

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

ІХ МІЖНАРОДНА НАУКОВА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ
ТА МОЛОДИХ УЧЕНИХ
«ПОЛІТ»

8-10 квітня 2009 року

Збірник тез

Київ
Видавництво Національного авіаційного університету
«НАУ-друк»
2009

УДК 001:378-057.87(063)

IX Міжнародна наукова конференція студентів та молодих учених «ПОЛІТ»: Збірник тез. – К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 520 с.

Матеріали наукової конференції містять короткий зміст доповідей науково-дослідних робіт студентів та молодих учених.

Розраховані на широке коло фахівців, студентів, аспірантів та викладачів.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Кулик М.С., ректора, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Харченко В.П., проректор з наукової роботи, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

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

Рекомендовано до друку вченою радою Національного авіаційного університету (протокол № 12 від 12.12.2008 р.).

УДК 681.32: 007.52(043.2)

О.С. Артюшенко, магістр; **О.В. Попов**, к.т.н.,
В.В. Нечипорук, к.т.н.

Національний авіаційний університет, Київ

АЛГОРИТМ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

При розробці алгоритму контролю технічного стану турбореактивного двокоптурного двигуна в умовах експлуатації приймається допущення, що до моменту ідентифікації несправностей або пошкоджень конструктивних вузлів проточної частини двигуна відомий портрет несправностей. Це означає, що система пройшла попереднє навчання і можливі стани несправного двигуна класифіковані [1].

У загальному вигляді алгоритм навчання мережі виглядає наступним чином:

1. Побудова математичної моделі робочого процесу конкретного екземпляра двигуна і її ідентифікація.
2. Формування масиву даних навчальної і перевіркової вибірок.
3. Розрахунок по математичній моделі робочого процесу двигуна діагностичних ознак. Кількість контрольованих параметрів залежить від контролепридатності газотурбінного двигуна і наявності або відсутності бортової системи контролю і діагностування, оскільки у ряду двигунів розрахунок деяких діагностичних ознак відбувається в автоматичному режимі із записом на магнітний накопичувач.
4. Побудова кореляційної матриці і визначення корелюючих ознак. Дана процедура дозволяє виявляти заздалегідь наявність незалежних параметрів, а також негативний вплив ефекту мультиколенарності.
5. Проведення факторного аналізу, побудова матриці чинників.
6. Проведення навчання моделі розпізнавання за допомогою учбової вибірки і провести перевірку по перевіірочній вибірці. Перевірка якості розпізнавання при використанні нейромережевого підходу, полягає у визначенні матриці вагів на вході між 1-м і 2-м шарами.
7. Аналіз результатів розпізнавання.

При формуванні початкових матриць слід підходити індивідуально до кожного типу газотурбінного двигуна, кількість можливих станів залежить від конструктивних особливостей об'єкту діагностування.

Результатом оцінки технічного стану об'єкту діагностування є розпізнавання несправностей конструктивних вузлів проточної частини двигуна, засноване на нейромережевої класифікації [1, 2].

Список літератури

1. Кучер А.Г., Дмитриев С.А., Попов А.В. Определение технического состояния ТРДД по данным экспериментальных исследований с использованием нейронных сетей и методов распознавания образов // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – Х.: – 2007. – № 10/46. – С. 153-164.
2. Попов А.В., Нечипорук В.В. Идентификация технического состояния проточной части газотурбинного двигателя по параметрам рабочего процесса // *Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції студентів та молодих учених „ПОЛІТ - 2007”*. Київ, 10-11 квітня. 2008 р. – К.: НАУ, 2008. – С. 8.

УДК 629.735.083.06

Д.А. Бондаренко, студент

*Слов'янський коледж Національного
авіаційного університету, Слов'янськ***ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ТЕХНІЧНОГО ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ
ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

Досвід експлуатації та аналіз причин аварійних подій показують, що безпека польотів повітряних суден (ПС) залежить від різних факторів, до яких можна віднести конструктивні особливості ПС, надійність АТ, професійну підготовку обслуговуючого персоналу та його кваліфікацію. На безпеку польотів (БП) чинять вплив рівень організації і забезпечення польотів і повнота інструкцій та керівництва з експлуатації, регламентів і технологій технічного обслуговування (ТО). Через всезростаючу складність нових ПС їх ТО стає критичною функцією. Технічний персонал, обслуговуючий сучасні ПС повинен мати обширні знання в галузі теорії будови систем, вміти виконувати складні перевірки і правильно тлумачити їх результати, забезпечувати ТО елементів, які відрізняються від клепанних металевих конструкцій, проявляти належне відношення до чутливих електронних та автоматичних систем. Керівні документи ІКАО і Державної авіаційної адміністрації України вимагають, щоб персонал, який обслуговує АТ, був високо освіченим і мав рівень підготовки інженера або еквівалентного йому спеціаліста. Таких спеціалістів різного рівня готують в авіаційних навчальних закладах України. Метою розробки є визначення можливостей, як внутрішніх так і зовнішніх, які в поєднанні з врахуванням людського фактору змогли б підняти якість БП.

Підготовка спеціалістів в навчальних закладах проводиться з застосуванням дидактичного матеріалу в поєднанні теоретичних занять і практичних навичок на робочому місці. Керівникам потрібно пам'ятати, що не всякий хороший технік може бути хорошим наставником. Зростаюча складність сучасних ПС призводить до необхідності збільшувати навчальний час для аудиторних занять. Так, для ТО складних механічних і електронних систем важливо забезпечити глибоке вивчення в класах принципів, на яких заснована робота таких систем. Тут також дуже важливо, щоб викладачі, які ведуть заняття в класах були добре підготовлені до виконання своїх задач. Для цього недостатньо просто присвоїти хорошему техніку звання вчителя. Він повинен бути не тільки спеціалістом в своїй галузі, а й знати методику викладання, тобто повинен знати, як ясно подавати інформацію, як організовувати зворотній зв'язок з слухачем, як визначити проблемні питання, як усувати допущені помилки при ТО. Циркуляр ІКАО 253-AN\151 дає декілька порад можливих дій з покращення комплектування свого штату технічним обслуговуючим персоналом, який має необхідну підготовку: підтримання якісної освіти в школах свого регіону, підвищення інформованості школярів про кар'єру технічних працівників, надання обладнання для авіаційних навчальних закладів, надання позик і стипендій перспективним студентам, розробка більш чітких програм підготовки і навчання та інші.

Якісна підготовка кадрів в поєднанні з врахуванням людського фактору можуть внести значний вклад в зведення до мінімуму помилок, які здійснюються людиною при технічному обслуговуванні.

УДК 53.088.228

О.В. Бондар, аспірант

Я.О. Смаковий, студент

Національний авіаційний університет, Київ

П'ЯТИКОМПОНЕНТНА ТЕНЗОМЕТРИЧНА СИСТЕМА ВАГОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ДЛЯ АЕРОДИНАМІЧНОЇ ТУРБИ ТАД-2 НАУ

Співвідношення між теорією та експериментом змінювалось на різних стадіях розвитку аеродинаміки, проте весь час відчувалась недостача експериментальних даних необхідних для більш плідного розвитку теорії.

Одним з основних вимірювальних засобів, що використовується при визначенні аеродинамічних характеристик об'єкту дослідження (ОД) при випробуванні їхніх моделей в аеродинамічних трубах, служать вагові інформаційно – вимірювальні системи. Вимірювання навантажень, що діють на ОД, проводиться з допомогою багатокомпонентних систем вимірювання аеродинамічних навантажень (БСВАН), які досить часто називають "аеродинамічними вагами" [1]. Широкого розповсюдження на сьогодні набули БСВАН, котрі використовують тензометричні ваги (ТВ) в якості засобу перетворення навантажень, що діють на ОД, в електричний сигнал. Перевагами ТВ такого типу виступають конструктивна компактність електромеханічної частини системи, висока швидкодія, достатньо висока точність та простота перетворення навантажень в електричний сигнал, що, в свою чергу, дозволяє ефективно використовувати сучасну електронну вимірювальну та обчислювальну техніку [2].

Подібну п'ятикомпонентну тензометричну систему (ТС) вагових випробувань розроблено для аеродинамічної труби ТАД-2 НАУ. Процес створення ТС складається з наступних етапів: проектування, конструювання, виготовлення, монтаж та налагодження, калібрування та дослідження ТС в умовах реального об'єкту.

Наведені результати по виконанню названих етапів створення ТС, а саме: на етапі проектування – схема, основні геометричні розміри; на етапі конструювання – технічне рішення ТС та підтримуюче обладнання; на етапі виготовлення – виготовлено ТС; на етапі калібрування – проведено попередню оцінку метрологічних характеристик даної системи. За результатами попередньої оцінки отримані калібрувальні формули по оцінці взаємовпливу компонент виду $N_i \cdot P_i$, а також отримані оцінки по роботі пружних елементів ТС, таких як – повзучість та гістерезис. Котрі дають змогу в першому наближенні оцінити метрологічні характеристики отриманої ТС. Показані подальші перспективи розвитку даної системи.

