар'єрна форма. З іншого боку, профільна форма обледення стабілізує відношення S_x до куту атаки α , роблячи залежність більш експоненціальною, а у випадку залежності S_y від α клиноподібне обледення виконує функцію турбулізатора. Тож, як не парадоксально, але обледення на певній стадії утворення виконує стабілізуючі функції.

Протизаморожувальні системи поділяються за характером впливу на механічні, фізико-хімічні та теплові, а за умовами експлуатації на циклічні та постійної дії. Механічні ПЗС бувають пневмомеханічні, що зараз майже не використовуються через те, що на швидкості понад 600 км/год відбувається деформація протектора, та електроімпульсні, які складаються з індукторів вихрового струму, на які з періодом в 1-2 секунди подається струм. Теплові ПЗС є найрозповсюдженішими та найлегшими в експлуатації, хоча знижують КПД двигуна аж до 15%. Принцип їх дії полягає у подачі теплого повітря від двигунів до поверхонь крила через спеціальні пневмосистеми (повітряно-теплові ПЗС) чи у подачі струму у нагрівальні елементи, розсташовані біля обшивки (електро-теплові ПЗС). У фізико-технічних ПЗС наразі виділяють два напрями розвитку: Перший - це зменшення коефіцієнта зчеплення льоду з поверхнею, а другий - зменшення (зниження) температури замерзання води. Для цих цілей використовуються антифризи, тобто суміші на базі етиленгліколю або окремо наноситься речовини на основі жирів або парафінів.

В даній статті окрім теоретичних відомостей також використовувалися результати експериментів з моделями різних видів обледення. Результати експериментів у аеродинамічній трубі були оброблені в середовищі програмування LabView, графічні відображення представлені в презентації.

Науковий керівник – Е.П. Ударцев, д-р техн. наук, професор

УДК 629.7.022 (043.2)

Сушко А.А.

*Національний авіаційний університет, Київ***ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ САМОЛЕТОВ ТИПА «УТКА»**

Литературные источники 30-40-летней давности свидетельствуют, что перенесение горизонтального оперения вперед увеличивает запас коэффициента C_u и качество самолета примерно на 10-15%.

Аэродинамические преимущества самолетов, выполненных по схеме «утка», известны по сравнению с самолетами, у которых горизонтальное оперение традиционно расположено в хвостовой части фюзеляжа.

Гибридная система управления такого самолета состоит из: носового крыла, которое обеспечивает статическую балансировку, и уменьшенного хвостового оперения, которое, в свою очередь, обеспечивает управляемость.

Проведенные расчеты показали весьма обнадеживающие резервы экономии энергоресурсов при переводе самолетов на аэродинамические схемы по типу «утка». В исследованиях использовались известные аэродинамические характеристики и параметры. Так, для Ил-86 перекомпоновка под «утку» снимает паразитную подъемную силу горизонтального оперения, что позволяет получить запас подъемной силы и использовать его для перехода в высший эшелон. Таким образом, на самолёте Ил-86 «утка» увеличивается дальность полета.

Результат анализа показывает, что наибольшая сложность заключается в создании достаточных характеристик устойчивости и управляемости в канале тангажа в критической и закритической областях. При этом не только повышаются, но и обостряются требования к обеспечению центровки самолета.

Схема "утка" позволила бы более равномерно освоить воздушное пространство для дозвуковой авиации, что позволяет открыть пути экономии топливных ресурсов. На этом основании были проведены прикидочные расчеты экономического эффекта после перевода всего самолетного парка гражданской авиации на схему "утка". При 23% экономии часового расхода топлива транспортной авиацией можно было бы дополнительно перевезти около 27 млн пассажиров, получив при этом около 1 миллиарда дополнительных доходов.

И тем не менее технические средства позволяют реализовать достоинства схемы "утка" за счет возможности использования уменьшенной продольной устойчивости без проигрыша в характеристиках устойчивости и управляемости. Применение ее на самолетах гражданской авиации позволит после реализации целенаправленной программы увеличить вдвое или втрое пассажирооборот при тех же энергоресурсных резервах за счет экономии топлива. В НАУ разработаны крылья стреловидной формы и малого удлинения, у которых отрыв потока происходит на углах атаки больших критических на 50%. Это получается за счет эффекта продольно-вихревого обтекания крыла, который генерируется носовыми вихреобразователями оптимальной формы.

Научный руководитель – Е.П.Ударцев, д-р техн. наук, профессор

УДК 629.7.067 (043.2)

Алексєєнко С.І.

Національний авіаційний університет, Київ

ЗАХИСТ ЛІТАКІВ ВІД ПОРИВІВ ВІТРУ

Зліт та посадка БПС здійснюється на допустимих кутах атаки, які забезпечують кут атаки із запасом 30% від критичного кута. Але ця різниця в кутах атаки розрахована на базі квазістатичної зміни аеродинамічних характеристик. При дії поривів вітру кути атаки можуть досягати критичні значення і перебільшувати їх. Аеродинаміка польоту на за критичних кутах атаки залежить від утворення поперечних вихрових структур які розвиваються на профілі і дрейфують на ньому із швидкістю рівною половині швидкості польоту.

На крейсерських режимах, а також режимах набору висоти та зниження по маршруту, повинен забезпечуватись такий запас по куту атаки до $\alpha_{\text{доп}}$ котрий відповідає приросту кута атаки від миттєвого входження у вертикальний порив вітру $W_i=9$ м/с при $H \leq 7$ км та $W_i=9-0,5$ м/с при $H > 7$ км, але у всіх випадках $W_i \geq 6,5$ м/с, тобто

$$\alpha_{\text{доп}} \geq \alpha_{\text{кр}} + \frac{W_i}{V_i} \cdot 57,3$$

де $\alpha_{\text{кр}}$ – кут атаки в горизонтальному прямолінійному польоті.

Рішенням даної проблеми є використання утворювачів повздовжніх вихорів (УПВ), що являють собою об'ємні тіла, спеціальної оптимізованої форми які розширяються по довжині, і розташовані на передній кромці аеродинамічної поверхні. УПВ змінює структуру обтікання гладких крил. Для цього вихорі, що генеруються повинні бути достатньої інтенсивності для досягнення задньої кромки, а вибух вихору відбувається в сліді за крилом. Поперечні вихори, що утворені на гладкому крилі поблизу передньої кромки при критичних кутах атаки (приєднані вихори) знищуються повздовжніми вихорами від утворювачів вихору, ліквідуючи динамічний відрив. Повздовжні вихори, що досягають задньої кромки знищують поперечні вихори гладкого крила, що викликані відривом в'язкого пограничного шару.

У результаті трубних аеродинамічних досліджень і льотних випробувань зрозуміло, що крила кінцевого подовження звичайного для сучасного літака прямі і стрілоподібні, забезпечені УПВ на передній кромці розташовані так, що все крило обтікається численними вихровими джгутами, що руйнують звичайні відривні вихори на великих кутах атаки. Створення нової вихрової структури обтікання призводить до зміни аеродинамічних характеристик крила: критичний кут атаки зростає до 50%, максимальна підйомна сила досягає свого звичайного значення або перевершує його при збільшеному критичному куті атаки. Такий ефект збільшує запас по звалювання при значно більших поривах вітру, сприятливо впливає на злітно-посадочні характеристики. Водночас при застосуванні спеціальної форми УПВ на них утворюється підсмоктувальна сила, яка зменшує опір, що призводить до незначного зростання опору на найвигіднішому польотному куті атаки.

Науковий керівник – Е.П. Ударцев, д-р техн. наук, професор

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ АЕРОПОРТІВ

UDC 629.73.03.419(043.2)

Shylnyk V.I.*National aviation university, Kyiv***TYPES AND REQUIREMENTS FOR SEALING ELEMENTS OF PUMPS FOR AEROFUELS AND HYDRAULIC FLUIDS**

Pumps are ones of the most widely requested pieces of equipment in engineering industry. Almost everywhere where rotodynamic pumps are used, a shaft seal is involved. The shaft seal is a barrier between the pump inside substance and the atmosphere. The most common type of pump sealing elements for aviation fuels and hydraulic fluids is a mechanical face seal. They are intended for division of two spaces. One of them is the space of pumping fluid under working pressure and another is atmosphere outlet of shaft extension to the bearing unit.

There are many types of mechanical face seal: single type, double type (tandem, back-to-back, face-to-face) and cartridge types. Besides, the last ones are also divided into single and double (tandem, back-to-back, face-to-face) cartridge types.

Mechanical face seal geometry is the most critical design elements within a mechanical seal. Overall diameter, centroid location, drive gear, surface area, surface finish, and face topography can be altered to achieve specific results in a variety of liquids, such as aviation fuels or hydraulic fluids.

The different classes of materials are used for the manufacturing of sealing rings: graphite, steel, cast iron, alloys, ceramic materials. All these materials have some advantages and disadvantages.

A mechanical seal provides normal operation of pump for aerofuels and hydraulic liquids (where applicable). A sealing element consists of two main components: a fixed and rotating elements. The rotating element is axially pressed against the fixed one.

The shaft seal is the most heavy duty loaded unit in centrifugal pumps, which must be reliable, durable in operation and must not require the skilled maintenance. Aviation fuels are dangerous and aggressive substances. It is also flammable and can cause severe environmental damage. Especially stringent requirements must be established for the shaft seal of centrifugal pumps that intended for aggressive fluids.

The following requirements should be met depending on work condition: reliability and durability under different loading parameters and operating conditions of the pump; corrosion and erosion resistance to the working environment; ease of assembly and disassembly; simplicity and low cost of maintenance and manufacturing.

The greatest attention is to be paid to one fact. 70% of pumps are withdrawn from operational use due to the damage of sealing device. Moreover, about 40 % of the repair cost is accounted for replacement of the seals. From the data, mentioned above, the following could be concluded that the reliability of shaft seals of centrifugal pumps, which are intended for hydraulic fluid and aerofuels, is one of the most important factors affecting the available state of pumping units. The efficiency of seals affects the durability of the pumps in general.

Scientific supervisor – Dovgal A.G., Ph. D., associated professor.

УДК 629.735.083.002.5:62-69(043.2)

Анікіна В.В., Ткач М.М.
Національний авіаційний університет, Київ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ВИДАЛЕННЯ ОЖЕЛЕДІ НА ЕЛЕМЕНТАХ АЕРОДРОМУ

Система сніготанення призначена для автоматичного розтоплення снігу і запобігання утворення ожеледі на відкритих майданчиках: ступенях; проїжджій частині і пішохідних доріжках, навантажувальних терміналах; злітно-посадкових смугах і т.д. Мета установки системи сніготанення - забезпечення безпечного пересування людей і техніки.

Конструктивно така система складається з трьох блоків: нагрівача, системи управління та інформаційно-розподільчої мережі.

Система управління включає апаратуру запуску, управління та захисту, а також систему датчиків. Управління здійснюється автоматично програмованим терморегулятором або міні-метеостанцією, алгоритм роботи яких базується на свідченнях датчиків температури і вологості.

Інформаційно-розподільна мережа складається з силових і інформаційних кабелів, які забезпечують електроживлення і комутацію компонентів системи.

Нагрівач є основним робочим елементом системи. За типом теплоносія системи сніготанення, як і теплі підлоги, поділяються на водяні і електричні.

Перші являють собою укладені в бетонну стяжку під покриття теплопровідні труби, по яких циркулює нагріта до ТЕМПЕРАТУРИ $+25^{\circ}\text{C}$ - $+90^{\circ}\text{C}$ вода. Перевага такої системи в її довговічності та економності.

В електричних системах сніготанення нагрівачем є армований високотемпературний нагрівальний кабель. ЗГІДНО Джоуля-закону Ленца при протіканні струму через провідник в навколишнє середовище виділяється тепло, кількість якого пропорційна омичному опору провідника. І якщо для кабелів електроживлення це явище небажане, то для нагрівального кабелю - основа його роботи.

Системи сніготанення обох типів включаються, коли одночасно потрапляють в заданий діапазон можливого утворення снігового покриву або полою показання як розміщеного в захисній гофротрубі в бетонному стягуванні датчика температури, так і встановленого на поверхні майданчика датчика опадів. У цьому випадку по команді системи управління подається електроживлення на нагрівальний кабель або включаються циркуляційні насоси для подачі гарячої води.

Тривалість обігріву після припинення опадів задається користувачем (наприклад, 3 години - до повного висихання). Працює система сніготанення в нашому кліматі, як правило, в температурному діапазоні від $+3^{\circ}\text{C}$ до -10°C .

Науковий керівник – Білякович О. М., к.т.н., проф..

УДК. 656.7:004(043.2)

Бурділова М. В.

*Національний авіаційний університет, Київ***АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ АВІАПАЛИВОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

На сьогоднішній день дуже велике значення мають автоматизовані системи забезпечення паливом і оливами аеропортів і повітряних суден. Такі системи створюються на базі апаратно-програмних модулів зі стандартними інтерфейсами які дозволяють значно зменшити втрати нафтопродуктів і мінімізувати витрати по експлуатації.

Технологічне обладнання, вироблене фірмою «М + F», має вбудовані датчики і мікропроцесори що дозволяють отримувати інформацію про протікання процесів прийому палива, перекачування, фільтрації, зберігання і обліку технологічних запасів, видачі палива на заправку і про процес заправки повітряних суден.

Технологічні процеси роботи з авіаційним паливом, розроблені фахівцями фірми Messung Fördertechnik Gwinner GmbH & Co («М + F»), будуються на системному підході до вирішення проблем авіапаливозабезпечення в аеропортах цивільної авіації. Вони відповідають найвищим вимогам стандартів ІКАО, ІАТА та Європейським нормам. Концептуально технологія розроблена за принципом модульної побудови системного обладнання. «М + F» поставляє як окремі структурні модулі, так і повномасштабні комплекси, використовуючи для цього власну продукцію, а також комплектуючі елементи інших високотехнологічних виробників. Технологія наливу нафтопродуктів включає в себе наступні системи:

- вимірювання і управління процесом прийому нафтопродуктів;
- утилізація парів нафтопродуктів;
- вимірювання об'єму та маси нафтопродуктів в резервуарному парку для інвентаризації товарних запасів;
- технологічні лінії наливу, вимірювання маси і об'єму, зв'язку з іншими автоматизованими системами обліку нафтопродуктів, що відпускаються;
- управління доступом і системи ідентифікації для автоматизації процесу відпуску нафтопродуктів;
- спеціальні технології наливу танкерів і барж;
- системи дозування, введення і змішування присадок;
- насоси, системи управління насосами для подачі нафтопродуктів.

Отже, сучасний стан розвитку науки і техніки дозволяє говорити про запровадження в практику діяльності паливозаправних комплексів аеропортів інтелектуальних систем управління, заснованих на застосуванні процесорної техніки і потужних обчислювальних комплексів.

Науковий керівник – Білякович О. М., к.т.н., проф.

УДК. 629.73.03.419(043.2)

Галасва Е. А.

Національний авіаційний університет, Київ

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ПАЛИВОЗАПРАВНОГО ОБЛАДНАННЯ АЕРОПОРТІВ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Для торцевих ущільнень насосів відцентрового типу застосовується широкий спектр неметалічних матеріалів, які мають значні вади відносно зносостійкості, і як наслідок погіршення щільності ущільнення, ресурсу агрегату та чистоти рідини, що перекачується.