Список літератури

1. Дубов Б.С. Основы обеспечения качества испытаний в аэродинамических трубах. – М.: Бумажная Галерея, 2003. – 320 с.
2. Лавров М.Г., Левицкий Н.П., Постнов А.И. Автоматизированное конструирование внутримодельных аэродинамических тензометрических весов. – М.: Издательский отдел ЦАГИ, 1983. – 30 с.

УДК 621.891

Ю.Б. Бурбела, студент*Національний авіаційний університет, Київ***ТИТАНОВІ СПЛАВИ ТА ЇХ ТРИБОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Титанові сплави володіють унікальними фізико-хімічними властивостями, високою питомою міцністю і жароміцністю, корозійною стійкістю в атмосфері, морській воді та багатьох інших агресивних середовищах. Завдяки цьому їх широко використовують в аерокосмічній техніці, суднобудуванні, машинобудуванні, енергетиці, медицині та харчовій промисловості.

Проте вони характеризуються схильністю до високих іскроутворень при ударі, здатністю до холодного схоплювання при терті, мають великий коефіцієнт тертя і високу зносостійкість. Особливо це стосується деталей, які працюють в умовах фретинг корозії.

Довговічність ряду відповідальних деталей виготовлених із титанових сплавів може бути підвищена завдяки застосуванню спеціальних технологічних операцій або утворенням спеціальних захисних структур триботехнічного призначення. Такі структури можна отримати за допомогою електроіскрового легування (ЕІЛ) [1].

У зв'язку з цим, у роботі визначали вплив ЕІЛ на триботехнічні характеристики титанового сплаву ВТЗ-1.

Методика дослідження. Титанові зразки зміцнювали методом ЕІЛ на установці «Елітрон 21», в якості електродів використовували оксидні композиції ЦЛАБ-1, ЦЛАБ-2, ЦЛАБ-3, ЦБСАН. Випробування на фретинг-корозію проводили по стандартній методиці на установці МФК-1 в умовах: амплітуда коливань 100 мкм, частота 25 Гц, навантаження 20 МПа, кількість циклів $5 \cdot 10^5$.

Результати досліджень показали, що висока зносостійкість спостерігається у покриттів що отримані при легуванні електродами із композиційної кераміки. В цих умовах випробувань, зносостійкість титанових сплавів з покриттями збільшується в 1,5-3 рази у порівнянні з традиційними покриттями із твердого сплаву.

Висока зносостійкість композиційних покриттів обумовлена присутністю у їх структурі тугоплавких сполук титану і цирконію, які наряду з високою твердістю володіють стійкістю проти абразивного зношування, що виникає в контакті спряжених поверхонь у процесі фретинг-корозії.

Перспективними методами підвищення зносостійкості титанових сплавів в умовах фретинг-корозії є електроіскрове легування композиційними оксидними покриттями.

Список літератури

1. Подчерняева И.А. Электродные материалы для электроискрового легирования. – М.: Наука, 1988. – 223 с.

УДК 621-891; 621-762

О.А. Городиський, студент
Національний авіаційний університет, Київ

ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

Традиційною галуззю використання алюмінієвих сплавів являється літако- та ракетобудування. Різноманітність силових, контактних, температурних, корозійних та інших умов роботи деталей різних вузлів, систем і агрегатів ПС і авіаційних ГТД призводить до багатьох процесів, які особливо відбуваються на поверхні деталей, утворюючи різні за характером походження дефекти. Тому зносостійкість можна віднести до основних недоліків Al-сплавів.

У зв'язку з цим, поверхнєве зміцнення алюмінієвих сплавів являється актуальним.

Мета поточного дослідження – вивчення впливу різних методів поверхневого зміцнення на зносостійкість алюмінієвого сплаву.

Аналіз численних досліджень і результатів власних робіт дозволяє визначити такі основні способи створення захисних структур триботехнічного призначення:

- зміна структури поверхневого прошарку зовнішнім механічним впливом без зміни його хімічного складу;
- зміна структури поверхневого прошарку легуванням його різними хімічними елементами;
- нанесення на поверхню тертя покриттів;
- комбінація перерахованих вище методів.

Основний метод створення на виробі структур з потрібними триботехнічними характеристиками шляхом механічного впливу на їхні поверхнєві прошарки без зміни хімічного складу – поверхнєве пластичне деформування (дорнування; карбування; обкатування і накатування роликми; гідроструминна і гідроабразивна обробка та ін.).

Метод механо-термічної обробки – електродеформаційного зміцнення передбачає поєднання термомеханічної обробки з поверхневим легуванням. Також широко застосовуються методи хіміко-термічної обробки, зокрема цементація, азотування, хромування; газотермічні методи (газополумєнєве, плазмове і детонаційне напилення, електродугова металізація), які ґрунтуються на єдиному принципі формування захисного прошарку з дискретних частинок матеріалу, нагрітих і прискорених струменем високотемпературного газу; потужний метод модифікування поверхневих прошарків вузлів тертя – іонна імплантація; електроіскрова, лазерна обробка. Новим кроком в розвитку лазерної технології поверхневого зміцнення є створення адаптуючих, «інтелектуальних» покриттів триботехнічного призначення, здатних до самовідновлення при діях зовнішніх впливів, що повторюються.

Проведений аналіз дефектів деталей авіаційної техніки показав, що зміцнення поверхневих прошарків деталей сприяє підвищенню їхньої твердості, поверхневої тривкості, зносостійкості, згладжуванню мікронерівностей, працездатності та інших триботехнічних властивостей Al-сплавів.

Показано, що використання різних методів поверхневого зміцнення алюмінієвих сплавів від 1,5 до 3 раз підвищує їх зносостійкість.

УДК 665.7.035.5(043.2)

О.О. Колбасюк, студент

*Слов'янський коледж Національного
авіаційного університету, Слов'янськ***ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ
ЗАКРИТОГО СПОСОБУ ЗЛИВУ ТА НАЛИВУ НАФТОПРОДУКТІВ**

Актуальною проблемою при використанні нафтопродуктів є забезпечення якості процесів транспортування, зберігання, наливання, зливання в резервуари і заправлення техніки, що може супроводжуватися втратами продукту. Як правило, втрати залежать від властивостей палив та зовнішніх факторів, таких, як температура навколишнього середовища, атмосферний тиск і т.п. Звичайно, існують інші види втрат, наприклад протікання і розбризкування нафтопродукту, однак, за даними досліджень, приблизно 75% втрат рідких нафтових палив приходить на випаровування. В існуючому циклі „налив - транспортування - зливання - зберігання – заправлення”, втрати від випаровування бензину досягають 1,5 - 2,0% від реалізованого обсягу. Крім втрат нафтопродуктів при транспортуванні („малі дихання”), і проведенні зливо-наливних операцій („великі дихання”), випаровування підвищують пожежонебезпеку проведених технологічних операцій і приводять до забруднення повітряного басейну і погіршенню стану навколишнього середовища. За даними досліджень, випаровування автомобільного бензину, при його транспортуванні можуть досягати 0,01кг, а при проведенні зливо-наливних операцій 0,71кг на 1м³ місткості цистерни. Найбільші випаровування спостерігаються у випадку відкритого наливання в літню пору, за рахунок розігріву порожньої автоцистерни. Крім того, при транспортуванні нафтопродуктів в автоцистернах, може мати місце збільшення випарів через несправності дихальних клапанів і нещільно закритих наливних горловин. Проведені дослідження й випробування показують, що ефективним способом, що дозволяє знизити випаровування і підвищити швидкість наливання, є застосування закритого (нижнього) наливу. Застосування ж системи збору (рекуперації) парів нафтопродуктів при їхньому зливі в резервуари автозаправних станцій і комплексів, при правильному її використанні, здатна, за даними Американського Інституту Нафти (API), зібрати і згодом переробити до 95% парів нафтопродуктів, що викидаються в атмосферу. Однак слід зазначити, що основним ефектом від впровадження системи збору (рекуперації) парів нафтопродуктів є не тільки скорочення втрат, але і, у першу чергу, підвищення екологічної і пожежної безпеки в містах з розгалуженою мережею АЗС. Необхідно відзначити, що нафтоналивні термінали повинні бути оснащені наливними стояками для закритого (нижнього наливу) і пристроями для запобігання переповнення автоцистерни, пов'язаними з установленими на автоцистерні датчиками. Крім цього нафтоналивні термінали, для забезпечення замкнутості системи збору парів нафтопродуктів, повинні бути оснащені рекупераційною установкою. Впровадження закритого (нижнього) способу наливу, а також системи рекуперації парів нафтопродуктів особливо актуально в умовах великого мегаполіса, що характеризується розвинутою мережею автозаправних станцій і комплексів, великою кількістю транспортних засобів і тим самим значним споживанням нафтопродуктів.

УДК 331.101.3:658.336(043.2)

Д.Ю. Ліннік, студент

*Слов'янський коледж Національного
авіаційного університету, Слов'янськ*

ЗАСТОСУВАННЯ АСПЕКТІВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Людський фактор одне з центральних понять, яке використовується при розгляді проблеми забезпечення безпеки польотів. В результаті технологічного прогресу ТО число авіаційних пригод в теперішній час з відмов авіаційної техніки скоротилося. Одночасно число авіаційних пригод обумовлених різними помилками, порушеннями і упущеннями авіаційним персоналом збільшилося. Під людським фактором розуміють сукупність фізичних і психологічних властивостей особистості, які впливають на результати його діяльності. В сучасній педагогічній технології впровадження фундаментальних концепцій людського фактора в навчально-виховний процес у вищих навчальних закладах стає все більше актуальною. Метою дослідження є висвітлення шляхів формування психологічних і моральних якостей особистості, прищеплення спеціальних практичних навичок і умінь при вивченні програмного матеріалу з конструкції і технічного обслуговування авіаційної техніки. Розуміння причин помилкових дій авіаційного персоналу є головним напрямом досліджень і розробки профілактичних заходів щодо попередження авіаційних пригод. Необхідність впровадження концепцій людського фактора в навчальний процес диктується дидактичними принципами навчання, виховними задачами, підготовкою студентів до практичної діяльності. Застосування аспектів людського фактора в навчальному процесі відповідає вимогам ІКАО і Державної авіаційної адміністрації України, що являється одним із стратегічних напрямків впливу на людський фактор з точки зору зменшення помилок при ТО ПС. Зміст і форми навчальної роботи зі студентами повинні забезпечити необхідний теоретичний і практичний рівень спеціальної підготовки майбутніх фахівців, сприяти самовдосконаленню та самореалізації у професійній діяльності. Тому навчальний матеріал спрямовується на розширення об'єму знань студентів, інтегрування, узагальнення предметного змісту. З метою кращого розуміння проблем, пов'язаних з людським фактором, пропонується використовувати в навчальному процесі моделі людського фактору, які концептуально описують взаємодію людини з об'єктами, процедурами, середовищем в виробничій діяльності. Застосування моделей сприяє поглибленому ознайомленню з науковими основами виявлення чинників небезпеки людини, а також закладає фундамент для комплексного розуміння і рішення проблем студентами щодо попередження помилок при виконанні професійних обов'язків. Побудова змісту авіаційної освіти з елементами людського фактора передбачає створення проблемних ситуацій, моделювання та розв'язання виробничих проблем в навчальному процесі. У процесі опрацювання програмного матеріалу з К і ТО АТ з елементами людського фактора застосовуються дидактичні матеріали та аудіовізуальні засоби навчання. Застосування концепцій людського фактора є важливою умовою усвідомленого навчання, яке забезпечує формування інтелектуально розвинутого фахівця, оскільки механізми інтелекту визначають його можливості щодо побудови адекватних варіантів у конкретних ситуаціях виробничій діяльності. Таким чином, базовим елементом освіти студентів повинні стати знання, які сприяють розумінню чинників небезпеки в авіаційній діяльності, опануванню системою сучасних ефективних методів попередження та запобігання помилкових дій при технічному обслуговуванні повітряних суден.

УДК 629.735.083.06

Д.В. Попов, аспірант

Національний авіаційний університет, Київ

ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВИРОБІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Програма технічного обслуговування (ТО) призначена для визначення обсягу робіт з технічного обслуговування авіаційної техніки (АТ), які будуть забезпечувати задані показники безпеки і регулярність польотів при мінімальних експлуатаційних витратах згідно стандартів АТА-100 і АТА-2200, MSG-3R2 та Авіаційних правил України. Формування програм ТО виробів АТ є складний процес який враховує комплекс характеристик властивостей об'єктів експлуатації.

Розробник повітряного судна (ПС) забезпечує експлуатантів інформацією для планування ТО, яка необхідна для забезпечення безпеки польотів.

Експлуатантам надається право, в рамках обмежень сертифікаційних вимог, в частині забезпечення «заходів для збереження льотної придатності» самостійно вирішувати питання обсягу та періодичності виконання робіт з ТО, враховуючи власні засоби діагностування, технічне оснащення організації та регіональні умови експлуатації.

Для оптимізації рішень з ТО АТ необхідна інформація про властивості об'єктів експлуатації, які мають специфічні особливості й різну інформаційну забезпеченість, що вимагає необхідність використовувати нові методологічні підходи при формуванні програм.

У роботі в якості основи урахування комплексу характеристик виробів АТ пропонуються спеціальні процедури оцінки властивостей виробів АТ з використанням принципу «предписаних рішень», який призначено для практичного використання в умовах високої ступені невизначеності.

Принциповою особливістю даного підходу є можливість дослідження ефективності використання виробів АТ на основі якого можна визначити найбільш раціональні шляхи конструктивного вдосконалення виробів і здійснити найбільш близький до оптимального вибір режиму їхнього технічного обслуговування.

Використання апіорних інтервальних оцінок показників з наступним обчисленням апостеріорних оцінок, дає можливість послідовного рішення завдань, що лежить в основі адаптивного процесу формування й коригування програм ТО виробів АТ, залежно від точності й вірогідності доступної інформації.

Список літератури

1. Дмитрієв С.О., Бурлаков В.І., Салімов Р.М. Концептуальні положення збереження льотної придатності повітряних суден України. Сб. науч. тр. «Сучасні авіаційні технології». Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції «ABIA-2002». – Т. 3. – К.: НАУ, 2002. – 157 с.
2. Бурлаков В.І., Попов Д.В., Попов О.В. Метод керування процесами проектування й технічної експлуатації авіаційної техніки. Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції «ABIA-2006». – Т. 1. – К.: НАУ, 2006. – 312 с

УДК 621.891: 621.762

Е.П. Пугачевская, аспирант

*Национальный авиационный университет, Киев***КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ДИБОРИДА
ТИТАНА-ХРОМА С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКОЙ NI-CR**

В отечественной и мировой практике исследовательский и коммерческий интерес направлены на разработку износостойких композиционных материалов и покрытий на их основе для работы в экстремальных условиях эксплуатации (повышенные нагрузочно-скоростные параметры, температура, агрессивная среда).

Актуальным является разработка новых композиционных материалов (КМ) на основе тугоплавких боридов, которые бы удовлетворяли современным требованиям эксплуатации и вместе с тем были конкурентоспособны в условиях рыночной экономики.

Целью данной работы была разработка и изучение физико-механических свойств композиционных материалов на основе $TiCrB_2$ с металлической связкой Ni-Cr.

Для выбора структурных составляющих композиционного материала были проведены исследования контактного взаимодействия диборида титана-хрома с металлическими сплавами Ni-Cr. В результате исследований был получен оптимальный состав металлической связки для КМ Ni-15%Cr, при котором образуются нулевые контактные углы смачивания и не происходит активного химического взаимодействия между элементами материала с образованием новых химических соединений.

Композиционный материал получали методами порошковой металлургии, в частности, спеканием в печи СШВ при температуре 1550°C в вакууме с выдержкой 1 час. Были получены КМ трех составов - ТБХН30, ТБХН40 и ТБХН50 с 30, 40, и 50 мас. % металлической связки соответственно.

Микрорентгеноспектральный анализ разработанных композиционных материалов проводился на электронном микроскопе Camebax SX-50. Анализ показал, что композиционный материал имеет мелкодисперсную структуру с равномерным распределением элементов в ней.

Были определены физико-механические свойства КМ: твердость по Роквеллу, микротвердость, предел прочности при изгибе, износостойкость и коэффициент трения. Твердость по Роквеллу и микротвердость плавно снижаются с увеличением содержания металлической связки в композиционном материале, тогда как предел прочности при изгибе наоборот возрастает. Что касается износа материала, то данный процесс также напрямую связан с содержанием металлической связки в КМ – с ее увеличением, износ возрастает. Проведен сравнительный анализ исследуемых материалов и стандартного твердого сплава ВК6. Композиционный материал на основе диборида титана-хрома не уступает по физико-механическим свойствам твердому сплаву ВК6, а с точки зрения экономичности использования превосходит его в несколько раз.

Разработанный композиционный материал является перспективным, а его дальнейшее изучение имеет как научный, так и практический интерес.

УДК 331.101:629.375(045)

Я.А. Резник, аспірант

*Национальный авиационный университет, Киев***ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРА ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЕНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ ПОИСКОВЫХ ПОЛЕТОВ**

Поисковые полеты являются самой важной частью поисково-спасательных операций (ПСО) – от качества и скорости полета зависит выживание людей при авиационных происшествиях (АП).

Для выявления влияния характера подстилающей поверхности на качество выполнения визуальных поисковых полетов нами проведено моделирование типовой ситуации, возникающей в случае АП в горах. Для моделирования места АП использовался полиэкранный компьютерный тренажер, в основу которого положен модифицированный пакет программ FSX, включающий математические модели поисковых вертолетов Bell 206B и Ми-8, 3D-модели потерпевшего аварию 2-х моторного реактивного самолета Learjet 45 и его обломков, специальные текстуры поврежденных деревьев и прочих атрибутов, придающих необходимый реализм месту АП. При моделировании места АП за основу взят Карпатский регион Украины, для удобства восприятия местности в данной статье рассматривается летнее время. В зависимости от поставленной задачи время года, время суток, метеословия, могут изменяться в широком диапазоне.