Задачею розробки матеріалу для торцевих ущільнень насосного обладнання авіаційної наземної техніки є зниження коефіцієнту тертя, інтенсивності зношування та підвищення міцності карбідокремнієвого матеріалу, що досягається шляхом додавання зв'язки з оксиду алюмінію та оксиду цирконію в евтектичному співвідношенні компонентів бінарної системи. Евтектична концентрація бінарної системи має більш тонку дисперсну структуру механічної суміші та має підвищені механічні властивості, відносно твердих частинок карбиду кремнію.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак розробки і технічного результату очевидний із нижченаведеного опису. Як основа матеріалу використовується карбід кремнію, що має достатньо високу твердість і міцність, однак внаслідок крихкості не може бути використаним в якості матеріалу для отримання захисних зносостійких покриттів. Введення до матеріалу оксиду алюмінію приводить до підвищення корозійної стійкості та зносостійкості, що пояснюється утворенням в процесі тертя вторинних структур взаємодії компонентів матеріалу в вигляді захисних плівок на поверхні тертя. Введення до матеріалу домішок цирконію приводить до зменшення крихкості та підвищує пластичність і адгезійні властивості матеріалу.

Інтенсивність зношування визначали за схемою «площина-площина» в діапазоні навантажень, що навантаженні $P=1-15$ МПа та швидкості ковзання $V=1-10$ м/с, що моделюють реальні умови роботи вузлів тертя. В кості контртіл використовували зразки з конструкційних, легованих сталей та подібних керамічних матеріалів.

У порівнянні з зносостійкістю традиційних матеріалів для торцевих ущільнень отриманий матеріал виявив втричі кращі результати при терті з конструкційними та легованими сталями та подібним композиційним матеріалом.

Таким чином впровадження нових композиційних матеріалів до ущільнюючих вузлів паливоперекачувальної апаратури суттєво підвищить ресур насосного обладнання, його безпечність та витрати на технічне обслуговування агрегатів, надійність паливозаправної апаратури та суттєво поліпшить чистоту палива.

Науковий керівник – Довгаль А. Г., к.т.н., доц..

УДК. 629.73.03.419(043.2)

Данилейко О. В., Пономаренко Д. О.
Національний авіаційний університет, Київ

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ПАЛИВОЗАПРАВНОГО ОБЛАДНАННЯ АЕРОПОРТІВ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ

Проблема підвищення зносо- і корозійної стійкості деталей машин є актуальною в умовах експлуатації устаткування за високих швидкостей і навантажень. Перспективними для таких умов роботи є керамічні матеріали, які мають високу стійкість в умовах інтенсивного зношування і до впливу агресивних середовищ. Цим вимогам відповідають керамічні композити на основі карбіду кремнію та оксиду алюмінію, які мають високий рівень фізико-механічних властивостей, а також є недорогими і недефіцитними матеріалами.

Ресурс паливо-перекачувальної апаратури аеропортів, визначається зносо- і корозійною стійкістю ущільнювальних елементів. Тому, ці вузли є найбільш навантаженими. Їх контактна зона працює в умовах тертя без змащування в динамічному режимі, а в статичному режимі піддана впливу прекачуваного середовища - палива та всіх можливих присадок до нього і вміщеної води.

Композиційні матеріали можуть застосовуватися як у вигляді компактних виробів, так і покриттів на поверхні деталей, що працюють у вузлах трибосполучень. Перевага застосування керамічних матеріалів як покриттів полягає в їх локальному використанні на тергових поверхнях, що зумовлюють істотну економію цих матеріалів. Для нанесення газотермічними методами керамічних порошкових композиційних матеріалів на сталеві поверхні, необхідно введення в шихту металеві складової, яка забезпечувала б адгезійне зчеплення кераміки зі сталевією підкладкою і когезійне зчеплення між фазами покриття.

Натепер широке застосування в різних галузях промисловості для порошкових композицій набула технологія високошвидкісного повітряно-паливного нанесення (ВППН) зносостійких покриттів. Цей метод відрізняється від детонаційного плавністю і безперервністю процесу нанесення покриттів, а отже, неістотним динамічним впливом на деталь, а від плазмового більш низьким температурним впливом на деталь і відносно низькою вартістю обладнання.

Зносостійкою складовою композиту для нанесення ВППН покриттів обрано кераміку $\text{SiC-Al}_2\text{O}_3$. Як металеву зв'язку було обрано сплав на основі нікелю, який повинен забезпечити адгезію керамічної складової до сталевією підкладки і високу корозійну стійкість.

Оптимальним, щодо вибору металевією зв'язки, виявився нікелевий розплав, що містить 15 мас. % Al, оскільки в системі $(\text{SiC-Al}_2\text{O}_3)\text{-(Ni-15\%Al)}$ утворюються контактні кути змочування 20° , при цьому не відбувається активної хімічної взаємодії, що призводить до утворення силіцидів нікелю. Як металеву складову для нанесення карбідокремнієвої кераміки $\text{SiC-Al}_2\text{O}_3$ на сталеву підкладку методом ВППН обрано металевий сплав Ni-15% Al.

Науковий керівник – Довгаль А. Г., к.т.н., доц.

УДК 666.11.017(043.2)

Лавриненко М. В.

Національний авіаційний університет, Київ

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СКЛЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ АВІАЦІЙНОЇ НАЗЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Як відомо, гасло цивільної авіації – «Безпека перш за все!» При цьому безпека повітряного транспорту стосується не тільки безпеки пасажирів, а і безпеки транспортних засобів та пов'язана зі значними матеріальними збитками. Часто причиною пошкодження авіаційних суден є наїзд спецтранспорту під час наземного обслуговування через низький рівень професійної підготовки персоналу, порушення правил дорожнього руху на території аеродрому, поганої маневреності шасі, некомфортності робочого місця водія, поганої видимості та низького рівня оглядовості. Тому, щоб знизити ймовірність інцидентів, виникає ряд вимог до робочого персоналу та конструктивних елементів спецмашин. Одними із таких і є скляні конструкції.

Цікавою новинкою стала розробка професорів Токійського університету-надміцне скло, що своєю міцністю не поступається ні чавуну, ні сталі, зберігаючи властивості легкості та тонкості. У виробництві нового матеріалу використовували оксид алюмінію у великих кількостях (близько 50%), що дозволило підвищити механічну стійкість скла. Учені розробили технологію безконтактного спікання суміші (щоб запобігти кристалізації суміші при контакті із контейнером) у спеціалізованій печі із застосуванням вуглекислотного лазеру та газоподібного кисню, що дозволило налагодити процес виробництва. Дослідники німецько-американської компанії Exatex розробили технологію виробництва автомобільного скла, що не б'ється із полікарбонатних матеріалів, яка дозволить виготовлення скла будь-якої форми і, відповідно, розробку принципово нових конструкцій автомобілів. Переваги полікарбонату: легкість (удвічі легше звичайного скляного); висока термостійкість; високі шумоізоляційні властивості; висока прозорість; хімічна стійкість, що робить його використання особливо бажаним в умовах роботи на аеродромі; низька теплопровідність (можна порівняти зі склопакетами), що дозволяє затримувати ультрафіолетове випромінювання та економити на опаленні салону. Теплоізоляційні властивості дозволять знизити витрати на електроенергію на 30%. Технологія Exatex 500 полягає у вдосконаленому процесі лиття під тиском великого скла, за рахунок чого досягаються оптимальні оптичні властивості матеріалу. А спеціальне плазмове покриття дозволяє значно покращити стійкість до подряпин. Ударостійкість такого скла у 250 раз перевищує ударостійкість звичайного та у 50 разів – органічного. Використання полікарбонатів дозволяє знизити вагу скляних вставок автомобіля до 40%. Скло – надміцне, а тому абразивостійке, що значно поліпшить його оптичні якості та ресурс, тим самим здатність оператора. Таким чином, застосування новітніх технологій та матеріалів у виготовленні скляних конструкцій дозволить не лише підвищити рівень безпеки за рахунок їх високих експлуатаційних характеристик.

Науковий керівник – Довгаль А.Г., к.т.н., доц.

УДК. 656.071.8:656.71(043.2)

Ветчинкін С. С.

*Національний авіаційний університет, Київ***ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ ПРИБИРАЛЬНИХ МАШИН FAUN**

Утримання і ремонт льотних полів аеродромів являють собою комплекс заходів, спрямованих на підтримку і відновлення початкових експлуатаційних якостей і забезпечення постійної експлуатаційної готовності.

Найбільш сучасні технології прибирання – це застосування вакуумних прибиральних машин. Адже вони з великим успіхом впораються з великогабаритним сміттям, дрібним сміттям, найдрібнішими фракціями пилу, які неможливо зібрати механічним шляхом, а також з рідкими видами забруднень. На сьогоднішній день багато виробників пропонують ці машини українським аеропортам. Але, як завжди, серед великої кількості виробників є свої лідери, які можуть запропонувати найефективніші технології прибирання. Німецький виробник підмітальних машин FAUN добре відомий у всьому світі.

По-перше – це найпотужніші у своєму класі прибиральні машини. Серце всмоктуючого агрегату – сучасні двигуни Mercedes-Benz, Volkswagen, John Deere з нормами токсичності вихлопу відповідно діючого законодавства. По-друге, машини FAUN обладнано системою рециркуляції повітря, яка спрямовує значну частину повітря з розподільного бункера зі сміттям через гнучкий шланг до всмоктувальної шахти, тим самим підсилюючи ефект підняття сміття. Частина повітря, яка залишилася осторонь шляху рециркуляції, виводиться в шумопоглинаюче відділення та далі назовні машини. Завдяки посиленню дії пилососа підвищується якість прибирання, в атмосферу потрапляє відносно невелика кількість тонкого пилу з бункера, при рециркуляції повітря нагрівається і при дотриманні деяких додаткових умов підмітально-прибиральна машина може використовуватися при зовнішніх температурах до -5°C , а це означає що в деяких регіонах машина може працювати до 9-10 місяців на рік, наприклад в північних областях України. По-третє, спецобладнання важить приблизно на 450-500 кг менше у порівнянні з існуючими аналогами від інших виробників, а це дає перевагу у вантажопідемності та кількості технічної води, що може транспортувати машина. На прибиральному автомобілі встановлено баки для технічної води з надміцного полімерного матеріалу, що не іржавіє та не має зварних швів. Через це немає проблем з його відновленням.

Отже, основні переваги FAUN: ретельне прибирання потужним агрегатом; мінімальний викид пилу у атмосферу завдяки рециркуляції; високоякісне та надійне шасі Mercedes-Benz, що найбільш пристосовано до потреб FAUN, як виробника спецобладнання. У відповідності до вищезазначеного, можна констатувати, що машини-пилососи зі спецобладнанням FAUN, які виробляють на потужностях офіційного представника FAUN в Україні ТОВ «ВАРЗ», є універсальними прибиральними машинами.

Науковий керівник – Білякович О.М., к.т.н., проф.

УДК 656.71:004:658.012.011(043.2)

Голота А. В.

Національний авіаційний університет, Київ

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН І АВІАЦІЙНОЇ НАЗЕМНОЇ ТЕХНІКИ НА ПЕРОНІ SMARTRAMP

Скорочення часу оборотності повітряних суден та забезпечення безпеки на пероні - критично важливі складові ефективної роботи кожного міжнародного аеропорту. Для зменшення ризику нештатних ситуацій (наприклад, зіткнення суден на рульових доріжках, неналежне використання наземної техніки під час експлуатації та ін.), аеропорт «Внуково» спільно з партнером - найбільшим російським розробником навігаційно-зв'язкового обладнання, провідним постачальником навігаційних послуг і сервісів СпейсТім холдингом-, реалізували проєкт SmartRamp.

Відображення фактичного положення повітряних суден, що знаходяться як на стоянках, так і в процесі рулювання аеродромом, і спеціальної техніки на пероні зі збереженням історичної інформації про всі переміщення за кілька місяців - лише мала частина функціональності, яка забезпечується системою моніторингу SmartRamp на основі програмного забезпечення ST CrossPoint .

Основні цілі, досягнуті в результаті впровадження системи моніторингу - це забезпечення дотримання правил, норм і стандартів безпеки на пероні, скорочення часу наземного обслуговування та оборотності повітряних суден і, як наслідок, підвищення ефективності виробничої діяльності та безпеки пасажирів.

В даний час критеріями реагування є небезпечні зближення і порушення швидкісного режиму, проте система дозволяє за рішенням оператора додавати і інші умови, наприклад, «відхилення від затверджених маршрутів» і «порушення заборонених зон».

Важливим фактором підвищення ефективності роботи системи є її інтеграція з системою управління виробничою діяльністю аеропорту Inform GroundStar і її основними елементами - системами оцінки часу посадки і управління ресурсами. Саме завдяки такій інтеграції забезпечується можливість відображення переміщень повітряних суден і статусів рейсів, а також статусів аеродромної техніки і повної інформації про водія.

Склад апаратно-програмного комплексу SmartRamp:

- ВКОАіг - підсистема оцінки часу посадки ПС та положення ПС на пероні;
- Підсистема моніторингу переміщень АНТ, ТС і ВС;
- Геоінформаційна підсистема (ГІС);
- Устаткування ГЛОНАСС / GPS для моніторингу переміщень спец. техніки;
- Стандартний інтерфейс з AODB / RMS GroundStar.

Уже сьогодні система аеропорту забезпечує відображення всіх повітряних суден і контролює роботу понад 380 одиниць техніки. Найближчим часом планується повністю заборонити виїзд на перон транспортних засобів без ГЛОНАСС обладнання.

Науковий керівник – Білякович О. М., к.т.н., проф.

УДК 656.7.072: 656.71 (043.2)

Туцка Х.-М.М.

*Національний авіаційний університет, Київ***ОСОБЛИВОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ З ОБМЕЖЕНОЮ РУХЛИВІСТЮ**

Повітряним транспортом користуються не лише звичайні пасажери, але й інваліди та особи з обмеженими фізичними можливостями. Для перевезення таких осіб в аеропорту між будівлею аеровокзалу і трапом повітряного судна використовують амбулаторний ліфт, який призначений для посадки і висадки таких пасажирів у та з цивільного повітряного судна.

Існуючі конструкції можна класифікувати за такими основними ознаками: за приводом (самохідні; причіпні), за типом базового шасі (спецшасі; стандартне шасі базового автомобіля), за розташуванням і кількістю гідроциліндрів підйому (один або два ГЦ; горизонтальне або вертикальне розташування ГЦ; закріплені на рамі або на механізмі підйому; закріплені з зовнішньої або внутрішньої сторони), за типом ножничного механізму (одинарний; подвійний; багатосекційний)

Рішення про можливість прийняття перевезення хворого (інваліда) бере представник авіакомпанії. Щоб зробити перебування в аеропорту пасажирів з обмеженими можливостями максимально комфортним, в аеропорту застосовується спеціальна технологія обслуговування пасажирів з обмеженими можливостями здоров'я. Для цього використовують амбуліфт, який дозволяє перевозити неспроможних пасажирів в візках та на ношах, також розташований спеціальний зал очікування для пасажирів з обмеженими можливостями.

Інвалід або особа з обмеженими фізичними можливостями може мати супроводжуючого і може сидіти в інвалідному кріслі або лежати на ношах — каталці.

Види інвалідних крісел, які можна використовувати:

- інвалідні крісла стандартного типу;
- інвалідні крісла з або без системи утримання сідока;
- інвалідні крісла розміщені в проході літака;
- нестандартні інвалідні крісла, які використовують в аеропортах;
- інвалідні крісла, що не рухаються сідоком;
- інвалідні крісла з акумуляторним приводом

Амбулаторний ліфт повинен забезпечувати високий комфорт і зручність хворим пасажирам та відповідати наступним вимогам: надійність конструкції; оперативне стикування з бортом ПС; достатня вантажопідйомність; високий рівень безпеки пасажирів.