В ходе исследования были графически определены величины «мертвых зон» Bell 206B и Ми-8. Как показали расчеты, при одинаковой высоте полета вертолет Ми-8 имеет значительно большую «мертвую зону» за счет подвесных топливных баков и относительно небольших размеров иллюминаторов. Выяснилось также, что величина «мертвых зон» и зон обзора будет зависеть от характера подстилающей поверхности – при движении вертолета в горной местности над понижающимися склонами вероятность обнаружения обломков воздушного судна (ВС) меньше, чем над повышающимися склонами.

В соответствии с принятой легендой АП, аварийная радиостанция и модель упавшего ВС разнесены на относительно большое расстояние, что позволяет экипажу поискового вертолета перейти от радиотехнического к визуальному поиску, выбрать вариант траектории поискового полета. Для количественного анализа ситуации нами было выполнено 12 экспериментальных полетов по 2-м наиболее характерным траекториям (полет типа «расширяющийся квадрат» и спиральный (контурный) облет горы). Из данных средств объективного контроля мы имели возможность записать высоту рельефа местности и высоту полета.

В целом результаты исследования подтвердили результаты теоретических расчетов, что при полете по расширяющемуся квадрату качество осмотра подстилающей поверхности значительно ниже, чем при спиральном облете горы.

Также анализ совместной деятельности летного экипажа и персонала спасательной парашютно-десантной группы (СПДГ) в режиме реального времени показал, что для повышения эффективности работы персонала СПДГ в программу подготовки спасателей необходимо включить компьютерное моделирование поисковых полетов с варьированием времени года и времени суток.

УДК 829.7

О.С. Рибальченко, аспірант

Національний авіаційний університет, Київ

КОНЦЕПЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ НЕСТАЦІОНАРНОГО РУХУ ЛІТАКА НА ЛІТАЮЧІЙ МОДЕЛІ

Суттєвого значення для подальшого розвитку експериментальної аеродинаміки набуває потреба поглибленого моделювання складних фізичних явищ, пов'язаних з нестационарними течіями та турбулентністю. Необхідність розширення галузі досліджень, у яких ефекти нестационарності мають домінуюче значення, виникла порівняно нещодавно.

Досвід створення експериментальних зразків літальних апаратів підтверджує, що дуже важливим етапом є перевірка їх льотно-технічних характеристик на спеціальних літаючих моделях.

Вільнолітаюча, динамічно подібна модель літака є автономним, безпілотним науково-дослідним літальним апаратом багаторазового використання, що здатний виконувати дистанційно-керований або автоматичний політ за заданою програмою та забезпечувати запис отриманої у польоті інформації на бортовий накопичувач.

Основними критеріями подібності для такої моделі що літає на невеликих швидкостях є числа Re , M та Sh .

Одним з найважливіших критеріїв є критерій Струхаля, що дозволяє отримати подібність при дослідженні періодичних процесів, якими власне і є процеси нестационарні.

Нещодавно метод вільнолітаючих моделей вважався прийнятним лише при проведенні окремих наукових досліджень, а не для систематичних випробувань з дослідження явищ нестационарності.

Найбільш прийнятним для наших цілей ми вважаємо використання моделей, що за допомогою тросових підвісок отримують п'ять ступенів свободи (за виключенням поступального руху в поздовжньому напрямку). При цьому модель має бути дистанційно керованою за певною програмою.

Під час експерименту повинні реєструватись наступні параметри: кут крену, кут атаки, кути відхилення рульових поверхонь, підйомна сила, лобовий опір та поздовжній момент. Відповідно на моделі повинні бути встановлені всі необхідні датчики та система запису інформації з них.

Також модель повинна мати можливість виконувати ту ж саму польотну програму не тільки в аеродинамічній трубі, а й у вільному польоті з записом аналогічних параметрів.

УДК 621-891

І.С. Сміян, аспірант

*Національний авіаційний університет, Київ***ДЕФЕКТИ ГАЗОПРОВОДІВ, ЗАПІРНОЇ АРМАТУРИ ТА ДЕТАЛЕЙ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ**

Газотранспортна система України (ГТС) на сьогодні є одним з найбільших надбань держави, основним елементом нафтогазового комплексу країни, гарантом її енергетичної безпеки. Вона складається з 37,6 тис. км газопроводів різного призначення та продуктивності, 73 компресорних станцій із 110 компресорними цехами, де встановлено 703 газоперекачувальні агрегати загальною потужністю 5,4 тис. МВт, 1607 газорозподільних станцій, 13 підземних сховищ газу загальною місткістю за активним газом понад 32,0 млрд. м³ та об'єктів інфраструктури.

На сьогодні близько 29 % газопроводів відпрацювали свій амортизаційний термін, майже 60 % експлуатуються від 10 до 33 років. Майже третина із 703 ГПА КС виробила свій моторесурс або близька до цього і потребує реконструкції.

Система газопостачання природного газу для внутрішніх споживачів, тиском до 1,2 МПа, також має значний ступінь зносу і, крім цього, експлуатується в складних умовах інженерної інфраструктури населених пунктів. Так, 11,6 тис. км розподільчих газопроводів (або близько 7 %) та 4,9 тис. газорегуляторних пунктів (або близько 14%) вже відпрацювали свій амортизаційний термін.

Враховуючи надзвичайну важливість газотранспортної системи для України та її сучасний незадовільний технічний стан, доволі незвично, що майже не проводиться робота з вивчення та аналізу дефектів як лінійної частини трубопроводів, так і елементів, розташованих на ній.

На сьогодні достатньо описані лише проблеми корозії трубопроводу та його елементів, а також питання, що стосуються особливостей зношування при експлуатації деталей та вузлів газоперекачуючих агрегатів, особливо якщо їх основою є переобладнані газотурбінні двигуни вітчизняних літакобудівників.

Дана робота присвячена аналізу основних видів дефектів газопроводів, запірної арматури та деталей компресорних станцій. Дефекти класифіковано у відповідності до вузлів та деталей, в яких вони виникають.

Проведений аналіз дефектів перерахованих вузлів дозволив визначити основні характерні для них види зношування. Так для лінійної частини газопроводу характерними є корозійне та ерозійне (газоабразивне) зношування, для запірної арматури, крім перерахованих, характерне абразивне зношування та у випадках фланцевого з'єднання при великих вібраціях – фреттинг-корозія. Також проаналізовані дефекти деяких деталей компресорних станцій, зокрема лопаток турбіни, для яких характерними є ерозійне та втомне зношування. Особливу увагу в даній роботі приділено саме дефектам від газоабразивного зношування лінійної частини газопроводу, його фасованих частин, а також запірної арматури.

Оскільки ця проблема практично не розглядалася раніше, аналіз даних дефектів є надзвичайно актуальним та може послужити надійною основою для створення зміцнюючих технологій з метою підвищення надійності та довговічності зазначених деталей.

УДК 621.891

М.С. Стороженко, аспірант
Національний авіаційний університет, Київ

РОЗРОБКА ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ДИБОРИДУ ТИТАНУ-КАРБІДУ КРЕМНІЮ

Ефективним рішенням проблеми підвищення ресурсу роботи деталей машин є нанесення на їх робочі поверхні зносостійких покриттів з гетерофазною структурою. Перспективними є композиційні покриття на основі тугоплавких сполук, які поєднують в собі твердість і міцність кераміки з пластичністю металів. При використанні керамічних композиційних покриттів в умовах сухого тертя важливим є вибір таких фазових складових композиту, які би забезпечували формування в зоні трибоконтакту вторинних структур в вигляді захисних плівок, що перешкоджають схватуванню поверхонь тертя.

Для нанесення покриттів широко використовуються тугоплавкі сполуки титану. Диборид титану, який має високі фізико-механічні і експлуатаційні властивості, є перспективним матеріалом для нанесення покриттів. Для покращення зносо- та жаростійкості до матеріалу додавали карбід кремнію. Для вибору металевої зв'язки на основі нікелю проводили змочування в системі $(\text{TiB}_2\text{-}20\text{SiC})\text{-(Ni-Cr)}$. Нульові контактні кути при змочуванні та відсутність активної хімічної взаємодії між компонентами спостерігаються при використанні сплаву Ni-20%Cr, який є оптимальною металічною зв'язкою для композиційних матеріалів на основі $\text{TiB}_2\text{-SiC}$.

Покриття з розроблених композиційних матеріалів наносили методом електроіскрового легуванням сталі 30ХГСА. Використовували спечені електроди на основі дибориду титану-карбиду кремнію з різним вмістом металевої зв'язки Ni-Cr: ТБКНХ20 – 20% мас.; ТБКНХ30 – 30% мас.; ТБКНХ40 – 40% мас. Товщина покриттів становила 140-160 мкм. Рентгенофазовий аналіз покриттів показав, що поверхня насичена тугоплавною фазою TiB_2 , SiC та металевим сплавом Ni-Cr. Мікротвердість покриттів H_d плавно зменшується по глибині в напрямку до основи.

Триботехнічні параметри (коефіцієнт тертя та інтенсивність зношування) визначали на машині МТ-68 по схемі вал-вкладиш в умовах сухого тертя. Коефіцієнт тертя матеріалів зменшується зі збільшенням швидкості ковзання від 5 до 15 м/с при навантаженнях 6 МПа та 10 МПа. Інтенсивність зношування покриттів при $P=6$ МПа становить для ТБКНХ20 $3.3 - 5$ мкм/км; для покриття ТБКНХ40 $I = 3.0 - 3.85$ мкм/км; для ТБКНХ30 $I = 2.4 - 3.9$ мкм/км. При збільшенні навантаження до $P=10$ МПа інтенсивність зношування істотно не змінюється. Найменшу інтенсивність зношування при такому навантаженні має покриття ТБКНХ30 – $2.5\text{-}3.9$ мкм/км. Ці результати практично не поступаються по зносостійкості електроіскровим покриттям з ВК-6 на сталі 30 ХГСА – $I = 2.3 - 3.3$ мкм/км при таких же умовах.

Таким чином, виходячи з властивостей покриттів, розроблені композиційні матеріали рекомендуються для зміцнення деталей, що працюють в умовах інтенсивного зношування.

УДК 62-565:621.838.16(043.2)

О.М. Суліман, аспірант,

О.А. Гуменюк, студент

*Слов'янський коледж Національного
авіаційного університету, Слов'янськ***ЗАСТОСУВАННЯ ІНЕРЦІЙНИХ АКУМУЛЯТОРІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ
ВТРАТИ ЕНЕРГІЇ В ТРАНСМІСІЯХ АНТ**

Актуальною задачею сучасності у всіх галузях промисловості, виробництва та транспорту є раціональне використання енергії та енергоресурсів. Особливо це стосується транспорту, оскільки перевезення потребує великих затрат енергії. Складні умови експлуатації сучасних машин різко підвищили вимоги щодо якості перевезень та ефективності виконаної роботи. Уже відомо, що будь-яке тіло, що рухається, являється носієм кінетичної енергії. Так, наприклад, кожний кілограм маси автомобіля, що рухається із швидкістю 100 км/год, накопичує 385 Дж енергії, а літак, який летить із швидкістю 1000 км/год, накопичує 38500 Дж енергії, космічний корабель, який має швидкість 10 км/с, що дорівнює 50 млн. Дж - це ідеальні акумулятори енергії, оскільки густина енергії їх набагато більша від густини енергії найкращих електричних акумуляторів.

В останні роки все частіше зустрічається застосування на різних видах транспорту інерційних акумуляторів. По цій причині було прийнято рішення проаналізувати, як застосування інерційних акумуляторів на машинах зменшує втрати теплової енергії під час зміни руху та дозволяє її більш ефективно використовувати.

Суть методу застосування інерційних акумуляторів зводиться до наступного: автономне джерело енергії, що може перетворювати чи акумулювати енергію і при необхідності витратити її з потрібною інтенсивністю, при чому габарити й маса повинні бути якомога менші. Інерційний акумулятор енергії – це пристрій, який дозволяє накопичувати енергію, зберігати та ефективно її використовувати без перетворення.

Об'єктом дослідження в даному випадку вибраний маховик трансмісії машин, який можна використовувати як інерційний акумулятор енергії. Маховик за рахунок своєї маси здатний розвивати велику потужність; така система характеризується великим запасом механічної енергії, яка притаманна тільки механічним акумуляторам, має високий ККД, єдиний із акумуляторів, здібний ефективно використовувати (рекупірувати) механічну енергію машини на спусках та при гальмуванні. Експерименти проводились на різних видах транспорту. Вони показали, що системи інерційних акумуляторів можуть застосовуватись з більшою ефективністю, ніж теплові двигуни різних типів на громадському міському транспорті (автобусах, рейковому та безрейковому електротранспорті), транспорті спеціального призначення (аеродромному, поштовому).

Таким чином, проведені експериментальні дослідження дозволяють зробити висновок, що інерційні акумулятори енергії ефективно працюють в інерційно обертальному русі, а лінійна швидкість руху маховика повинна бути максимально високою при умові статичної та динамічної збалансованості всього акумулятора.

Також було встановлено принцип постійності кінетичної енергії машини, який вирішує проблему шкідливого впливу інерції циклічно працюючих машин.

УДК 621.891

О.С. Супрунович, аспірант

О.В. Косянчук, студент

Національний авіаційний університет, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНІЄВОГО СПЛАВУ МЛ-5

Однією з актуальних задач сучасного машинобудування є підвищення триботехнічних характеристик перспективних конструкційних матеріалів. Особливе місце серед таких матеріалів займають сплави на основі магнію завдяки їх високій питомій міцності, питомій жорсткості, хорошим демфуючим характеристикам, і головне – низькій густині, що складає 65-70 % густини промислових алюмінієвих сплавів [1].

На відміну від інших конструкційних матеріалів, таких як сталь, титан та алюміній, для яких розроблено значну кількість технологій поверхневого зміцнення, для магнієвих сплавів можливість застосування таких технологій тільки досліджується.

Промисловий магнієвий МЛ-5 сплав застосовується в авіабудуванні для виготовлення таких деталей як диск втулки обтікача повітряного гвинта, блоки циліндрів гальм, які застосовується в літаках Ан-32, -72, -74 та інші деталі корпусного типу.

Як показує аналіз дефектів деталей з магнієвих сплавів, основними причинами відбракування та відправки деталей на ремонт є зношення контактних поверхонь, втомне руйнування, відколи, тріщини та ін. Ці деталі працюють в умовах вібрації, впливу знакозмінних навантажень та зовнішнього середовища, а отже такий матеріал має відповідати високим вимогам.

Дана робота присвячена дослідженню впливу поверхневого зміцнення магнієвого сплаву МЛ-5 методом електроіскрового легування електродами, розробленими в НДІ ІПМ НАНУ [2] на його триботехнічні характеристики.

Як показали дослідження, магнієвий сплав МЛ-5 добре піддається поверхневому зміцненню, внаслідок чого на його поверхні утворюється зносостійке покриття матричної структури на основі магнію, армоване тугоплавкими з'єднаннями та оксидними фазами з градієнтним розподіленням фазових складових. Зносостійкість зміцненого матеріалу підвищується в 1-4 рази в порівнянні з чистим матеріалом [3].

Список літератури

1. Волкова Е.Ф. Современные деформируемые сплавы и композиционные материалы на основе магния // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2006. – № 11. – С. 5-9.
2. Подчерняева И.А. Электродные материалы для электроискрового легирования. – М.: Наука, 1988. – 223 с.
3. Лабунец В.Ф., Супрунович О.С., Тит В.А. Износостойкость магниевых сплавов в условиях абразивного изнашивания // *Проблеми тертя та зношування*. – 2008. – Вип. 50. – С. 95-101.

УДК 658.012 (043.2)

С.Ю. Качур, студент; А.С. Височанський, студент;

О.В. Корнієнко, студент

*Національний авіаційний університет, Київ***ОСОБЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ
ПРИ ПЛАНУВАННІ МОДЕРНІЗАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

З часом авіаційна техніка морально та технічно старіє. Тож модернізація її парку є основою технічної політики всіх авіаційних держав. Ефективність проведення модернізації авіаційної техніки в значній мірі залежить від найбільш повної деформалізації завдання розподілу ресурсів при її плануванні, рівня адекватності моделей процесів модернізації та достовірність отриманих результатів. Створення адекватних моделей процесів модернізації АТ потребує, в першу чергу, повного урахування всіх ресурсів, направлених на виконання основних робіт та їх характеристик, а також всіх вагомих зв'язків та законів управління. Основним завданням, що вирішується в даній роботі є мінімізація додаткових витрат шляхом виключення умов невизначеності.

У процесі виконання модернізації авіаційної техніки часто виникають різні непередбачені події, пов'язані з додатковими витратами ресурсів і фінансових засобів, втратами робочого часу. Це зумовлено неповнотою та неточністю вихідної інформації при прийнятті рішень, імовірнісним характером майбутніх подій, мінливим зовнішнім оточенням і внутрішнім середовищем проекту. Для досягнення основних цілей та результатів проекту модернізації АТ з мінімальними витратами необхідне застосування сучасних технологій управління проектами та ризиками.

Основними взаємопов'язаними задачами, що вирішуються в рамках керування проектом модернізації парку АТ, є такі, як: дотримання директивних термінів завершення проекту; раціональний розподіл матеріальних ресурсів і виконавців між задачами проекту, а також за часом; своєчасна корекція вихідного плану проведення модернізації парку АТ відповідно до реального стану і т.д.

У ході виконання робіт проекту необхідно проводити постійний моніторинг проектних ризиків на предмет виявлення нових і зміни рівня виділених ризиків проекту. Для знову виниклих проектних ризиків слід провести ідентифікацію та аналіз, визначити рівень їхнього негативного впливу, розробити заходи щодо реагування. Також у процесі моніторингу і управління проектними ризиками здійснюють відстеження ідентифікованих ризиків проекту, контроль виконання заходів щодо реагування на несприятливі події.