Згідно міжнародних сертифікаційних вимог, всі аеропорти повинні мати належне обладнання для обслуговування інвалідів та осіб, що вимагають негайної кваліфікованої медичної допомоги. Тому амбуліфт – це одна зі СМ, яка має бути в наявності у кожному сучасному аеропорту для створення та підтримки необхідного комфорту цієї категорії пасажирів.

Науковий керівник – Довгаль А. Г., к.т.н., доц.

UDC 656.71:004:159.947(043.2)

Lukianenko M.O.

National aviation university, Kiev

PROFILING AS A METHOD OF VISUAL INSPECTION OF INADEQUATE BEHAVIOR AT THE PASSENGER TERMINAL OF THE AIRPORT

The difficult social and political situation requires the implementation of a comprehensive security system to prevent acts of unlawful interference (AUI), and any illegal acts in civil aviation and other strategic sites. One of the perspective approaches for this problem is the implementation of the profiling technology into the work of the security services and law enforcement agencies – the current trend in the field of aviation security, which is used in Western security services for over 30 years and is beginning to be used in neighboring countries.

Profiling is a system of measures, which can detect potentially dangerous persons during the inspection or during any other operations at the terminal. It is based on psychological testing, the method of observation of external reactions of individuals in order to make an express diagnostics of the internal state of an airport. The combination of questionnaire and script theory allows the system to develop into the higher level of progress and gradually integrates into various types of professional activities.

We can distinguish the following stages of profiling in ensuring the safety at airports: primary surveillance; checking of personal documents; conversation with questions; survey on suspicious signs; distancing and observation or interaction with other employees of the security service. Profiling technology is appropriate to apply for the widest possible areas of the airport territory, such as adjacent to the airport area, areas of inspection at the entrance of the airport, reception desk, customs control zone, area of the aircraft arrival.

Among two kinds of profiling - operative and criminal, operative profiling is most often used. It is implemented in a relatively short period of time and is reduced to classifying of a passenger to a particular type (profile): potentially secure or potentially dangerous passenger. Passengers with "negative" features are divided into "suspicious" and "critically suspicious" passengers. Attention is drawn to such suspicious signs: any discrepancy; unkempt appearance; the disparity of data in the passport, ticket, visa; no possession of significant information; illogical travel route.

In conclusion, profiling can be successfully adapted to the specific conditions of the airport of any country. By taking out of the system methodological approach to the problem, proven technological methods of passengers and visitors and combining with experience of local security and law enforcement agencies, we can develop an effective approach to preventing AUI.

Scientific supervisor – Bilyakovich O. M., PhD., professor.

УДК.656.71:656.071.8(043.2)

Стрельцов А.О.,
*Національний авіаційний університет, Київ***СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ АЕРОДРОМНИХ ВОГНІВ**

Очищення аеродромних вогнів від снігу при зимовій експлуатації аеродромів є актуальною проблемою, успішне вирішення якої безпосередньо впливає на рівень забезпечення безпеки польотів в аеропорту.

Сучасні технології очищення аеродромних вогнів передбачають використання спеціального обладнання, яке агрегується з базовим шасі тракторного типу.

Спеціальне обладнання являє собою об'ємну конструкцію плужних відвалів та вертикально розміщених щіток спеціальної конструкції.

Управління положенням спеціального обладнання та привод щіток – гідравлічний, від насосної станції базового шасі. Підвіска до базового шасі здійснюється у трьох точках. Положення щіток може регулюватись у залежності від висоти світлосигнального вогню.

Як показує аналіз конструкцій спеціального обладнання для очищення світлосигнальних вогнів, оптимальна робоча ширина смуги очищення знаходиться в межах 2,9 ... 3,5 м, максимальна висота світлосигнального вогню – 0,58 м, при ширині у 0,53 м.

Для забезпечення високих тягових якостей та відбору потужності на привід спец обладнання, потужність базового шасі повинна знаходитись у межах 120...150 кВт.

Робота спеціальної машини для очистки аеродромних вогнів проводиться при русі базового шасі в зоні розміщення світлосигнальних вогнів. Рухаючись по середині світлосигнальної смуги, спецмашина очищає цю смугу від снігу у звичайному режимі. При наближенні до світлосигнального вогню базові плужні відвали розсуваються у боки і сам вогонь знаходиться між щіток, якими він очищується від снігу.

Після проходження очищеного світлосигнального вогню сніг, що залишився після роботи щіток, відкидається задніми відвалами у боки, а передні плужні відвали знову займають вихідне положення продовжуючи очищення смуги вогнів від снігу.

На сучасних спецмашинах для очищення світлосигнальних вогнів встановлюються слідкуючі пристрої, які блокують роботу спецмашини при наявності сторонніх предметів або перешкод.

Експериментальне очищення світлосигнальних вогнів злітно-посадкової смуги довжиною 3 км, показало, що затрати часу на весь технологічний процес не перевищують 1 годину при температурі від 0° до 5° С та товщині ожеледних утворень до 5 мм.

Науковий керівник – Личик В.І., доцент

УДК 629.3.045:656.7.072:621.867(043.2)

Циганкова К. І.

Національний авіаційний університет, Київ

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБИВ ДОСТАВКИ ТА ЗАВАНТАЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРІВ ТА ПІДДОНІВ НА ОБЛАВОК ЛІТАКА

Важлива частина якості обслуговування вантажних авіаперевезень забезпечується на землі. Управління прийняття експорту, поставки імпорту, а також своєчасну передачу мільйонів одиничних поставок щороку є оперативним завданням. Обслуговування літака або перонне обслуговування - це процес навантаження і розвантаження повітряного судна. Кваліфіковане навантаження вимагає швидких, але безпечних операцій таким чином, щоб жоден літак не був пошкодженим. Для правильного виконання таких вимог, необхідно завжди поліпшувати методи навантажувально-розвантажувальних робіт, в тому числі такі операції, як вантажоперевезення і навантаження вантажу.

Можна назвати три основних операції в процесах транспортування і переміщення матеріалів: навантаження; транспортування; розвантаження. Незалежно від того, наскільки складною стає проблема транспортування і переміщення вантажів, в її основі лежать саме ці три операції.

Вантажний завантажувач – це рухоме обладнання з піднімальною платформою і приводних роликів, для завантаження / розвантаження вантажу на головних облавках літака або на нижніх частинах. Залежно від типу, навантажувачі можуть мати одну або дві платформи.

Одноплатформенний навантажувач забезпечує рух вгору і вниз платформи, яка здатна рухатись між необхідної висоти, в залежності від випадку до типу контейнера/піддона, які повинні бути оброблені.

Двоплатформенні навантажувачі забезпечують:

- перевантажувальна платформа, яка розташована поруч з дверима літака і яка залишається в цьому положенні під час операції завантаження / розвантаження, або, для основної операції облавку, може бути знижено до нижчого положення облавку для взаємодії з робочою платформою;
- робоча платформа для руху вгору і вниз між висотами відповідно до типу контейнерів / піддонів, що повинні бути оброблені.

Для швидкої і безпечної обробки вантажів, а саме для транспортування і навантаження вантажу, використовуються такі спеціальні засоби механізації: візки, буксирувальні тягачі контейнерів і піддонів, самохідні контейнерні навантажувачі.

На мою думку, для наших аеропортів найкращим варіантом був би такий навантажувач, як "Pulsar 14 LT" тому що він є єдиною платформою самохідного навантажувача й може піднімати і переміщати вантажі вагою до 14000 кілограмів. Він може обробляти контейнери або піддони, і обслуговувати безліч літаків. Цей контейнерний навантажувач забезпечує професійні якості по обробці вантажів для великого діапазону різних контейнерів і піддонів.

Науковий керівник – Довгаль А. Г., к.т.н., доц..

UDC 656.065(043.2)

Boiko I. S.*National aviation university, Kyiv***REVIEW OF MODERN ACCESSORIES FOR HYDRANT REFUELLING SYSTEM AND RELATED SPECIFIC EQUIPMENT**

Nowadays the most profitable aircraft refuelling means are hydrant refuelling systems (underground fixed refuelling system). Operation experience of the aircraft is about that refueller application involves the great cost expense and difficulties about the increase of fuel volumes demands for aircrafts. Let's consider the first type of refuelling, namely this vehicle, its units and specific equipment that provides the fuel transfer from the hydrant system into the aircraft's fuel tanks – hydrant dispenser. It is capable of fuel delivering up to the maximum flow rate of 3,800 litres/minute.

Typically, the vehicle configuration for a hydrant dispenser includes:

- filter vessel mounted behind the drivers cab;
- elevating fuelling platform, with a scissor type elevating gear;
- single spiral ('catherine wheel') hose reel mounted at the rear of the vehicle;
- intake hose and hydrant coupler;
- refuelling hose and pressure refueling couplers;
- 60 litre dump tank.

Hydrant dispenser is generally equipped with the following main accessories: base chassis with the power plant capable to ride it and to drive the hydraulic system that powers the stabilizer jacks and refuelling platform; refuelling bar (it might be made as flexible hose or rigid pipe with the hinges bundled with face sealing) to deliver the fuel to the pressure underwing refuelling couplers located on the refuelling platform; overwing refuelling hose reel in order to provide compatibility for overwing refuelling procedure or for topping up the full aircraft tanks capacity; specific fuelling equipment (booster pump, fine filter, bulk meter, valves); intake hose pit coupler (bundled with the earth bonding accessories); intake hose handling system (the bar to hook up each bogie with hooks attached to); dump tank in order to provide space for scavenged fuel for the hoses emptying when the refuelling procedure is completed.

The fuelling operators control station and all of the fuelling control equipment is normally mounted on the offside of the vehicle (i.e. on the driver's side) and includes: flow control valves; deadman's control; system depressurising valve; engine stop switch; intake pressure gauge; sense pressure gauge; secondary control system, air sensor pressure gauge; hydraulic system pressure gauge; pressure surge relief valve; air eliminator indicator. The hydrant system is the complex of specific equipment which includes: storage tanks with necessary accessories; pump plant with the controls and start-up; filtration point; equipment for hydraulic shocks absorption; pipeline system with hydrant pit boxes and connecting accessories. The hydrant refuelling system is the fastest way of aircraft refuelling and the most widespread at many airports in the world. Successively it consists of multifunctional units and special equipment designed for quick, safe and efficient refuelling process.

Scientific supervisor – Dovgal A.G., PhD., associated professor

УДК 656.71:65.012.7(043.2)

Шульга А.О.

Національний авіаційний університет, Київ

СУЧАСНІ АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПЕРИМЕТРУ АЕРОПОРТУ

Аеропорт є важливим об'єктом, безпека якого повинна бути забезпечена на найвищому рівні. Як показує досвід в аеропортах захист периметру відходить на задній план. Вважається, що найбільша загроза може трапитись в середині терміналу, де і застосовують найбільш сучасні методи захисту. Що й призводить до захоплення літаків, а в одному з міжнародних аеропортів три літаки не змогли відправити в рейс через те, що вони були вкриті графіті.

Відповідний захист об'єкту, який має великі за обсягом протяжності периметру, можуть забезпечити лише сучасні методи виявлення, з використанням радіолокацій, тепловизначення, оптично – волокнисті системи, та звичайно ж, камери відеоспостереження.

Важливо підтримувати необхідний рівень захисту по всій довжині периметру території аеропорту, вчасно виявляти і знешкоджувати порушників. Час є основним чинником при знешкодженні зловмисників, так як службі безпеки аеропорту необхідно спершу дістатись на місце події. Традиційні методи виявлення втручання неефективні, тому що «працюють» або в момент втручання, або констатують вже скоєний факт проникнення.

Існує декілька різних за ефективності та вартості способів захистити територію аеропорту від проникнення небажаних суб'єктів та скоєння ними актів незаконного втручання. Паркан з колючого дроту найдешевший і найелементарніший спосіб, але не складає труднощів перекусити такий дріт звичайними кучасками. Такий паркан може захистити від тварин, але не у всіх випадках. Можна застосувати цегляний або бетонний паркан. Але постає питання чи є це доцільно? Вартість буде дуже висока, а ефективність незначно вища, ніж при огороженні парканом з колючим дротом.

При використанні традиційних і сучасних методів в комплексі можна досягти максимального захисту периметру, як від людей, так і від тварин.

До сучасних методів можна віднести

- «Путанка» - малопомітна приграда на основі дротяної сітки
- Вібраційний засіб виявлення
- Радіохвильовий сповіщувач
- Радіопрозора огорожа та деякі інші

Комбінування систем в комплексі дозволить забезпечити захист для кожної окремої зони в залежності від специфіки зони та забезпечити максимальний захист по всьому периметру аеропорту.

Науковий керівник – Білякович О.М., к.т.н., проф.

УДК. 629.3:629.3.082.3(043.2)

Бучинська О. М.

Національний авіаційний університет, Київ

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ЗАСОБИ ЗАПРАВКИ СПОЖИВАЧІВ АЗОТУ В СИСТЕМАХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Працездатність гідравлічних систем повітряного судна залежить від надійності роботи гідроакумуляторів, що заряджаються стислим азотом. Крім того, стислий азот використовується для наддуву гідравлічних баків. Тому в експлуатації періодично виконують операції з перевірки та дозарядки азотом цих споживачів.

На сьогоднішній день існує достатній вибір обладнання для заправки азотом систем повітряного судна. До найвикористованиших можна віднести візки із декількома балонами даного газу із переміщенням вручну або буксиром виробництва США, AERO Specialties. Такий тип авіаційної наземної техніки зручний у використанні і володіє невеликими габаритами. Конструкції візків дозволяють використовувати різні по довжині балони. Їхня кількість складає від двох до чотирьох одиниць. Рама під балонами розділена. Візки обладнані механізмом перекидання балонів на рамі і фіксації в горизонтальному, вертикальному, а також у 2 -х проміжних положеннях для зручності роботи і монтажу чи демонтажу балонів. Шасі візка обладнано стоянковим гальмом.

Для великих обсягів наповнення азотом літальних апаратів використовують газозарядні станції, обладнання яких змонтовано на шасі автомобіля. Кузов станції розділений перегородкою на два відсіки: компресорний і балонний. У компресорному відсіку розміщуються компресор, система охолодження, пульт управління і ЗПП. У балонному відсіку розміщуються газові балони і соленоїдні вентилі. Соленоїдні вентилі призначені для роз'єднання газової магістралі між балонним і компресорним відсіками у випадку прориву мембран мембранних блоків або обмежувачів тиску.

Конструкція азотозарядних машин постійно вдосконалюється, з метою підвищення продуктивності цих машин, відповідності їх параметрам повітряного судна та зменшення часу обслуговування системи літака.

На сьогоднішній день вивчаються питання аналітичної оцінки ефективності існуючого газозарядного обладнання та методи розрахунку такого обладнання.

Науковий керівник- к.т.н., доцент Щербина Д.О.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В АВІАЦІЙНІЙ ГАЛУЗІ

УДК 656.71.628.984

Бенедицький О.В., Орехов І.В., Чиримпей Є.І.
Національний авіаційний університет, Київ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОСИГНАЛЬНИХ СИСТЕМ АЕРОДРОМІВ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ АБО РЕМОНТНИХ РОБІТ З ЗАСТОСУВАННЯМ ЗМІЩЕНОГО ПОРОГУ

Однією з ланок у ланцюгу забезпечення безпеки та регулярності польотів повітряних суден є світлосигнальна система аеродрому (ССА). Саме ССА є єдиним джерелом візуальної інформації для екіпажу ПС на найбільш відповідальному етапі польоту – етапі візуального пілотування.