Тож з метою урахування ризиків, їх необхідно представити у кількісному вигляді. Для цього скористаємось методами математичного моделювання, комбінованими з моделями ризиків.

УДК 656.7.01:62.001.7 (043.2)

А.С. Височанський, студент; **С.Ю. Качур**, студент;

О.В. Корнієнко, студент

Національний авіаційний університет, Київ

ВИБІР І ФОРМУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН В СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

На сьогоднішній день вибір повітряного судна (ПС) без попереднього проведення порівняння всіх існуючих зразків є неможливим. Визначення порівняльної оцінки представляє собою складну задачу, для вирішення якої необхідно мати повний комплекс вихідних даних про ПС, високу професійну компетенцію експертів та особи, яка приймає рішення (ОПР), та розроблену методичну базу для обґрунтування прийняття рішень.

Етапу прийняття рішення передують моделювання проблемної ситуації, що складається з таких складових: вибір критеріїв, формування допустимих альтернатив, створення моделей, які забезпечують визначення показників привабливості альтернатив.

Метою даної роботи є розробка методики по вибору критеріїв при проведенні порівняльної оцінки ПС цивільної авіації та розробка бази даних критеріїв.

Під критерієм розуміємо істотні властивості і фактори, які використовуються для судження про альтернативи, для їх оцінки якості з урахуванням впливу зовнішнього середовища і обмежених ресурсів.

Проведена робота дає наступні результати: зменшує похибку на етапі вибору критеріїв; прискорює процес прийняття рішення.

Список літератури

1. *Коломеец, Ф.Г.* Основы системного анализа и теории принятия решений: пособие для исследователей, управленцев и студентов вузов. – Мн.: Тесей, 2006. – 320 с.
2. *Семенов С.С., Харчев В.Н., Иоффин А.И.* Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники. – М.: Радио и связь, 2004. – 552 с.
3. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

УДК 629.735.072.8.08:681.3 (043.2)

О.В. Корнієнко, студент; С.Ю. Качур, студент;

А.С. Височанський, студент

Національний авіаційний університет, Київ

АЛГОРИТМИ ВИБОРУ СУЧАСНИХ СТАНДАРТІВ УПРАВЛІННЯ В КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

У зв'язку з впровадженням в Україні сучасних корпоративних інформаційних систем (КІС) виникає завдання з їх обґрунтованого вибору та придбання. Це потребує розробки необхідної процедури порівняльної оцінки та вибору сучасних стандартів управління в КІС. Обґрунтований вибір зразків складних технічних систем (СТС) дозволяє знайти найкращий зразок, який найбільш відповідає вимогам Замовника, та забезпечує заданий рівень витрат на його придбання та експлуатацію.

Проведення порівняльної оцінки та обґрунтування вибору стандартів управління представляє собою складну задачу, для вирішення якої необхідно мати основні показники техніко-економічної оцінки з їхніми ваговими коефіцієнтами, повний комплекс характеристик порівнювальних зразків та їхні значення, а також алгоритми порівняльної оцінки та вибору оптимального стандарту управління.

На цей час існує ряд методів, які можливо застосувати для порівняльного аналізу сучасних стандартів управління [1]. Одним із підходів для вирішення завдання порівняльної оцінки є підхід, який базується на застосуванні методу аналізу ієрархій (МАІ) [1].

Розроблений алгоритм може бути основою для розробки відповідної методики та створення автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (СППР) із порівняльної оцінки та вибору оптимального стандарту управління. Створення такої СППР дозволяє забезпечити оперативне вирішення завдань з порівняльної оцінки та вибору стандартів управління, підвищити достовірність результатів та запобігти витрат на невірні рішення.

Запропонований в роботі алгоритм вибору сучасних стандартів управління в КІС включає в себе такі компоненти, як формування набору альтернатив, системи критеріїв та проведення оцінки альтернатив за вибраними критеріям. Загальна схема вирішення завдання порівняльного аналізу варіантів СТС включає в себе п'ять основних етапів: формування структури показників оцінки, визначення показників ваг, відбір об'єктів для порівняльного аналізу, аналіз по кожному інтегральному показнику, фінальний аналіз.

Список літератури

1. Самков О.В. Методичний підхід до вирішення задачі порівняльної оцінки і вибору варіантів модернізації повітряних суден по сукупності кількісно-якісних показників// Матеріали 8 Міжнар. наук.-техн. конф. «Авіа-2007». – К. : НАУ, 2007. – Т. 2. – С. 34.9-34.12.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.

УДК 004. 032. 26(043.2)

К.В. Палій, студента; О.В. Савчук, студентка;

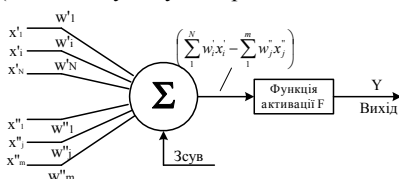
Д.О. Шевчук, к.т.н.

Національний авіаційний університет, Київ

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Відомо, що наш мозок набагато краще за комп'ютер виконує такі складні задачі, як аналіз та розпізнавання великих об'ємів інформації, яка надходить від органів сприйняття; пошук оптимальних рішень за умови багатопараметричних вхідних даних; планування та прогнозування за відсутності повної початкової інформації. Комп'ютер, навпаки, найбільш ефективно використовується для розв'язання задач, пов'язаних з точними обчисленнями за формулами, законами, арифметичними операціями і т. ін. Для того, щоб поєднати потужності мозку та комп'ютера, необхідно створити багатофункційні штучні нейронні мережі з високою інформаційною ємністю. Вивчення нейронної мережі і створення її різних моделей викликано прагненням підвищити швидкодію, ефективність, гнучкість і надійність технічних систем. Особливе значення при дослідженні нейронних мереж набуває метод моделювання [1].

При моделюванні нейрон представляється як елемент, що має множину збуджувальних та гальмівних входів, кожен з яких характеризується вагою w_i (яка визначає синаптичний вплив на сигнал), та один вихід. Вхідні сигнали змінюються в діапазоні від 0 до 1 (тобто можуть бути нормалізовані до цих значень).



Для нейронної мережі характерні такі ознаки:

1. Наявність великої кількості взаємозалежних і взаємодіючих між собою елементів.
2. Складність функції, яка виконується системою і спрямована на досягнення заданої мети функціонування.
3. Можливість поділу системи на підсистеми, мета функціонування яких підпорядкована загальній меті функціонування всієї системи.
4. Наявність керування, що часто має ієрархічну структуру, розгалуженої інформативної мережі інтенсивних потоків інформації.
5. Наявність взаємодії із зовнішнім середовищем і функціонування в умовах впливу випадкових чинників.

Список літератури

1. Колесницький О.К., Василюк С.А. Частотно-динамічні нейронні елементи // Вісник ВПІ. – 2002. – № 5. – С. 5-10.

УДК 681.518.54:681.5.017.(043.2)

Н.П. Гасіджак, аспірант

*Національний авіаційний університет, Київ***НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ МЕТОД ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ОБ'ЄКТІВ
ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ**

Експлуатація і обслуговування сучасних складних технічних систем, таких як газотранспортна система (ГТС) у будь-яких умовах вимагає забезпечення їх високоякісним технічним діагностуванням. У зв'язку з цим виникає проблема проектування систем діагностування, у яких повинні бути вирішені всі завдання щодо вчасного високоякісного аналізу стану об'єктів ГТС і враховані вимоги до автоматизованих інформаційних систем технічної діагностики. Як правило, складна технічна система містить велику кількість взаємозалежних компонентів і характеризується великою множиною змінних і параметрів, що визначають її стан. При цьому далеко не всі параметри можуть бути контрольованими, що визначається специфічними умовами функціонування та експлуатації системи. Крім того, в процес збору інформації щодо поточного стану технічної системи суб'єктивну складову вносить людський фактор.

Перспективним напрямком розвитку засобів технічного діагностування об'єктів ГТС є використання у їх складі штучного інтелекту: продукційних правил, нечіткої логіки, штучних нейронних мереж, генетичних алгоритмів. Отже, підвищення ефективності процесу діагностування об'єктів ГТС за технічним станом за рахунок розвитку основ, методів та засобів інтелектуального діагностування є актуальною науково-прикладною проблемою.

У доповіді розглянуто основні задачі, що виділяються в технічному діагностуванні об'єктів ГТС, а саме: задачі контролю функціонального стану технічних об'єктів ГТС та виявлення аномалій у їх роботі; задачі виявлення місця розташування й класифікації типу відмови технічних об'єктів ГТС; задачі прогнозування технічного стану об'єктів ГТС. У доповіді проаналізовані існуючі підходи до розв'язання поставлених задач. Для розв'язання задачі обробки динамічної інформації відносно технічного стану об'єктів ГТС, обрано математичний апарат штучних нейронних мереж.

У доповіді наведено функціональну схему інтелектуальної діагностичної системи на основі імпульсної нейромережі, яка має наступні переваги: 1) сигнали подаються на класифікацію технічного стану об'єктів ГТС одночасно без розділення в часі або просторі, без дискретизації, а також без попереднього запам'ятовування, що запобігає втраті інформації, а значить підвищується точність і достовірність діагностування; 2) результат класифікації технічного стану об'єктів ГТС може бути оцінений ще до завершення періоду дії самих сигналів по інтенсивності імпульсації на відповідному виході (розпізнавання з передбаченням), що значно підвищує швидкодію процесу визначення класу технічного стану ("добрий", "придатний", "задовільний", "незадовільний"); 3) запропонована нейронна мережа має нескладну процедуру навчання; 4) підвищена завадостійкість за рахунок представлення інформації в частотно-імпульсній формі.

УДК 681.5(043.2)

Я.І. Сінченко, студент

Національний авіаційний університет, Київ

ПЕРЕВАГИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖІ ETHERNET

Запровадження високого рівня надійності, достовірності, точності та економічності на сьогодні є одним з основних завдань для розробників програмного та технічного забезпечення автоматизованих систем управління (АСУ).

Ідея використання комутованого Ethernet для підключення модулів вводу-виводу є інноваційною та з'явилась зовсім недавно. Їх підключення до магістралі верхнього рівня (Ethernet) виключає наявність у системі контролерів у початковому вигляді, але дозволяє об'єднати всі елементи системи в єдину цифрову магістраль, що надає цілий ряд переваг: надійність, зручність експлуатації, уніфікованість, висока швидкість передачі даних, безпека и т.д. Така архітектура є досить перспективною, та, скоріше за все, стане широко застосованою. Швидкість з'єднання досягає 100 Мбіт/сек і воно є дубльованим. Подвійність каналу надає додаткову ступінь надійності, і навіть при виході з ладу одного каналу, зв'язок не переривається.

Поява нової серії віддалених модулів вводу-виводу MIRage-N знищила необхідність жорсткої прив'язки всіх приладів вводу-виводу до приладу обробки. На відміну від інших контролерів старого типу, вони передають дані технологічного процесу будь-якому приладу в системі прямо через швидкісну магістраль Fast Ethernet.

Використання в мережі Ethernet модулів «MIRage-N» надає:

- великий вибір засобів обробки даних;
- швидке налагодження та ремонт за мінімальний час;
- покращена експлуатаційна характеристика;
- можливість додавання нових елементів системи без необхідності виводу системи із дієздатного стану і т.д.;
- самостійне програмування і реалізація будь-якої АСУ.

Одним з основних елементів АСУ, що постачає технологічну інформацію, є так звана SCADA система. На сьогодні ми маємо одну з найрозвинутіших версій SCADA від виробника Citect. Вона є лідером серед програмних продуктів для систем моніторингу, управління та збору даних.

Характерною особливістю SCADA системи Citect є її відповідність сучасним нормам по розвитку АСУ. Вона є адаптованою для майбутніх модернізацій, не потребуючи все цілої заміни при наступних етапах розвитку АСУ підприємства.

Основні принципи що дозволяють відповідати сучасним умовам – масштабованість архітектури та її відкритість.

Основна перевага, що отримує користувач – вибір масштабу автоматизації.

УДК 378.11 (043.2)

І.В. Прохоренко, аспірант

Національний авіаційний університет, Київ

ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ПСИХІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТА

Ускладнення структури інформаційних потоків і управління навчальним процесом та введення у навчальні структури Вищого закладу системи менеджменту якості підводить до необхідності розробки і використання нових прийомів і рішень з управління навчальним процесом.

Окремі існуючі методи прогнозування систем управління навчальним процесом ефективні у випадку одномірного характеру параметрів оцінюючих навчальний процес. У багатомірному випадку ускладнюються, як методи пошуку оптимального рішення так і процедури обробки даних.

Дана робота пропонує для формування прогнозу якості навчання використання методів і технологій, що базується на суб'єктивному аналізі суб'єктивна ентропія проблемно-ресурсної ситуації виступає в якості основного інструменту суб'єктивного аналізу з використанням ентропійного варіаційного принципу максимуму ентропії, в якому оптимізуємий функціонал приймає наступний вигляд:

$$\Phi_{\pi} = H_{\pi} \pm \beta \varepsilon_{\pi} + \gamma N_{\pi}. \quad (1)$$

Функція ефективності ε_{π} дозволяє характеризувати зважину за перевагами суму часних функцій ефективності:

$$\varepsilon_{\pi} = \sum_{i=1}^N \pi(\sigma_i) F(\sigma_i) \text{ і } N_{\pi} = \sum_{i=1}^N \pi(\sigma_i); \sigma_i \in S_a. \quad (2)$$

Екстримізація функціонала приводить результат до «канонічного» розподілу вигляду:

$$\pi^{\pm}(\sigma_i) = \frac{e^{\pm F(\sigma_i)}}{\sum_{j=1}^N e^{F(\sigma_j)}}. \quad (3)$$

В загальному випадку розподіл має вигляд:

$$\pi^{\pm}(\sigma_i) = \frac{f(\sigma_i, \alpha, \beta, \dots)}{\sum_{j=1}^N f(\sigma_j, \alpha, \beta, \dots)}, \quad (4)$$

де α, β, \dots – структурні (або ендегенні) параметри. Корисності $U(\sigma_i)$ і негативи (втрати) $L(\sigma_i)$ являються носіями об'єктивних характеристик.

Використовуючи модель, «взаємної корисності» слід зазначити, що дослідження рейтингів у групі виключно через «взаємні корисності», природно характеризують тільки одну сторону відношень між суб'єктами групи, а саме: – «утилітарну» (ділову) без врахування впливу на рейтинги таких важливих факторів, як взаємна сентиментальність (дружба, любов) релігійні пристрасті, етичні принципи, етнічний фактор і т.ін. Використання апіорного принципу оптимальності наближує нас до кількісних моделей розподілу переваг, і як наслідок надає можливість формувати кількісні оцінки психічної діяльності суб'єкта.

УДК 629.735.072.8.08:681.3 (043.2)

К.Л. Кушнір, студент; Є.А. Корінь, студент;
Ю.А. Захарченко, аспірант
Національний авіаційний університет, Київ

АЛГОРИТМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОШУКУ ТИПУ І МІСЦЯ ВІДМОВ У СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

В сучасних умовах важливою вимогою до систем технічної діагностики є ефективне розв'язання задачі прогнозування технічного стану. Існуючі підходи до її вирішення на основі відомих методів та методик мають ряд недоліків та обмежень. Серед них: значне спрощення моделей процесів дослідження при їх формалізації, недостатність та невизначеність вихідної інформації, значна розмірність складних технічних систем, які досліджуються та ін.. Все це зумовлює значні помилки в результатах дослідження та недостатню достовірність отриманих результатів. Для усунення цих недоліків при розв'язанні задач технічного діагностування авторами роботи розроблений підхід на основі штучних імунних систем, що є, безумовно, актуальним на даний час.

Метою роботи є підвищення якості діагностування та виявлення відмов складних технічних систем у реальному часі на основі розробки алгоритмів автоматизованих систем діагностування.

Основними завданнями наукової роботи є: аналіз існуючих методів діагностування стану складних технічних систем; побудова методичного підходу на основі штучних імунних систем для розв'язання задач діагностування; розробка та апробація алгоритмів для автоматизації діагностування складних технічних систем.

Для підвищення якості оцінки, прогнозування технічного стану об'єкта, а також виявлення у ньому відмов запропонована багаторівнева модель процесу діагностування, в якій застосовується математичний апарат штучних імунних систем, які виконують функцію розв'язання задачі обробки динамічної інформації та задачі логіко-ймовірнісного аналізу станів інформаційних джерел відповідно. Також розглянуто модифікацію фази навчання алгоритму негативного відбору за допомогою штучної мережі, що використовується у штучних імунних системах, для усунення ряду недоліків, які значно знижують ефективність даного методу.

На підставі створеної архітектури інформаційно-аналітичної системи технічного діагностування була розроблена комп'ютерна інформаційна система і проведено її практичне тестування, яке додатково підтвердило ефективність функціонування розроблених методів діагностування.

Список літератури

1. *Генетические алгоритмы в задачах динамического планирования аварийных ремонтных работ* / А. Н. Мельник, А. А. Фефелов, В. И. Литвиненко [та ін.] // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2003. – № 3. – С. 279–285.
2. *Абрамов О.В. Прогнозирование состояния технических систем* / О. В. Абрамов, А. Н. Розенбаум. – М.: Наука, 1990. – 126 с.

УДК 629.735.072.8.08:681.3 (043.2)

І.С. Кошляк, студент; Ю.Л. Вовченко, студент;

Ю.А. Захарченко, аспірант

Національний авіаційний університет, Київ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИБОРУ ТИПУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ НА ОСНОВІ ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЇХ ПОТЕНЦІАЛІВ

На сьогоднішній день ряд зарубіжних країн проводять дослідження, основною метою яких є розробка перспективних технологій в області адаптивних авіаційних конструкцій. За оцінками спеціалістів, їх використання дозволить створити літальні апарати з якісно новими можливостями по динамічній оптимізації тактико-технічних параметрів відповідно до задач, які вирішуються, етапом польоту та конкретними умовами застосування. Застосування безпілотних літальних апаратів (БЛА) в громадянському секторі на даний час знаходиться в очікуванні деяких технічних та організаційних проблем, без чого неможливе стабільне використання БЛА. Таким чином, оптимальний вибір та вирішення ряду організаційних питань без попереднього проведення порівняння всіх існуючих зразків є неможливим. Визначення порівняльної оцінки представляє собою складну задачу, для вирішення якої необхідно мати повний комплекс вихідних даних про БЛА, високу професійну компетенцію експертів та особи, яка приймає рішення (ОПР), та розроблену методичну базу для обґрунтування прийняття рішень.