Будь-яка ССА складається з двох підсистем: електропостачання аеродромних вогнів та самих аеродромних вогнів. В свою чергу ССА характеризуються наявністю в системі того чи іншого обладнання, та розділяється на: 1) системи вогнів малої інтенсивності (ВМІ) за інтенсивністю, складом, характеристиками і схемами розташування вогнів, призначені для установки на злітно-посадковій смузі (ЗПС), обладнані для забезпечення візуальних заходів на посадку і посадку за приладами; 2) системи з вогнями високої інтенсивності (ВВІ), за складом, характеристиками і схемами розташування, призначені для установки на ЗПС, обладнані для забезпечення точного заходу на посадку за категоріями I, II і III (ВВІ - 1, ВВІ - 2, ВВІ - 3).

Електрообладнання ССА та вогні ССА повинні виконувати свою функцію в різних умовах експлуатації, в тому числі під час модернізації або ремонтних робіт безпосередньо на ЗПС. Такі види робіт є актуальним на теперішній час, оскільки відновлюється експлуатація регіональних невеликих аеродромів, які не використовувались по призначенню під час останніх років та занепаду після розпаду СРСР. Також модернізуються ЗПС для прийому більш сучасних та важчих ПС, яким потрібна більш довга ЗПС з модернізованим покриттям.

Необхідна надійність ССА є основною умовою для виконання безпечних і регулярних польотів на етапі візуального пілотування в простих та складних метеоумовах на аеродромах цивільної авіації. Відмова підсистеми аеродромних вогнів може виникнути з двох причин: - відмова самих аеродромних вогнів з певних внутрішніх причин (відмова джерела світла, оптичної системи або арматури вогню та ін.); - відмова підсистеми електропостачання аеродромних вогнів. Під час експлуатації підсистема електропостачання аеродромних вогнів є відновлюваною системою. Інформація про відмову будь кабельної лінії відразу надходить до диспетчера і, якщо вона призводить до відмови ПССА та ССА в цілому, то повітряним суднам дається команда залишатися в повітрі і починається аварійне відновлення працездатного стану підсистеми. Після його проведення виконання польотів триває.

Науковий керівник – С.С.Ільєнко, к.т.н., доц.

УДК 681.51.54:681.628.94(043.2)

Веремійчук В.В., Пищенко Ю.В., Якимчук А.Р.
Національний авіаційний університет, Київ

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА АТМЕГА32

На сьогодні контроль і автоматизоване управління технологічними процесами є важливою частиною сфери діяльності людини. Однією з основних завдань автоматичних систем є безперервний контроль поточних параметрів, тобто вимір і порівняння контрольованого параметра з необхідним допуском, з подальшою видачею команди на управління. Метою розробки є створення такої інформаційно-вимірювальної системи, яка зможе за допомогою цифрових датчиків знімати значення температури, відправляти значення на мікроконтролер, який після обробки, буде порівнювати його з межею, для подальшого управління приладами. Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

1. Виконано огляд існуючих областей використання систем клімат-контролю. Існує безліч областей застосування систем клімат-контролю. Тому в перспективі створення систем клімат-контролю не тільки для окремо взятої квартири, будинку або теплиці, а й для цілого району або міста. Тому розробка якісної автоматизованої системи клімат-контролю дуже актуальна.

2. Розроблено структуру системи клімат-контролю. Для того щоб отримати можливість зчитувати температуру було обрано термодатчик та мікроконтролер управління. Для виведення інформації підібрано індикатори. Система повинна опитувати термодатчики, якщо відбудеться зміна нижче або вище заданого порогу, буде посланий сигнал логічна одиниця на вивід, який заданий для цього датчика.

3. Виконано огляд, аналіз і обґрунтований вибір програмного забезпечення. На основі поставленої задачі в роботі була виконана порівняльна оцінка інструментальних засобів для AVR мікроконтролерів. Найбільш широкого поширення набули засоби розробки програм для AVR мікроконтролерів: CodeVision, IAR AVR, Flow Code, MicroPascal fo AVR.

4. Виконано моделювання роботи програмованих пристроїв. Після порівняльного аналізу характеристик середовищ моделювання була обрано середовище моделювання Proteus, так як воно має можливість досить реалістично моделювати мікроконтролери сімейства AVR, надає можливості введення схеми в графічному редакторі, моделювання її роботи і розробки друкованої плати, включаючи тривимірну візуалізацію її збірки.

5. Розроблено програму управління для мікроконтролера.

Таким чином, повністю була реалізована задача по розробці автоматизованої системи клімат-контролю на базі мікроконтролера ат здійснена перевірка її працездатності в режимі моделювання.

Науковий керівник – Ю.А. Захарченко, ст. викладач

УДК 681.51.54:621.31(043.2)

Захарченко Ю.А., Соколова Н.П.
Національний авіаційний університет, Київ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО ОБЛІКУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ДЛЯ ОСВІТНІХ УСТАНОВ ЯК ОДИН З ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

Визначення причин і джерел втрат у процесі обліку і споживання енергоресурсів, є основою для вироблення управлінських рішень та побудови систем управління енергоспоживанням та впровадження енергозберігаючих заходів. Метою автоматизації системи енергоменеджменту у сфері освіти є підвищення ефективності управління енергозбереженням в освітній сфері. Пропонована система підтримки прийняття рішень управління системою енергоменеджменту для автоматизованої системи контролю і обліку енергетичних ресурсів (АСКОЕР) – інтегрована багаторівнева розподілена система, що поєднує функції моніторингу та технічного обліку енергоносіїв. АСКОЕР являє собою ієрархічну тривірневу систему, функціонально об'єднуючу сукупність вимірювально-інформаційних комплексів точок обліку, інформаційно-обчислювальних комплексів енергоустановок, інформаційно-обчислювального комплексу, що виконує функції проведення вимірювань, збору, обробки та зберігання результатів вимірювань.

Структура АСКОЕР:

1) Нижній рівень включає в себе вимірювально-інформаційний комплекс і виконує функцію автоматичного проведення вимірювань в точці контролю та обліку.

2) Середній рівень включає в себе інформаційно-обчислювальний комплекс і виконує функцію консолідації інформації та забезпечує: інтерфейс доступу до інформації з обліку енергоресурсів; збір інформації з обліку енергоресурсів; збір і обробку інформації про стан засобів вимірювань; передачу отриманої інформації.

3) Верхній рівень включає в себе інформаційно-обчислювальний комплекс і виконує такі функції: автоматичний збір і зберігання інформації з перших двох рівнів; консолідацію даних; ведення бази даних; розподіл зібраної інформації по споживачам; надання необхідної інформації в оперативному режимі; контроль достовірності результатів вимірювань (контроль достовірності діапазону вимірюваних параметрів).

Таким чином, впровадження АСКОЕР в усіх освітніх установах забезпечує виконання наступних функцій: збір, обробку та централізоване зберігання енергетичних паспортів, дані про хід реалізації програм енергозбереження та підвищення енергоефективності освітніх установ тощо.

Науковий керівник – В.М. Шмаров, д.т.н., проф.

УДК 629.7.05:681.518.2 (043.2)

Романовська А.А.,

Національний авіаційний університет, Київ

СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО СТОХАСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ
ОБ'ЄКТІВ АВІАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ

Вплив випадкових процесів на систему управління літальними апаратами потребує введення в контур управління адаптивного стохастичного регулятора, що враховує випадкові флуктуації зовнішнього середовища і параметрів об'єкта.

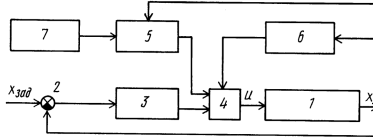


Рис. 1. Схема пристрою адаптивного стохастичного регулятора

Сигнал, відповідний вихідній координаті, з об'єкта управління 1 надходить на блок порівняння 2 вихідної координати X із заданим значенням $x_{зад}$, де формується сигнал, відповідний до похибки регулювання вихідної координати X , який надходить в детермінований регулятор 3, де формується керуючий сигнал, який через ключ 4 подається на об'єкт управління 1. На сталих режимах роботи об'єкта управління схема управління ключем 6 перемикає ключ 4 і в контур управління включається стохастичний регулятор 5, в якому заздалегідь з аналізу апіорної інформації формують одновимірний масив постійних значень $X = \{x\}$ розмірністю M , що охоплює весь діапазон можливих змін вихідної координати об'єкта управління X , і одновимірний масив значень керуючого впливу $U = \{u\}$ розмірністю N . На основі цих двох одновимірних масивів будують двовимірний масив перехідних ймовірностей $P = \{p\}$, розмірністю $N \times M$, кожен елемент якого відображає оцінку ймовірності переходу об'єкта управління зі стану на i -тому кроці управління в стан на $(i+1)$ -тому кроці управління під дією на i -тому кроці управління керуючого впливу, причому значення оцінок ймовірностей P також визначають з аналізу апіорних статистичних даних. На основі методу Монте-Карло формується значення керуючої координати, яке надходить в стохастичний регулятор. Далі на $(i+1)$ -тому кроці управління оновлюються оцінки ймовірностей за рекурентною формулою. Використання запропонованого способу регулювання динамічних об'єктів забезпечує наступні переваги: а) забезпечується більш висока точність регулювання на сталих режимах; б) режим роботи об'єкта управління наближається до оптимального, внаслідок чого збільшується його довговічність.

Науковий керівник – С.С.Товкач, к.т.н., доц.

УДК 681.518.2.5:620.9 (043.2)

Штурмаревич О.І.,

Національний авіаційний університет, Київ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

В даний час все більш явно простежується тенденція до просторового розосередження і ускладнення елементів, приладів та систем паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), зростанню потужності енергосистем і збільшення потоків інформації, що викликало необхідність створення ефективних систем для підвищення надійності енергетичного обладнання (ЕО). Зазначені чинники визначають значне посилення вимог до достовірності контролю і точності вимірювань електричних параметрів обладнання. Визначення технічного стану контрольованих об'єктів в ході експлуатації або після ремонту є основним завданням автоматизованих систем технічної діагностики (АСТД).

Функціонування сучасних АСТД засноване на двох положеннях: 1) АСТД через систему датчиків, вимірювальних перетворювачів, нормуючих та регулюючих пристроїв здійснює безпосередній зв'язок з об'єктом контролю; 2) АСТД повинна забезпечувати автоматизовану технічну діагностику ЕО в режимі реального часу. Для підвищення достовірності інформації необхідно вводити вузли діагностики, які дозволяють в динамічному режимі виявляти спотворення по всій трасі доставки інформації приймача; часовий зсув між виявленням відмови і відображенням його на центральному пункті управління системи повинен бути мінімальним, вузли діагностики повинні забезпечувати динамічний контроль працездатності всіх елементів системи, тобто виявляти несправності, еквівалентні як коротким замиканням («зайвим» сигналам «1»), так і розривам зв'язків («зайвим» сигналам «0»).

Таким чином, для забезпечення високого рівня системної достовірності сигналів стану обладнання в процесі технічної діагностики необхідно поєднати процедури введення інформації від датчиків з кодуванням, тобто включити пристрій кодування сигналів до складу модуля введення інформації. Динамічний контроль працездатності може бути успішним, якщо в процесі введення інформації, поєднаного з її кодуванням, перевірити можливість установки будь-якого елемента модуля в стан «1» і «0».

Спосіб кодування дискретних сигналів, що поєднує новий трьохімпульсний кореляційний код з циклічним кодом, забезпечує високий рівень "системної достовірності", характеризується сумарною ймовірністю невизначених спотворень інформації та невизначених несправностей елементів всієї траси доставки інформації та складової $1,1 \cdot 10^{-12}$, що на кілька порядків краще параметрів сучасних аналогів.

Науковий керівник – С.С.Товкач, к.т.н., доц.

УДК 004.896:621.865 (043.2)

Цибульська Т.П.,

*Національний авіаційний університет, Київ***РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

Сучасні досягнення мікроелектроніки - створення надекономічних і малогабаритних мікропроцесорних засобів керуючої та обчислювальної техніки - відкрили шлях для широкого впровадження в практику роботобудування досконаліших методів управління.

Можна з упевненістю сказати, що поява мікропроцесорів і мікро-ЕОМ стало ключовим моментом для успішного вирішення задачі різкого підвищення технологічної гнучкості робіт. зовсім інші можливості відкриваються перед робототехнікою в зв'язку зі стрімким зростанням можливостей мікропроцесорів, мікро- і макро- ЕОМ на мікропроцесорній базі.

Для побудови ефективних управляючих систем потрібні відповідні методи, засновані на сучасних технологіях і технічних засобах, потрібна розробка адекватних математичних моделей, здатних ефективно працювати одночасно з різними типами змінних в умовах особливостей обмежень і невизначеностей. Однак, при всій значущості ієрархічних інформаційних рівнів, гладкості, "умоглядно" правильності і можливої "патерності" рішень на "вищих" рівнях системи, найбільш важливим є нижній (виконавчий) рівень, оскільки саме на ньому розробника, налагодчика і експлуатанта часто підстерігають важко формалізовані неочікувані ситуації і ніякі "надрозумні" алгоритми верхніх рівнів управління не зможуть змусити виконувати цілевказані команди, якщо їх фізична реалізація на силовому енергетичному рівні неможлива.

Саме тому основна увага приділяється дослідженням властивостей виконавчих електромеханічних і мехатронних (електромеханіка + електроніка) керуючих систем і пристроїв. При аналізі можливостей виконавчих систем управління і їх синтезі з необхідними технічними показниками домінантне місце займають питання забезпечення стійкості, оскільки саме ця властивість, перш за все, забезпечує надійність роботизованих пристроїв, особливо в умовах автономного функціонування і невизначеностей зовнішнього середовища. Якщо не забезпечена дана експлуатаційна властивість системи, то немає сенсу аналізувати інші технічні показники. Тому важливим є дослідженням особливостей апаратно-програмних інтерфейсів мікропроцесорних систем управління, оскільки вони суттєво впливають на надійність і експлуатаційно-налагоджувальні властивості створюваних систем.

Науковий керівник - С.С.Товкач, к.т.н., доц.

УДК 630.93:621.313.322

Чиримпей Є.І.

Національний авіаційний університет, Київ

АСИНХРОННІ МАШИНИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ СТАТОРА І РОТОРА

Асинхронні машини з короткозамкненим ротором відрізняються високою надійністю, низькими втратами, простотою експлуатації і великим терміном служби. Ці фактори визначають широке застосування машин у промисловості. Основним недоліком асинхронних машин є складність регулювання вихідних величин шляхом зміни параметрів самої машини.

Регулювання характеристик могло бути досягнене лише додатковою комплектацією системи різноманітною апаратурою. Але й такі заходи не давали змоги регулювати вихідні параметри асинхронної машини з короткозамкненим ротором лише в невеликому діапазоні. До того ж, при комплектації систем додатковими агрегатами, зменшуються показники надійності та загальні витрати системи. Збільшити діапазон регулювання можливо лише за допомогою конструктивної модернізації машини – параметричний спосіб регулювання.

Для регулювання швидкості обертання ротору асинхронного двигуна було запропоновано вирішувати шляхом виконання ротора у вигляді двох роторів напресованих один на одного, перший з яких виконаний у вигляді масиву, а другий класичної конструкції з короткозамкненою обмоткою, розміщенням магнітного шунта на внутрішній частині магнітопроводу статора с обмоткою підмагнічування, яка запитується від блока трансформатора струму через силові випрямлячі.

З метою покращення регульовальних властивостей, зменшення часу регулювання, підвищення надійності генератору змінного струму, було запропоновано виконувати ротор з двох порожнистих циліндрів з короткозамкненими обмотками, виконаних з феромагнітних матеріалів і розділених циліндром з немагнітопровідного матеріалу, та статора з внутрішнього і зовнішнього магнітопроводів з багатофазної обмоткою і обмоткою збудження.

Враховуючи нове конструктивне виконання накопичувача кінетичної енергії, в роботі описані і обґрунтовані основні рівняння електричної рівноваги даного пристрою. Після перетворення рівнянь, отримана система рівнянь, яка дозволяє побудувати еквівалентну схему заміщення накопичувача кінетичної енергії.

Дана система рівнянь і схема заміщення може бути в подальшому використана аналізу динамічних властивостей асинхронних машин зі складною конструкцією ротора.

Науковий керівник –В.В. Тихонов, к.т.н. доц.

Прохоренко І.В.*Національний авіаційний університет, Київ***ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ АВІАЦІЙНИХ КАДРІВ**

Процес навчання, як об'єкт дослідження, є динамічним і характеризується суттєвою інерційністю. Наслідки зміни одного з факторів можна виявити тільки після закінчення навчання. Тому актуальною як в економічному, так і в соціальному плані, є розробка моделей, що дозволяють оптимізувати витрати на освіту і прогнозувати результати інноваційних перетворень в підготовці кадрів. Для контролю процесу підготовки фахівців необхідно застосовувати сучасні системи опрацювання інформації, які засновані на теорії штучного інтелекту. Результати контролю навчальної діяльності представляють собою набір відповідей, які залежать від багаточисельних параметрів, багато з яких складно формалізуються. Для того, щоб враховувати їх необхідні гнучкі математичні інструменти, одним з яких можуть бути нейронні мережі (НМ). На даний момент рівень розвитку інформаційних технологій дозволяє застосовувати НМ, в тому числі при оцінці якості знань та надбаних умінь. Нейромережеву модель залежності залишкових знань суб'єктів навчання від їх індивідуальних здібностей пропонуємо синтезувати з використанням таких етапів:

- 1) формування множини статистичних даних;
- 2) структурний синтез НМ залежності залишкових знань суб'єктів навчання від їх індивідуальних здібностей: вибір параметрів структури нейронної мережі НМ; тип функції активації нейронів; кількість прихованих шарів; визначення кількості нейронів у шарах.
- 3) параметричний синтез моделі процесу професійної підготовки з навчанням НМ на сформованих ознаках за допомогою навчального алгоритму;
- 4) перевірка якості навчання НМ залежності залишкових знань суб'єктів навчання від їх індивідуальних здібностей.

Якість навчання суттєво залежить від достовірності отриманих статистичних даних у процесі тестування. Тобто, якщо помилка навчання більше встановленого значення, то навчання продовжується до тих пір поки результат навчання не досягне потрібного значення. У випадку використання інтелектуальних технологій для оцінки якості функціонування системи зменшення помилки поточного стану можна за рахунок: зміни алгоритму навчання або вибору іншої структури НМ. Нейромережева модель дає можливість з достатньо високою точністю оцінити рівень професійної підготовки фахівців по закінченню навчання. На основі НМ можуть бути розроблені програмні продукти для автоматизованих систем керування навчанням та контролю знань при підготовці авіаційних кадрів.

Науковий керівник – В.О. Касьянов, д.т.н., проф.

УДК 629.735.082.6(043.2)

Коханов А.С.

Национальный авиационный университет, Киев

УДАЛЕНИЕ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ РЕЗЕРВУАРОВ СКЛАДА ГСМ

Одним из специфических свойств нефти и нефтепродуктов является испаряемость легких фракций углеводородов при их хранении, что является основной причиной технологических потерь ценного сырья и вредных выбросов в окружающую атмосферу. Потери происходят вследствие так называемых «больших и малых дыханий» резервуаров. Потери от «малых дыханий», возникают в результате суточного изменения температуры в газовом пространстве резервуаров под воздействием солнечной радиации и колебаний атмосферного давления. Расчеты показывают, что в весенне-летний период из резервуара РВС-5000 в атмосферу уходит от 100 до 150 кг бензина или от 20 до 30 грамм на кубометр емкости резервуара в сутки.

Снижению потерь нефти способствует применение специальных резервуаров, предусматривающих уменьшение объема газового пространства, например, резервуары с плавающими крышами и понтонами, хранение нефтепродуктов (бензин, топливо) под повышенным давлением, окраска наружных и внутренних стен резервуаров в светлые тона, снижающие их нагревание, и т.п.

В настоящее время расширяется применение различных систем улавливания легких фракций углеводородов (УЛФ), выделяющихся из резервуаров. В товарных парках устанавливаются специальные блок-боксы, где расположено оборудование установок УЛФ. Система улавливания легких фракций состоит из газо-уравнительной обвязки, соединяющей герметичные резервуары с установкой УЛФ. Электронные датчики давления и микропроцессорный контролер постоянно поддерживают в резервуарах заданный режим давления. Когда в резервуарах происходит испарение легких фракций углеводородов, давление повышается, при достижении максимального давления, компрессор откачивает пары легких фракций в систему газосбора, для дальнейшего использования. За сутки можно откачать до 3 тыс. м/куб газа.

Такое оборудование может быть установлено также и для улавливания углеводородных растворителей, винилхлорида, аминов. Это позволяет улучшить экологическое состояние воздушного бассейна, увеличить срок службы резервуаров, сохранить свойства нужной кондиции для исходного продукта и получить дополнительную прибыль от реализации уловленной продукции. Такие системы могут быть установлены на нефтебазах, станциях налива для автоторожных и железнодорожных цистерн, морских терминалов, терминалов для магистральных трубопроводов.

Научный руководитель – С.Н Гальченко, к.т.н, доц.

УДК 681.5.015.24 (043.2)

Тимошенко Н.А., Яремчук О.О, Кияниця М.В., Драгоєв А.М.
Національний авіаційний університет, Київ

МОДЕЛЬ СТАБІЛІЗАЦІЇ ВЕРТОЛЬОТА НА РЕЖИМІ ВИСІННЯ НАД ТОЧКОВИМ ОБ'ЄКТОМ

Важливість розв'язання завдання стабілізації вертольота на режимі висіння над точковим об'єктом у складних погодних умовах зростає у зв'язку з підвищенням інтенсивності використання вертольотів. Так як окрім нестійкості вертольота у цілому на нього впливають і погодні умови, що веде до необхідності підвищення якості стабілізації.

Упоратися екіпажу з такою задачею вкрай тяжко. Перш за все з причини швидкоплинності процесу зміни стану системи «вертоліт–точковий об'єкт–погодні умови». По-друге, реакція системи «вертоліт–точковий об'єкт–погодні умови» є досить повільною по відношенню до швидкості зміни збурень. Тому виникає необхідність у створенні стабілізатора, як частини системи автоматичного керування (САК), який володів би високою швидкістю реакції та прецизійною точністю. Застосування класичної теорії управління для розв'язання наведеного завдання не забезпечує необхідної точності та швидкодії. Для створення стабілізатора висіння вертольота прецизійної точності у складі САК, необхідно розробити модель стабілізації системи «вертоліт–точковий об'єкт–погодні умови».

Застосування LQG теорії керування із додаванням розширеного фільтра Калмана дає можливість підвищити робастність САК та розділити її на дві підсистеми: лінійно-квадратичної оцінки (LQE) та лінійно-квадратичного регулятора (LQR), що дозволяє користуючись дуальністю системи, розділити у часі задачі гасіння коротко та довгоперіодичних коливань вертольота відносно центра точкового об'єкту.

Керуючі дії формуються за допомогою двох паралельних каналів, один з яких є швидкодіючим на основі вектора прискорень, а другий – інерційним каналом на основі вектора швидкості, причому сигнал інерційного каналу віднімається від сигналу швидкодіючого каналу:

$$\Delta \dot{S}(t_k) = \Delta V(t_k), \quad \Delta S = \{\Delta X, \Delta Y, \Delta Z\}, \quad \Delta V = \{\Delta V_x, \Delta V_y, \Delta V_z\}$$

$$\Delta \dot{V}(t_k) = -J_\epsilon(t_k) + \dot{W}_\epsilon, \quad J_\epsilon = \{j_x, j_y, j_z\}, \quad \dot{W}_\epsilon = \{\dot{W}_x, \dot{W}_y, \dot{W}_z\},$$

де $J_\epsilon = \{j_x, j_y, j_z\}$ – вектор прискорень; $\dot{W}_\epsilon = \{\dot{W}_x, \dot{W}_y, \dot{W}_z\}$ – вектор прискорень збурень.

Таким чином використовуючи інформацію від датчиків прискорень, які входять до складу інерціальної навігаційної системи вертольота, можна суттєво скоротити вектор стану без втрати точності стабілізації висіння вертольота.

Науковий керівник – В.М.Казак, д.т.н, проф.

УДК 681.52:621.314.26:621.313.33(042.3)

Корнієнко К.С.

Національний авіаційний університет, Київ

СИСТЕМА ЧАСТОТНОГО КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ТРИФАЗНИМ ДВИГУНОМ

Поєднання асинхронного двигуна (АД) та перетворювача частоти (ПЧ) дає змогу отримати високі енергетичні та динамічні показники регулювання приводу. Регулювання швидкості обертання двигуна здійснюється зміною частоти напруги живлення, що подається на двигун від перетворювача частоти.

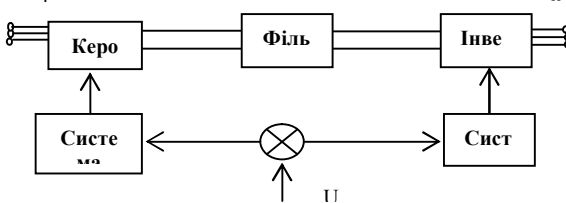


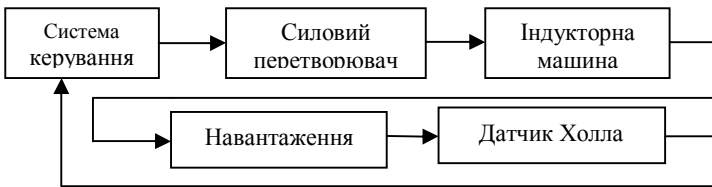
Рис. 1 Функціональна схема частотного керування асинхронним двигуном

В якості силового перетворювача в електроприводі використовується перетворювач частоти ПЧ. ПЧ складається із керованого випрямляча КВ та інвертора напруги ІН зі своїми схемами керування СКВ та СКІ, в які входять відповідно регулятори струму і напруги РС і РН, та давачі струму і напруги ДС та ДН. Між КВ та ІН включений силовий фільтр Ф, який забезпечує фільтрування та циркуляцію реактивної потужності у силовій частині схеми. Схема керування електроприводом побудована за принципом підпорядкованого керування координат і має два контури – внутрішній (струму) та зовнішній (напруги). Регулювання координат здійснюється ПД – регуляторами струму РС та напруги РН за сигналами від давачів струму ДС й напруги ДН. При частотах нижче за $f_{ном}$ схема керування підтримує відношення $U2/f2$ постійним, а при частотах вище за $f_{ном}$ напруга $U2$ залишається незмінною. ПЧ забезпечує робочі діапазони зміни частоти (5...80) Гц при $f_{ном}=50$ Гц та (15...240) Гц при $f_{ном}=200$ Гц. Змінюючи за допомогою перетворювача частоту f на вході двигуна, ми регулюємо частоту обертання ротора.

Науковий керівник – С.В. Єнчев, к.т.н., доц.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНОГО ДВИГУНА

На сьогодні актуальною є задача створення простої та надійної системи керування вентильним індукторним двигуном. До його складу входять: індукторна машина (ІМ), силовий перетворювач, система управління, силові ключі напівпровідникового комутатора, датчик положення ротора (датчик Холла). Силовий перетворювач здійснює комутацію фазних обмоток ІМ до полюсів джерела живлення відповідно до закладеного в пристрій управління силовими ключами напівпровідникового комутатора (ПК) силового перетворювача алгоритмом і сигналами зворотного зв'язку, які надходять на пристрій управління від датчика положення ротора.



Найчастіше зустрічається чотирифазної конфігурації 8/6 (ІМ 8 полюсів на статорі і 6 полюсів на роторі), управління яким відбувається за рахунок впливів на силові напівпровідникові ключі. Тому доцільно підключити фазні обмотки ІМ за схемою «зірка», що зменшить кількість напівпровідникових ключів і спростує схему напівпровідникового комутатора. Однак, так, як струм протікає одночасно за кількома фазами це призводить до розвитку негативного електромагнітного моменту, за рахунок цього зменшується вихідна потужність двигуна.

Найбільш ефективним впливом на вихідну потужність є варіювання моментів підключення і відключення обмоток окремих фаз до полюсів і від полюсів джерела живлення, тобто моментів початку і закінчення процесу збудження фаз. Моменти початку і закінчення збудження фаз обчислюються за поточним кутовим положенням ротора, оскільки воно однозначно визначає стан кожної фази ІМ. Для отримання інформації про поточний кутовий положення ротора використовується ДПР. Такий підхід допомагає збільшити вихідну потужність і ККД двигуна, але з'являється реверсивне обертання двигуна. Щоб запобігти цьому необхідно, щоб початковий поштовх ротора був саме в бік необхідного обертання. Один з найпростіших способів вирішення цієї проблеми є використання пристрою управління напряму обертання ротора, яке відстеживши реверсивний старт, знімає керуючі імпульси з силових ключів, що призводить до зупинки ротора, і запуск повторюється.

Науковий керівник – С.В. Єнчев, к.т.н., доц.

УДК 681.5(043.2)

Богач Я.В.

Національний авіаційний університет, Київ

СЛІДКУЮЧИЙ ЕЛЕКТРОПРИВІД РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

Слідкуюча система (система автоматичного керування) - відтворює на виході з певною точністю вхідний вплив, який задається, що змінюється по закону (заздалегідь невідомому). Слідкуюча система може мати будь-яку фізичну природу і різні способи технічного здійснення.

Загальний принцип дії слідкуючої системи розглядається за блок-схемами. Один з основних елементів слідкуючої системи - пристрій, у якому виробляється порівняння вихідної величини x із заданою вхідною величиною $g(t)$. В результаті виробляється сигнал неузгодженості $e = g(t) - x$. Передача величини x з виходу на вхід здійснюється по ланцюзі негативного зворотного зв'язку; при цьому знак x змінюється на протилежний. Помилка в добре працюючій слідкуючій системі відсутня або може бути досить малою. Тому сигнал e підсилюється й перетворюється в новий сигнал u , що пускає в хід виконавчий пристрій. Виконавчий пристрій змінює x так, щоб ліквідувати неузгодженість.

За принципом слідкуючої системи працюють системи наведення. У слідкуючих системах антени радіолокаційної станції неузгодженістю служить кутлова помилка між радіолокаційним променем і напрямком; виконавчий пристрій - електропривід антени. Автопілот наводить ракети, які також працюють за принципом слідкуючої системи, причому неузгодженістю служить відхилення ракети від напрямку променя, а виконавчим пристроєм є кермова машина та рулі. За принципом слідкуючої системи працюють багато систем телекерування й самонаведення.

Розрахунок слідкуючої системи при її проектуванні в цілому заснований на теорії автоматичного регулювання й керування. Слідкуючі системиможуть мати безперервне керування (лінійне, нелінійне) або дискретне (релейне, імпульсне, цифрове), що відбивається на виборі методу динамічного розрахунку. Крім того, виробляється технічний розрахунок кожного блоку й елемента. Одна з головних цілей динамічного розрахунку слідкуючої системи - синтез коригувальних пристроїв, які мають відповідати заданим вимогам до якості процесу керування.

Науковий керівник – С.В. Єнчев, к.т.н., доц.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ТЕПЛА

Кондиціювання повітря – це створення і регулювання в закритому приміщенні певних параметрів (температури, чистоти, вологості та швидкості руху повітря) на певному рівні з метою забезпечення оптимальних умов, найбільш сприятливих для людини чи ведення технологічного процесу. Автоматизована система кондиціювання підтримує задані стани повітря, незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища. Так як системи кондиціювання є найбільшими споживачами енергії в спорудах, для економії встановлюють системи з рекуперацією тепла.

Рекуперацією називається процес передачі теплової енергії з витяжного повітря в приточне. Повітряні потоки проходять назустріч один одному, не переміщуючись, так як вони розділені тонкими стінками з пластин. Завдяки різниці температур потоків повітря, тепле витяжне повітря віддає своє тепло більш холодному потоку через тонкі стінки. Так відбувається нагрівання приточного повітря і чим вище температура витяжного повітря, тим до більш високої температури можна нагріти приточне.

Найбільш популярними, простими та надійними установками є пластинчаті рекуператори. Ефективність пластинчатих рекуператорів відповідає: 45-78% - для металевих і пластикових теплообмінників рекуператорів, 60-92% - для пластинчатих рекуператорів з целюлозними гігроскопічними теплообмінниками. Недоліком таких рекуператорів є те, що при низьких температурах теплообмінник може обмерзати і для його розморозки необхідно багато енергії. Також такі рекуператори не повертають вологу і повітря може бути сухим. Виключенням є целюлозні пластинчаті рекуператори.

Ще одним видом рекуператорів є роторні, принцип роботи яких заснований на роторному теплообміннику. Він обертається з певною швидкістю і нагрівається в зоні витяжного каналу, а охолоджується в зоні приточного. Роторний рекуператор має більший ККД, ніж пластинчатий, за рахунок відсутності режиму розморозки, так як швидкість обертання ротора автоматично змінюється таким чином, щоб запобігти обмерзанню. Недоліком є складна конструкція і багато складових частин, за рахунок чого більша ймовірність відмови.

Таким чином використання автоматизованих систем кондиціювання з рекуперацією тепла дозволяє повернути до 92% тепла, тим самим збільшує економію і зменшує затрати на обігрів приміщень.

Науковий керівник – С.В.Єнчев, к.т.н., доц.

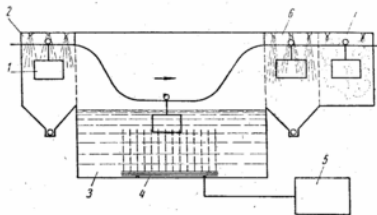
УДК 629.7.083(043.2)

Кульша Я.Ю.

Національний авіаційний університет, Київ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОЧИСТКИ АВІАЦІЙНИХ АГРЕГАТІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДО РЕМОНТНИХ РОБІТ

Традиційно очищення деталей передбачає використання хімічних засобів — хлорованих або фторованих розчинників, лугів, кислот, знежирювачів, спиртів, або механічну очистку за допомогою абразивів або щіток. Однак такі методи очистки не завжди ефективні, особливо для деталей зі складною формою, до того ж ці технології завдають шкоди навколишньому середовищу. Ці труднощі успішно долаються з допомогою ультразвукової технології очищення. Спочатку деталі завантажуються в контейнер, виготовлений з дротяної сітки або перфорованого листового матеріалу. У цьому зв'язку слід зазначити доцільне використання випромінювачів з фокусуєчими системами. Далі по конвеєру потрапляє до першого резервуару, в якому проводиться попередня очистка деталей за допомогою гарячого водного розчину. Деталь в контейнері потрапляє до ультразвукової ванни. Ванни для ультразвукових установок випускаються ємністю від 2,5 до 1000 л. Ванни ємністю 2,5-40 л представляють собою сталеві каркаси, в які вмонтовані порцелянові судини відповідної ємності. У днище ванни вмонтовані перетворювачі ультразвукових коливань, що діють від спеціальних високочастотних генераторів. Ультразвуковий генератор перетворює електроенергію від мережі змінного струму з частотою 50 або 60 Гц в електричну енергію на частоті ультразвуку. Очистка в ультразвуковій ванні триває близько 1-5 хвилин, в залежності від конфігурації деталі і ступені її забруднення. Після очистки деталі промивають в спеціальній камері і просушують протягом 10-15



хвилин під гарячим повітрям. Параметр часу перебування деталі в певному резервуарі, а також інтенсивність коливань задається оператором за допомогою програми,

як приклад можна взяти Zelio Soft.

Для автоматичного переміщення деталей по

конвеєру використовуємо

кроковий двигун. Головна перевага КД – це можливість здійснення точного позиціонування й регулювання швидкості без застосування датчиків у ланцюзі зворотного зв'язку.

Науковий керівник – С.М. Гальченко, к.т.н., доц.

**НАЛАШТУВАННЯ ПІД-РЕГУЛЯТОРА В СИСТЕМАХ
АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ МЕТОДОМ ЗІГЛЕРА-НІКОЛСА**

Близько 90-95% регуляторів, які існують на даний момент, використовують ПІД-алгоритм. Причинами високої популярності є простота вирішення більшості практичних задач та низька вартість.

Використання ПІД-регулятора призводить до підвищення якості регулювання. У системах автоматичного керування (САК) використання ПІД-закону регулювання дозволяє підтримувати коливальність системи більш точно на всьому діапазоні, що являється першочерговою задачею.

Існує декілька методів налаштування ПІД-регуляторів.

Синтез регулятора, тобто знаходження параметрів регулятора на основі моделі системи. Другий метод – ручний підбір коефіцієнтів. Це метод проб та помилок.

Для такого метода в готовій системі необхідно змінювати один (або одразу декілька коефіцієнтів) регулятора, після включення регулятора перевіряється робота системи. В залежності від того, як система змінилась з обраними коефіцієнтами (недо/пере регулювання) знову змінюються коефіцієнти.

Такий метод може використовуватись на практиці, головне – розуміння як зміна того чи іншого коефіцієнта впливає на систему.

Для приведення перехідного процесу до оптимального виду необхідно слідувати наступним правилам:

- збільшення пропорційного коефіцієнта збільшує швидкодію та зменшує запас стійкості.
- зі зменшенням інтегральної складової помилка регулювання з часом зменшується швидше.
- зменшення постійної інтегрування зменшує запас стійкості.
- збільшення диференціальної складової збільшує запас стійкості і швидкодію.

Процес налаштування ПІД-регулятора по експериментальним правилам інтуїтивний, але спроби налаштувати регулятор без початково наблизеного розрахунку коефіцієнтів часто можуть бути безуспішні.

Тому в доповіді пропонується використовувати метод Зіглера-Ніколса. Даний метод більш оптимальний для експлуатації в промислових умовах.

Науковий керівник – О. М. Тачиніна, к.т.н., доц.

УДК 629.735.33(043.2)

Зунунов А.О., Ціпов'яз А.О.

Національний авіаційний університет, Київ

СИНТЕЗ ЦИФОРОВОГО РЕГУЛЯТОРА МЕТОДОМ БАЖАНИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ

Сучасний світ не можливо представити без комп'ютерних, автоматизованих систем. Майже кожен аспект сучасного життя синтезувався з комп'ютером. Наразі навіть найпростіші речі виготовляють на автоматизованих структурах. Не помічаючи цього, люди повністю довірилися цифровим приладам. Автоматизовані системи полегшують виконання щоденних турбот, обов'язків. Проте чи прості ці системи? Чи такі вони прості зсередини, як і ззовні? Будь-яка, навіть елементарна на перший погляд, цифрова структура містить у собі складний математичний та фізичний склад. Загальна внутрішня система складається з багатьох елементів, кожен з яких має своє особливе місце і задачу, проте майже жодна система не може існувати без цифрового регулятора.

Будь-який регулятор створений для того, щоб правильно формувати вихідний сигнал з ціллю отримання найкращої точності та якості перехідного процесу. Найбільше розповсюдження отримав ПД-регулятор. На це впливає багато причин: починаючи з простоти використання і закінчуючи надійністю в роботі. ПД-регулятор – це пристрій в управляючому контурі зі зворотнім зв'язком, який містить в собі три складові: пропорційну, інтегровальну та диференційну ланки. Проте існує серйозна проблема практичного використання ПД-регулятора – незнання характеристик об'єкту управління. Тому налаштування регулятора постало серйозною проблемою у наш час. Існує чимало аналітичних, експериментальних методів його налаштування, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Широкого загалу набули методи Зілгера-Ніколса та метод експериментального налаштування. Ці методи досить прості та швидкі, проте точність, яку вони пропонують, зовсім не підходить для серйозних задач. Методи налаштування за допомогою додаткових пристроїв, такі як метод ШІМ, дають високу точність, але вони фінансово- та часозатратні.

Тому ми пропонуємо розглянути метод, який підходить за всіма необхідними умовами – «Метод синтезу цифрового регулятора шляхом підбору бажаних передавальних функцій». Цей метод є аналітичним, а, отже, безкоштовним, крім того, він має високу точність для реальних задач в порівнянні з багатьма іншими методами. Використання цього методу дає надійні гарантії успішної роботи системи.

Науковий керівник – О.М. Тачиніна, к.т.н, доц.

УДК 622.735 (043.2)

Назаренко Е.В.

Національний авіаційний університет, Київ

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РОБОТОМ-МАНІПУЛЯТОРОМ

На сьогоднішній день, у промисловості є проблеми, які потребують ефективних рішень. До таких проблем відносяться : звільнення людини від монотонної праці, від переміщення важких предметів, від робіт під високою напругою та в середовищах, небезпечних для людини (підводні глибини, радіоактивне середовище, електромагнітне випромінювання та ін.)

Роботи-маніпулятори призначені для заміни людини в процесі промислового виробництва. При цьому вирішується важлива соціальна задача – звільнення люди від небезпечних та фізично-важких робіт, а також від операцій, які не потребуються високої кваліфікації. Тобто, промислові роботи-маніпулятори являються невідомою складовою сучасного промислового виробництва.

До складу робота перш за все входять один або кілька маніпуляційних пристроїв. Такі пристрої складаються з декількох кінематичних пар з поступальним або кутовим переміщенням, забезпечених приводами (електричними, гідравлічними або пневматичними). На кінці маніпулятора розташований робочий орган.

Науковий керівник – О. М. Тачиніна, к.т.н., доц.

УДК 620.35 (043.2)

Зімухов М.М., Стеценко І.В.

Національний авіаційний університет, Київ

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ ТЕПЛО СПОЖИВАННЯ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ

В Україні вже існує цілий ряд енергоаудиторських компаній, в яких працюють сертифіковані фахівці. Обстеживши будівлю на предмет фактичного енергоспоживання і наявних енерговитрат, вони підготують рекомендації щодо скорочення енергоспоживання будівлі. Як правило, ці рекомендації стосуватимуться двох найважливіших аспектів:

- підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій;
- вдосконалення інженерних систем будівлі.

Перший напрямок пов'язаний з необхідністю утеплення будівлі: посилення теплоізоляції зовнішніх стін, горючих перекриттів, перекриттів над підвалом, а також заміною застарілих вікон і дверей на енергоефективні. Другий напрямок охоплює в основному модернізацію систем електроспоживання, теплоспоживання та гарячого водопостачання.

Підвищення енергоефективності систем електроспоживання досягається за рахунок застосування для освітлення загальнобудинкових приміщень енергозберігаючих ламп замість звичайних ламп розжарювання, а також вимикачів з реле часу, що забезпечують затримку відключення освітлення на заданий час, як правило, достатній мешканцям для входу в свої квартири.

Складнішою модернізації вимагають існуючі системи опалення житлових будинків. Основна частина багатоквартирних будинків забезпечується теплом від централізованих джерел тепlopостачання. Самі джерела та теплові мережі в більшості своїй застаріли, значна частина їх амортизована і потребує заміни. Втрати тепла в джерелах і в теплових мережах оцінюються фахівцями на рівні 30-40%. Тому доцільно встановити на будинок загальнобудинковий теплолічильник і домогтися у постачальника здійснення оплати за фактично отримане тепло.

Разом з тим, організація обліку споживаної енергії не дає ніяких можливостей для її економного використання. Необхідно виконати наступну стадію: забезпечити регулювання споживання енергії. З цією метою сьогодні застосовуються індивідуальні теплові пункти (ТП) з погодним регулюванням. Вони встановлюються на теплових вводах у будинки, обладнані датчиком температури зовнішнього повітря та електронним регулятором, який керує подачею гарячої води в систему опалення в залежності від температури на вулиці.

Провівши модернізацію системи опалення, можна отримати помітний економічний ефект. Він буде ще більш помітний, якщо провести утеплення будівлі. Комплексна термомодернізація будівлі в окремих випадках дозволяє до 70% скоротити теплоспоживання будівлі в порівнянні з початковим - до термомодернізації.

Науковий керівник – Н.П. Соколова, доц.

Mohammad Fakhar,
National Aviation University, Kyiv

MAKING ELECTRICITY BY EARTH'S MAGNETIC FIELD FOR POWER SUPPLY OF AIRPORT

Renewable energy is now becoming one of the greatest energy supply in the world. We can also utilize this energy for airports to decrease the greenhouse gases which has effect on global warming. There are many applications which can be covered by renewable energy in airports. Airports usually are built out of the city so that we have enough space to make such constructions for generating electricity by renewable energy, and by this way we are decreasing the expenses of electric power transmission. There are some ways to generate electricity such as solar power, wind power, geothermal and so on. But maybe there is a way to use geomagnetic field as a source of energy.

Geomagnetic is a magnetic field with a big scale having a typical local variation in the magnetic field at the surface with the order of 1 Nanotesla per second. So, how can we use this unrecognizable source to generate enough electricity for our purposes, It looks impossible to generate electricity but maybe it's possible if we can find a way to focus the magnetic field at one point with a small area. Assume that we can focus magnetic field at one point and use this redirected magnetic field (Fig. 1).

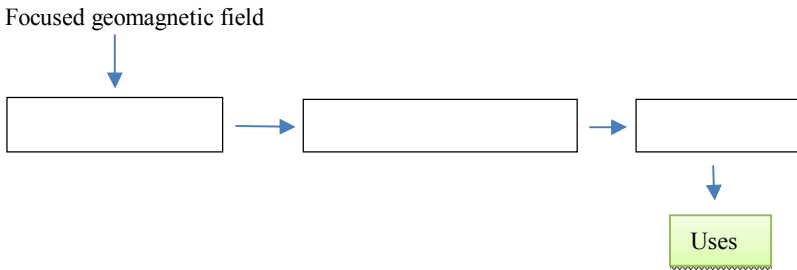


Fig. 1. Getting electricity by magnetic field

In an usual way by spinning a coil which is under a magnetic field we can generate electricity, this method is impossible to use for geomagnetic field due to the large scale, so we should use another method which is converting magnetic field to mechanical energy in order to get electricity.

If we apply this theory maybe we can utilize this source as a source of energy which might be much more efficient than other sources.

Supervisor – Cand. Of Sci.(Engineering), Assoc. Prof. Tovkach S.S.

УДК 621.313.323:62-83

Березюк С.Ю., Трандафілов В.М.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Київ

ВЕКТОРНЕ КЕРУВАННЯ КУТОВИМ ПОЛОЖЕННЯМ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

В наш час значного розвитку набули системи електроприводу на базі синхронних двигунів з постійними магнітами (СДПМ). Такі системи застосовуються у високодинамічних прецизійних системах керування рухом, наприклад, механізми закуртки, упаковки, намотування, маркування, роботів, маніпуляторів, верстатів, летючих ножиць, системах високоточного виготовлення деталей, електротранспорту та ін. СДПМ мають просту конструкцію, малу інерційність та високі енергетичні показники завдяки відсутності електричних втрат на збудження, що є суттєвим у порівнянні з асинхронними двигунами та двигунами постійного струму. Саме тому актуальним питанням є синтез та аналіз алгоритмів керування кутовим положенням СДПМ з високими статичними та динамічними показниками.

В даній роботі синтезовано та досліджено нелінійний алгоритм векторного керування кутовим положенням СДПМ. Синтез проводився для стандартної математичної моделі СДПМ 3-го порядку, представленої в ортогональній системі координат (d-q), орієнтованій за вектором потокозчеплення ротора. Синтезований алгоритм включає: регулятор кутового положення, регулятор кутової швидкості та два регулятори струму. Отриманий алгоритм забезпечує асимптотичність відпрацювання заданих траєкторій кутового положення з обмеженими першими трьома похідними та обмеженість всіх внутрішніх змінних системи. Алгоритм синтезовано з використанням зворотної покрокової процедури проектування. Дослідження розробленого алгоритму виконувалось методом математичного моделювання для серво СДПМ типу MSK100C-0200 потужністю 3.4 кВт (номінальний струм – 20.3 А, момент – 43.5 Н·м, кутова швидкість – 78.5 рад/с), від якого вимагалось відпрацювати задану траєкторію кутового положення з обмеженими першими трьома похідними, при чому під час руху вперед, зупинки та назад до валу СДПМ ступінчасто прикладався та знімався постійний номінальний момент навантаження. Графіки перехідних процесів, отримані при моделюючому тесті, підтвердили, що відпрацювання заданої траєкторії кутового положення в синтезованій системі відбувається асимптотично. При накиданні моменту навантаження максимальна динамічна похибка відпрацювання кутового положення становить 0.05 рад і компенсується за час 0.1 с.

Отже, синтезований нелінійний алгоритм векторного керування СДПМ забезпечує асимптотичне відпрацювання заданих траєкторій кутового положення з точністю, яка задовольняє більшості технологічних застосувань з підвищеними вимогами до електромеханічної системи керування рухом.

Науковий керівник – С.О. Бур'ян, к.т.н., доц.

Теребійчук С.С., Трандафілов В.М.
*Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", Київ*

ВЕКТОРНЕ КУРУВАННЯ КУТОВОЮ ШВИДКІСТЮ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

Синхронні двигуни зі збудженням від постійних магнітів (СДПМ) на даний час є найбільш перспективними машинами змінного струму. Основні переваги СДПМ, в порівнянні з асинхронними двигунами та двигунами постійного струму, полягають у простоті конструкції, надійності та абсолютній жорсткості механічної характеристики. Також, через відсутність втрат енергії на збудження, СДПМ не мають обмежень на роботу в загальмованому стані та володіють високими енергетичними показниками. СДПМ часто застосовуються в промислових системах автоматичної роботи, маніпуляторах, приводах подачі і головного руху металорізальних верстатів, в тяговому електроприводі, приводах рульового керування літальних і підводних апаратів, а також електромеханічних пристроях автомобілів. Саме тому актуальним питанням є синтез та аналіз алгоритмів керування кутовою швидкістю СДПМ, здатних забезпечити високі статичні і динамічні показники.

В роботі проведено синтез та аналіз нелінійного алгоритму векторного керування СДПМ. Алгоритм гарантує асимптотичне відпрацювання заданих траєкторій кутової швидкості з обмеженими першими двома похідними за часом та обмеженість всіх внутрішніх змінних системи при використанні інформації про кутову швидкість ротора та струми статора машини. Синтез алгоритму проводився для математичної моделі СДПМ, яка представлена в обертовій системі координат (d-q), орієнтованій за вектором потокозчеплення ротора. Синтезований алгоритм складається з двох регуляторів струму та регулятора швидкості, які були отримані з використанням зворотної покрокової процедури проектування.

Дослідження синтезованого алгоритму виконувалось шляхом математичного моделювання для серво СДПМ типу MSK100B-0200 потужністю 2.1 кВт (номінальний струм – 14.7 А, момент – 28 Н·м, кутова швидкість – 78.5 рад/с). Під час моделювання від двигуна вимагалось відпрацювати задану траєкторію кутової швидкості з обмеженими першими двома похідними за часом, після розгону до валу СДПМ ступінчасто прикладався-скидався номінальний момент навантаження. Графіки перехідних процесів, отримані в результаті моделювання, підтвердили асимптотичне відпрацювання заданої траєкторії кутової швидкості без навантаження та під навантаженням: максимальна динамічна похибка становить 1.5 рад та компенсується за час 0.05 с.

Таким чином, синтезовано алгоритм векторного керування кутовою швидкістю СДПМ, що забезпечує підвищені показники якості керування, які задовольняють більшості високотехнологічних застосувань.

Науковий керівник – С.О. Бур'ян, к.т.н., доц.

УДК 622.88 (043.2)

Пасічниченко Є.О., Пидорич Я.В.

Національний авіаційний університет, Київ

РОЗРОБКА АЕРОКОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ В СПІВПРАЦІ НАУ І ЗАВОДУ «КИЇВПРИЛАД»

4 жовтня 1957 року світ вразила сенсація - в Радянському Союзі запущено перший штучний супутник Землі. Почалася ера освоєння Космосу. На космічну галузь працювали найбільш передові підприємства. Особливо це відчувалося, після квітня 1961 року, коли Космос підкорив Юрій Гагарін. Одним з таких підприємств став «КИЇВПРИЛАД», який одразу ж був залучений до випуску бортових командних радіоліній та техніки для місячних космічних апаратів. Слід зауважити, що клерувальну систему для основного фотографічного засобу для космічних зйомок - картографічного комплексу «Комета» було розроблено та виготовлено на заводі «КИЇВПРИЛАД».

За багато років існування, підприємство «КИЇВПРИЛАД» отримало достатній науково-технічний і виробничий потенціал для розробки і впровадження складних автоматизованих систем управління в ракетно-космічній галузі.

Для нарощування обсягів власного виробництва підприємство «КИЇВПРИЛАД» активно веде пошук нових партнерів в нашій країні та за кордоном. Прикладом продуктивних партнерських стосунків стало співробітництво нашого підприємства з групою компаній «KOSTAL» - провідним в світі постачальником комплектуючих виробів для автомобілів багатьох загальновідомих марок.

«КИЇВПРИЛАД» має потужний виробничий потенціал, а напрацьовані космічні технології дають можливість для збільшення обсягів виробництва в інших галузях народного господарства нашої країни. Таким напрямком сьогодні є енергетика.

Спроектвані конструкторським бюро підприємства і виготовлені об'єднанням прилади енергетики працює в енергетичних компаніях, на станціях метрополітену, в більшості обленерго, а також на провідних підприємствах металургії, в гірничовидобувній промисловості, на підприємствах газовидобувної галузі.

Вкладаючи власні кошти в розробку та виробництво наукомісткої продукції, підприємство розробило та впровадило в різних галузях України понад 38 модифікацій 5-го та 6-го поколінь мікропроцесорних пристроїв контролю, захисту та автоматики повітряних і кабельних електромереж 6-10-35-110 кВ типу МРЗС-05. Пристрої захисту працюють в локальних мережах на базі програмно-апаратного комплексу «КВАНТ-2000», котрий охоплює весь комплекс завдань з управління, збирання, передачі, обробки та відображення інформації.

Науковий керівник – Л.О.Козащице, асистент

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА**

Дистанционное зондирование применяется сегодня при решении многочисленных научно-технических задач и, в том числе, при поисках месторождений полезных ископаемых и подземных вод, при изучении и рациональном использовании земельных и лесных ресурсов, при разработке проектов землеустройства различных рангов для выявления неиспользуемых земельных ресурсов, для обнаружения засоления почв в орошаемых районах, для оценки эродированности земель, для выявления очагов эрозии и разработки проектов противозерозионных мероприятий и др. Непрерывно растет роль дистанционного зондирования при решении экологических проблем.

Для дистанционного зондирования очень важны отражательные и поглощательные свойства разных материалов на земной поверхности и даже одного и того же материала, но в разных состояниях, например, способность почвы во влажном и сухом состоянии по-разному отражать и поглощать солнечную энергию.

При прохождении через атмосферу электромагнитные волны взаимодействуют с содержащимися в ней частицами пыли, дыма, кристаллами льда, каплями воды. При этом возникают процессы рассеяния и поглощения. Вид и интенсивность рассеяния зависит от соотношения длины волны электромагнитного излучения и размера отражающей частицы.

Интенсивность рассеяния, также как и интенсивность поглощения, возрастает с длиной пути луча в атмосфере. Этим определяется освещенность земной поверхности, которая зависит от положения Солнца и, в первую очередь, от высоты Солнца над горизонтом. В общем случае при проведении аэрокосмических съемок предпочтительнее большая высота – 60° – 80° над горизонтом. Таким образом, спектральные характеристики объектов (горные породы, почвы, растительность, водные поверхности и т.п.) являются их опознавательными признаками при дистанционном зондировании. Особенно это важно при числовой обработке данных дистанционного зондирования и автоматизации процесса дешифрирования материалов аэрокосмических съемок.

Научный руководитель – Б.Е. Журиленко к.ф.-м.н.

УДК 004.032.2:520.6.05(043.2)

Кубрак И. Г., Мищенко А.Ю.

Национальный авиационный университет, Киев

ОБЩАЯ И СПЕЦИАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СНИМКОВ С КОСМОСА

В наше время фотографии со спутников имеют огромный широкий спектр применения. Изображения земной поверхности полученные с космоса позволяют исследовать и прогнозировать изменение границ и температур объектов земной поверхности, акваторий снежного покрова, ледовых полей и воздушных масс. Так же изображения Земли нашли свое применение в экологии и географии. Такие снимки могут быть выполнены как в видимой части спектра, так и в ультрафиолетовой, инфракрасной и других частях диапазона. Практически не ограничены возможности использования фото со спутника в педагогической деятельности. Работа студента оператором на персональном приёмном комплексе способствует развитию у учащихся навыков обращения с компьютером и компьютерными программами, изучению географии, геометрии, астрономии и физики не только в теории, но и на практике. Существует множество методов обработки фотографий:

- **Контрастирование.** Участки фотоизображения со слабыми тоновыми различиями могут быть представлены в более контрастной форме.
- **Цветовое контрастирование.** Возможности интерпретации цветных снимков во многих случаях повышают путем фильтрации некоторых цветов с помощью цветных светофильтров, что приводит к более контрастному изображению определенных сюжетов.
- **Маскирование, подчеркивание границ, псевдорельефные изображения.** Эти методы применяются в тех случаях, когда съёмочные материалы, богатые контрастами, с тонким расчленением фототона должны быть представлены в более мягкой форме.
- **Цветовые преобразования.** Многозональные снимки в видимом диапазоне спектра, сделанные на определенный район, содержат, как известно, три черно-белых узкозональных снимка в синем, зеленом и красном цвете.
- **Эквиденситный способ.** Для решения многих задач геологической интерпретации возникает необходимость опознать участки изображения с одинаковой яркостью фототона, ограничить их и представить их распространение на площади снимка. Также бывает важно представить ступени тонального расчленения снимка в более дифференцированном виде, чем на первичном материале. Это касается, например, обработки и интерпретации тепловых сканерных снимков, где вариации фототона отражают изменения температуры излучения и поверхностной температуры воды, почв и горных пород.

Научный руководитель – Б.Е.Журиленко к.ф.-м.н.

УДК 621.311

Моссаковський В.І.*Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", Київ***ВИРІВНЮВАННЯ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

Вирівнювання графіків навантажень сьогодні здатне забезпечити найвищий ефект з точки зору економії в електричній системі. Це забезпечується значним збільшенням коефіцієнту використання установленної потужності системи, зменшенням часу простою генеруючої потужності, зниженням споживання палива. Найпростіше вирівнювання графіків навантажень розуміє переніс навантажень із границь добового максимуму до зони мінімуму [1].

В окремих випадках, наприклад, для енергосистеми застосовують ущільнення графіків навантажень шляхом збільшення площі графіку при незмінному його максимумі. З цією метою використовують спеціальні «споживачі-регулятори», які мають за мету заповнення провалів суміщених добових графіків навантажень енергопостачальної установки з можливим зниженням суміщеного максимуму навантажень.

Подібні споживачі-регулятори повинні працювати з переривчастим нерівномірним режимом при заданому постачальником стабільному графіку, допускаючи можливі часткові або повні відключення, включення в роботу в довільний та потрібний час без збитків у їх виробничих процесах [2].

Інший спосіб вирівнювання графіків навантажень передбачає установку накопичувачів енергії, який на відміну від попередніх не передбачає понаднормового споживання електроенергії чи зміни технологічного процесу.

Застосування накопичувачів дозволяє: створити резерв потужності (спрошче вихід в ремонт генераторів); управління режимом навантажень (накопичення при добовому максимумі графіка навантажень та розряд при мінімумі); спрощена робота з установками відновлюваних джерел енергії за рахунок вирівнювання подачі потужності; підвищує можливості передачі енергії (регулювання напруги, частоти, управління стійкістю); підвищення якості електроенергії; підтримка споживачів з режимами частих пусків та гальмувань; зменшення вимог до постачальника; розвантаження ліній електропередачі та ін.

Отже, існує значна кількість способів вирівнювання графіків навантажень, вибір оптимального варіанту вимагає техніко-економічного обґрунтування.

Перелік посилань

1. Иванов В.С., Соколов В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1987. 336 с.

2. Булгаков К.В. Энергоснабжение промышленных предприятий/ К. В. Булгаков. - 2-е изд. - Л. : "Энергия", 1966. - 318 с.

Науковий керівник – М.М. Лутчин, асистент

**DESIGN, MAINTANANCE AND DIAGNOSTICS
OF AIRCRAFT AND GAS TURBINES**

UDC 004. 942:629.735.024(043.2)

Tsimbaliuk O.A., Mazur M.D.
National Aviation University, Kyiv

PROGRAMS FOR MODIFIING OF DROP TESTS OF PLANES

It is difficult to quote a date of the invention of the finite element method (FEM), the method originated from the need to solve complex elasticity and structural analysis problems in civil and aeronautical engineering. In this article 4 modern programs based on FEM will be compared.

| Application/Name of program | Pam-Crash | Krash | Ls-Dyna | Dytran |
|------------------------------|-----------|-------|---------|--------|
| Composites modeling | + | - | + | + |
| Multi-body dynamics analysis | - | + | - | + |
| Structural analysis | + | + | + | + |
| Engine analysis | + | - | +/- | +/- |
| Rotorcraft analysis | + | - | - | +/- |
| Vibration analysis | + | + | - | + |
| Safety and survivability | - | - | - | + |
| Cockpit & interiors | + | - | - | - |
| Drones & missiles | + | - | - | - |
| Wing simulation | + | + | - | + |
| Fuselage simulation | + | + | - | + |
| Drop testing | + | + | + | + |
| Hydraulic controls | - | +/- | - | + |

All four programs, which were considered, can be used in aerospace engineering to complete crash-tests, drop tests, and other types of analysis. However due to investigation we can see that Pam-Crash and Dytran have more wide specter off applications then Ls-Dyna do, from the other side both Pam-Crash and Dytran have different functions. Krush, as an older software, have less specter of applicability, but can provide different types of tests that are have full-scale test background. As a result, in different type of analysis different programs are preferable.

Supervisor – S.S. Yutskevych, Ph.D., associate professor

UDC 629.73:629.7.083(043.2)

Kolisnichenko V.*National Aviation University, Kyiv***TECHNOLOGICAL PROCESSES OF LEVELING OF AERONAUTICAL ENGINEERING AFTER REPAIR**

The impact of the aerodynamic forces during flight and shock loads during landing, and also replacement of the wing, tail unit and other design elements may lead to a change in the relative position of individual parts of the aircraft. These changes have an impact on the flight-performance characteristics, deflection angles of control surfaces, efforts to control the steering wheel, and so on. In this regard, its need to make aircraft leveling.

All leveling data of the aircraft given at the horizontal flight position of aircraft. Aircraft installation at line of horizontal flight produced by 4 points. Points 1 and 3 – intersection of screw axis of lower wing split unit and centre-section on front spars with front edges of front centre-section unit. Points 2 and 4 – intersection of screw axis of lower wing split unit and centre-section on rear spars with front edges of front centre-section unit. Aircraft installed on horizontal line flight, only when all 4 points are at one horizontal plane (see fig.1). Pass of one point from the horizontal plane may be not more than 2 mm.

For general longitudinal leveling, the cabin doors sill edge is parallel within 0.10° relative waterline 100. The door sill is used in conjunction with a spirit level to determine airplane ground attitude.

Laser level Serials 0002 thru 0820: For specific longitudinal leveling, two forward leveling points are located on either side of the cowl at fuselage station 99.00. One aft point is located on the tailcone access flange under the horizontal stabilizer on the right side, at fuselage station 299.00. The leveling points are used in conjunction with a transit to determine ground attitude.

Laser level Serials 0821&subs: For specific longitudinal leveling, two forward leveling points are located on either side of the cowl at fuselage station 98.4. One aft point is located below the RE1 empennage access panel aft of the horizontal stabilizer, at fuselage station 316.8. Pegged ruler gauges suspended from the leveling points are used in conjunction with a transit to determine ground attitude.

For general lateral leveling, a straight edge may be placed across both cabin door sills. The door sill is used in conjunction with a spirit level to determine airplane ground pitch.

For specific lateral leveling, an alignment brace bar may be placed across the upper engine mount weldment attach points. The attach points are used in conjunction with a digital level to determine airplane ground pitch.

Modern equipment for leveling – is Laser Level. Laser level makes the procedure of leveling more quickly and accuracy. Different types of Laser Levels are widely used nowadays depending on Aircraft type.

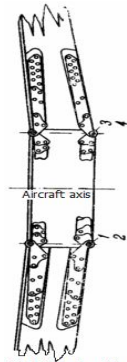


Fig.1 Aircraft position

Supervisor – O. Yakobchuk., senior teacher

UDC 681.51:032.31 (043.2)

Yushchenko O.

National Aviation University, Kyiv

AUTOMATIC CONTROL GAS DISTRIBUTION STATIONS COOPERATION IN GAS SUPPLY SYSTEMS

Nowadays, the functioning of gas supply systems there is a necessity of remote control and redistribution of a gas flows in a networks, balancing of gas distribution. Solving of these problems is possible at maintenance of automated gas distribution stations with modern automatic control systems.

The automated gas distribution stations AGDS designed to reduce pressure of natural or associated gas to predetermined level and to maintain it with necessary precision, and also for cleaning, heating, flow metering and odorization. AGDS reliable in maintenance and include modern automatic control system (ACS).

ACS of GDS designed to functioning as a part of an integrated automated system for control of gas transportation system technological processes ensuring interaction with the control station by communication channels of linear remote control system or industrial computer network. Functions performing by GDS ACS: informative, controlling, diagnosing, and operator function. ACS work algorithm consist of several blocks such as unit of analog parameters, block of digital signal, information processing unit for equipment condition, and unit for support automatic and remote control. The main components are the same for all of GDS ACS, and contain power supplies, relay control, valve control board, digital and analog board and controller, which organizes work of all units.

Controlled parameters for this system are: gas flow, gas temperature in the inlet and outlet of GDS, gas pressure in reduction lines, gas contamination, position of valve of GDS switching node, gas heater condition (operable / non-operable), the selected control mode etc. By *Ethernet concentrator* is carried relation between ACS and working panel of station operator.

Possibility to organize a cooperative works of several GDS, that allows redistribution gas flows and do not disconnect consumers from gas supply, in the case of emergency or another unforeseen situation. Opportunities complex software enough to create full-featured remote monitoring and control system.

Concerning GDS ACS the possibilities of complex not only meet the current requirements of automation system but also offer reserve for the system development and compliance with the increasing requirements during all operating life. Besides it, application of the same software tools in all automation levels reduces costs for personnel training and systems maintenance.

Supervisor – G.N. Nikitina, senior teacher

UDC 681.51:032.31 (043.2)

Odnolko A.*National Aviation University, Kyiv***DIRECTIONS FOR IMPROVING DIAGNOSING SYSTEM FOR EQUIPMENT OF MAIN GAS PIPELINES COMPRESSOR STATIONS**

System diagnostics equipment of compressor stations of main gas pipelines is one of the most important functional systems of gas transportation company. This system is appointed to solve the next two problems:

- 1) ensuring the safety of the personal and environmental safety in accordance with international, state and industry regulations;
- 2) ensuring economic efficiency of the exploitation equipment, by, on the one hand, reducing the costs associated with its failures, and on the other hand, increasing the completeness of the actual resources of its durability and energy efficiency

I can identified the next following perspective directions of improving existing diagnostic systems of equipment compressor stations:

- 1) economic analysis of the feasibility of introducing into the part of system implemented diagnosing potentially effective procedures instead of the old or the additionally. Obviously, the cost of gas transport enterprise profitability, associated with such inclusions, it should not to be below its planned profitability;
- 2) optimization of the volume of work resulting from the implementation of diagnosis procedures, through the use of a random number generator in the appointment of checklists zones diagnosis objects;
- 3) implementation in practice of diagnosing procedures based on the use of the newest achievements of the measuring equipment and information enumerating technics. At the present time such procedures can be the next for example: laser vibrometer, centralized operational monitoring of heating and vibration state of gas pumping units.

Laser vibrometry – modern, qualitatively new level of measurement of parameters of mechanical oscillations of objects. Unique physical characteristics of laser methods determine many of their dignity. This remote non-contact vibration measurements and the lack of influence on the resonant properties of objects, including those of microscopic size; the ability to measure without surface preparation of the object and the operational measurement of vibrations at different points of the object to dangerous for personnel area.

Supervisor – P.V. Korolov, PhD, associate professor

UDC 629.735.015.4(043.2)

Obodovsky I.I.

National Aviation University, Kiev

REQUIREMENTS FOR AEROBATIC AIRPLANE STRENGTH CALCULATION

According to ICAO Annex 8 “Airworthiness of Aircraft” any airplane should be designed according to special requirements in order to be certified for serial manufacturing and selling to consumers.

In different regions of the world these airworthiness standards are different for different types of aircrafts. In Europe, for example, there are Certification Specifications by EASA, in United States there are Federal aviation regulations by FAA and ASTM set of standards, etc.

Aerobatic airplanes are not so widely spread and only a few design bureaus of the World create them. Here comes the problem: according to what requirements should the stunt airplane be designed?

As it was mentioned before, EASA provides CS-23 or FAR-23 and CS-VLA. ASTM International has got the special specification F-2245-06 for light sport airplane.

Both CS-23 and F-2245-06 contain requirements that can be used for strength calculation but there is a difference between them.

First of all, the maneuvering envelope of F-2245-06 permits greater loads on the airframe. The limit of positive loads equals to such of negative ones, unlike in CS-23 because it is obvious that VLA do not do any aerobatics and are mostly upper-winged airplanes with strut supports.

The flight envelopes also specify the loads during the gust. In this case, limitations for VLA are very strict due to their low weight and speeds. In F-2245-06, the limit of loads at gust almost does not differ from ones at windless weather flight due to high flight speeds and relatively higher weight. ASTM also provides special formula for more accurate calculation of loads at gust, which includes wing loading, air density, mean aerodynamic chord, etc. In CS-23 it is considered that VLA would not fly in strong winds.

F-2245-06 provides specification for load factor on wheels, since aerobatic airplanes have greater loads on the airframe during landing and during performing of tricks with such element as conveyor. It includes characteristics of elements of undercarriage and allows to correlate the limit landing factor.

The conclusion is following: during the process of designing of aerobatic aircraft it is preferable to follow ASTM F-2245-06 specifications, but when it comes to certification, it should be performed according to CS/FAR-23.

Supervisor – S.S. Yutskevich, associate professor

WEAR OUT RESISTANCE OF COMPOSITE MATERIALS AND METAL JOINTS

Modern aviation constantly meets with the problem of increasing of competition between aircraft manufacturers and increasing of the prices on fuel. Obvious decision of this problem is reduction of the weight of construction by using composite materials.

The best example of such composite aircraft is B 787 DREAMLINER. More than half of its details are made of composite materials, it has higher efficiency comparing to the previous analogs and lower fuel consumption. In Russian aviation such example is Tu-334, all control systems and high-lift devices of which are made of composites.

Using polymeric composite materials on manufacturing aero-space vessels allow to save from 5 to 30% of weight of aircraft. For instance, decreasing of weight of satellite per 1 kg leads to saving of 1000\$. Many different substances are used as filling mass in polymeric composite materials.

More than 60% of the total usage of composite materials is for aerospace industry. This is because armored polymeric composite materials are used for manufacturing reinforced constructions of airplanes, and it is predicted that in the future using of composite materials will reach 50-60% from the whole construction.

It is impossible to forget about wear-resisting properties of materials. The one of the less explored types of friction of polymeric composites is fretting corrosion, which can appear in places, where a motion of the one surface relative other is not considered.

Such parts of airplane undergo fretting corrosion: bolted joints, gearings, springs, clutch, mounting surfaces of roller bearings. It occurs due to constant deterioration of protective oxidation film on the place of movable joint.

All those progressive materials undergo negative factors during exploitation, causing formation of corrosion, breaks and bents. Those defects are poorly explored, but they lead to decreasing of efficiency not only of material itself, but also of the whole airframe.

The objective of our work is to investigate wear out of composites СПІ-97 and СТ-5-211-БН in the conditions of fretting corrosion during contact with widely spread aircraft material Д16 under the action of different loads.

The test for fretting corrosion was made on МФК-1 bench according to the surface-to-surface contact scheme according to ГОСТ 23.211-80. The sense of method is that movable cylindrical specimen that contacts to immovable counter-specimen under pressure, is being rotated with different amplitude and frequency. The experiment for exploring the intensity of wearing out of composites was held in the air under the friction and without lubricant.

The results showed that fretting corrosion in composites occurs in those places, where the real motion of one surface relative to another is not considered. They include: bolted and riveted joints in the control surfaces' joints, jointing edges of cuffs and cowlings, composite panels with metal cover, reinforced bulks joining places. The result is weakening of strength and rigidity characteristics of the entire construction.

Supervisor – A.N. Khimko, associate professor

UDC 539.431 (043.2)

Filimonov M.

National Aviation University, Kyiv

ANALYSIS OF THE STEADY-STATE FLOW REGIME OF RELIEF VALVES ACCORDING TO THE HYDRODYNAMIC FORCE

Definition of hydrodynamic force component acting on the valve shutter.

In the calculations of hydrodynamic forces of steady fluid flow, acting on the movable parts of the valve devices, commonly used Euler's theorem on the change of momentum, by which is determined the geometrical sum of the surface forces of the streamlined contour liquid.

Analysis of vector diagrams, depicting the location of the pressure diagrams in a closed circuit, shows that to the valve shutter applied only a part of the total hydrodynamic force of the given circuit. The remaining part of it is applied to the fixed saddle. Since the addition of the components of the surface forces is carried out according to the rule of summation of the vectors, the absolute value of the vector of one of the components may be greater than the absolute value of the geometric sum. Such case is used in valve devices with radial liquid supply.

For an approximate calculation of the value of the hydrodynamic force take the following assumptions:

- ideal fluid (incompressible and non-viscous);
- two-dimensional flow (throttle gap height is small in comparison with its length);
- weight forces are not taken into account because they are small in comparison with the surface forces;
- radius of working edges of the saddle valve is small compared with the magnitude of the rise.

According to the theorem of change of momentum, by the fluid flow, the hydrodynamics force acts on the streamlined contour:

$$\vec{R} = m(\vec{v}_1 + \vec{v}_2)$$

Key:

m – fluid mass flowing through the selected path in the time unit;

\vec{v}_1, \vec{v}_2 – fluid velocity in the inlet and the outlet section of valve.

Supervisor – V.S. Butko, PhD, associated professor

UDC 629.735.083.06(043.2)

Kryvitskyi D.

*National Aviation University, Kyiv***CONSTRUCTIVELY-TECHNOLOGICAL MEASURES TO MAINTAIN THE RELIABILITY OF THE LANDING GEAR BRAKE SYSTEM OF PASSANGER AIRCRAFT**

The general trend of development and improvement of modern vehicles is to improve the capacity and increase speed. So, it becomes more actual braking problem. The ever-increasing requirements on the braking devices constantly stimulate research and develop new types of friction materials with higher performance.

In order to improve operational reliability and manufacturability of the wheel brakes are equipped with:

- fan air cooling driven by a motor;
- drive to the angular velocity sensor of brake system;
- automatic wear adjuster in the brake;
- wear indicator Brake disc packet;
- temperature sensor temperature control system;
- the temperature alarms, indicating the maximum permissible temperature in vulnerable areas.

Due to the large warm-up, braking discs are produced as the individual interconnected elastic elements (often springs) sections (sectors). This helps to avoid shape distortion disks when heated. Heating disks over the maximum permissible temperature decreases the coefficient of friction brakes and power consumption fall. For discs of steel or alloyed cast iron maximum temperature of 500...600 °C, for perspective materials (composite materials), this temperature may be above 1.5 times.

Setting disks of composite materials based on carbon fiber, will reduce weight more than twice. For example, disc brakes using the carbon based fibers by Boeing 747-400 made it possible to reduce the weight on the wheels 820 kg.

In Today's latest generation of friction materials, that can potentially be used in heavy braking systems a special place belongs composite materials (CM), a carbon matrix and filler. We can mark the following advantages:

- relatively low density, can reduce the weight of the braking systems (approximately 40-60%);
- high resistance to wear in different weather conditions, which can significantly increase the amount of braking to repair;
- the ability to absorb a large amount of braking kinetic energy by converting it into heat. The elements of braking devices operate without damage;
- high resistance to thermal shock;
- high permissible operating temperature - more than 1273 °C.
- compensation values fall μ tr when moistened (coefficient of adhesion of the wheels to the surface)

One kind of preventing aircraft incident is to improve the braking characteristics of the system. The main characteristics of which are as follows:

- The maximum braking torque M_t generated by friction elements and size, frictional properties, and brake force transmitted to him the control system;

- Energy intensity at a braking period, a certain mass, specific heat, thermal conductivity and limit temperature heated metal parts of the wheel, as well as heat dissipation during braking.

Braking moment:

$$M_T = R_T p_T F_T$$

Where

F_T – frictional area of the friction elements;

p_T – specific pressure on the F_T area.

$p_T F_T$ friction force which is distributed in the form of linear forces in a circle of radius R_T .

The energy intensity of the brake

$$A_T = kK \sum m_i g c_{pi} \Delta t_i$$

where m_i , c_{pi} – mass and specific heat wheel brake parts;

Δt_i - the temperature rise of the braking period;

k (S, θ) > 1 - coefficient taking into account the external removal of heat during the cooling of the wheels during tormozheniya;

S - cooling surface; $R = 4.19 \text{ J / cal}$.

Disk brake in compare with other types provides a great value in $M_T F_T$. The ability to produce large A_m is determined mainly by the restriction Δt , which is related to the temperature strength parts wheels (mainly friction materials and rubber).

Supervisor – A.V. Rugain, PhD, associated professor