Суть запропонованої методики полягає в тому, що вибирати кращий зразок БЛА необхідно через визначення порівняння технічних характеристик. Технічна досконалість об'єкту оцінюється через його технічний рівень, під яким розуміється відносна характеристика якості, заснована на зіставленні значень показників технічної досконалості оцінюваного об'єкту з відповідними значеннями. Запропонований метод є диференційним методом оцінки якості, який базується на зіставленні сукупності значень одиничних показників технічної досконалості одного об'єкту з відповідною сукупністю значень іншого.

Результатом розробленого методу стала автоматизована система порівняльної оцінки безпілотних літальних апаратів з базою даних технічних характеристик ряду БЛА та автоматизованим розрахунком оцінки якості кожного об'єкту для порівняння та вибору кращого відповідно до задач застосування.

Список літератури

1. Семенов С.С., Харчев В.Н., Иоффин А.И. Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники. – М.: Радио и связь, 2004. – 552 с.
2. Самков О.В. Методичний підхід до вирішення задачі порівняльної оцінки і вибору варіантів модернізації повітряних суден по сукупності кількісно-якісних показників// Матеріали 8 Міжнар. наук.-техн. конф. «Авіа-2007». – К. НАУ, 2007. – Т. 2. – С. 34.9-34.12.

УДК 629.735.072.8.08:681.3 (043.2)

М.В. Лисюк, студент; Ю.А. Захарченко, аспірант
Національний авіаційний університет, Київ

АЛГОРИТМИ ПОБУДОВИ РОЗКЛАДУ ОПТИМАЛЬНИХ ПЛАНІВ ДЛЯ ПРОЦЕСУ МОДЕРНІЗАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ІМУННИХ АЛГОРИТМІВ

У зв'язку з моральним і фізичним старінням транспортних парків (авіаційних, автомобільних, морських, і ін.) у світі й неможливістю масової закупівлі нових зразків транспортних засобів, вартість яких постійно зростає, їхня модернізація в сучасних умовах є одним з основних напрямків технічної політики багатьох держав світу.

Модернізація дозволяє поліпшити технічні і якісні характеристики транспортних засобів, розширити їхні можливості при витратах майже на порядок менших, чому закупівля нової техніки, яка й обумовлює актуальність модернізації.

Задача складання розкладів є однією з найпоширеніших задач, розв'язуваних кожною людиною (усвідомлено чи ні) практично щодня. У загальній постановці вона являє собою процес розподілу деякого кінцевого набору подій у часі в умовах ресурсних і інших обмежень. Тому з розвитком обчислювальних технологій ведуться розробки автоматизованих систем складання розкладу. У деяких окремих випадках вдалося розробити алгоритми, здатні знайти рішення за прийнятний час. У той же час більшість реальних задач складання розкладу відносяться до класу Np-повних. Це робить розробку алгоритму, здатного розв'язати їх за припустимий час, дійсно складною задачею, навіть якщо відповідну предметну задачу можна поставити як однокритеріальну. Ситуація суттєво збільшується тим, що більшість реальних задач складання розкладів багатокритеріальні.

Під час розв'язку задачі реалізований наступний принцип побудови розкладу: на кожному кроці роботи розбиваються на дві множини – «відкритих» і «закритих». «Відкриті» роботи – такі, які можуть бути включені на поточному кроці в розклад, тобто вони або не мають робіт попередників, або їх попередники вже включені в розклад. «Закриті» роботи – такі, які не можуть бути включені в розклад на даному кроці.

Розглянутий алгоритм є не тільки стійким до локальних мінімумів, але й завдяки внутрішньому паралелізму, вираженому в роботі не з окремими рішеннями, а із цілими класами рішень, забезпечує відносно швидкий пошук оптимального рішення.

Список літератури

1. Самков О.В., Коваленко А.В. Методология обоснования вариантов модернизации парка боевых авиационных комплексов // 36 наук. работ. – К.: Научный центр ВВС ВС Украины. – Вип. 6., 2003. – С. 15-20.
2. Литвиненко В.И. Искусственные иммунные системы как средство индуктивного построения оптимальных моделей сложных объектов // Проблемы управления и информатики, 2008. – № 3. – С. 43-61.

УДК 621.01

А.В. Коростелёва, студент

Национальный авиационный университет, Киев

КИНЕМАТИКА ПЛОСКИХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЫСШИХ КЛАССОВ

Методы кинематического анализа существенно усложняются с повышением класса механизмов. В то время, как кинематика механизмов II класса изучена достаточно полно как аналитическими, так и геометрическими методами, для механизмов высших (III и IV классов) существует весьма ограниченное количество исследований.

Применительно к механизмам III класса существуют следующие методы кинематического анализа: особых точек Л.В. Асура [1], ложных планов скоростей и ускорений [2], а также метод дополнительных групп (МДГ) [3]. Что же касается механизмов IV класса, то здесь можно отметить лишь работу [4], где был применен МДГ. Все перечисленные методы являются довольно громоздкими.

Предложены новые методы кинематического анализа механизмов высших классов. Механизм III класса раскладывается на два механизма II класса. При этом один из указанных механизмов состоит из базисного звена и двух поводков, соединенных со стойкой. Второй из этих механизмов содержит ведущее звено, шатун, а также условное звено, длина которого равна радиусу кривизны шатунной точки базисного звена. Радиус кривизны шатунной точки определяется при помощи поворотной окружности, построенной для базисного звена. Доказано, что при соединении к заданному механизму условного звена не нарушает степени его подвижности. Таким образом, кинематический анализ механизма III класса сводится к последовательному кинематическому анализу механизмов II класса.

Механизм IV класса преобразуется при помощи МДГ в эквивалентный механизм II класса.

Список литературы

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов. – М. : Наука, 1967. – 720 с.
2. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин. – М. : Машиностроение, 1975. – 494 с.
3. Зубащенко Г.П., Пономарьов А.М. Метод додаткових груп при кінематичному аналізі плоских механізмів III класу // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КДТУБА, 1994. – Вип. 56. – С. 32-34.
4. Зубащенко Г.П. Кінематичний аналіз плоских механізмів IV класу // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КГТУСА, 1995. – Вип. 58. – С. 120 – 122.
5. Зубащенко Г.П., Ковалев Ю.Н. К исследованию движения плоских рычажных механизмов // Прикладная механика. – К. : НАНУ, 2003. – Т. 39, № 2. – С. 133-137.

УДК 629.735.03:621.43.031.3.001.24 (045)

Л.Г. Марковська, аспірант;

К.В. Дорошенко, аспірант

Національний авіаційний університет, Київ

РОЗРАХУНОК РІВНЯ ЗВУКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ КОМПРЕСОРА АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА

Проблема зниження шуму на даний час стоїть дуже гостро. Це, в першу чергу пов'язано з посилюванням вимог ІКАО по екологічних показниках.

Основним джерелом шуму у літального апарату є силова установка. Акустичні характеристики авіаційного двигуна дозволяють оцінити конкурентоспроможність літального апарату.

Компресор випромінює звук спереду і позаду себе. Спектр шуму компресора складається із широкосмугового шуму і тональних складових. Причиною широкосмугового шуму є турбулентний потік, що набігає на лопатки ротора і статора, також нерівномірний (у тому числі в радіальному напрямі) зрив вихорів з самих лопаток. Наявність в спектрі тональних характеристик обумовлена періодичними коливаннями аеродинамічних сил.

Задача полягає у визначенні оптимального метода для розрахунку процесу генерації шуму компресора.

Рівень звукової потужності L_D (в дБ) першої гармоніки на частоті проходження лопаток робочого колеса (РК) першого ступеня компресора при взаємодії лопаток РК з спрямним апаратом (СА) визначається таким чином

$$L_D = 50 \lg w + 10 \lg G - 10 \gamma \lg \bar{\delta} + 10 \lg \frac{\tau \cdot z \cdot w_2}{u} + f(\bar{M}) - 130 \text{ дБ}$$

Рівень звукової потужності, коли фазовими джерелами можна нехтувати, має вигляд напівемпіричних формул, які зручні для практичного використання.

$$L_D = 10 \lg \frac{\rho_0}{c_0^3} \cdot \frac{h \tau^2 z}{D} \cdot \frac{w^6 S}{\bar{\delta} \left(\frac{\pi \cdot b \cdot u}{w} \right)} + \Delta F + 84 \text{ дБ}$$

Наступний метод дає можливість отримати характеристику спрямованості, а також залежність від перепаду температур в компресорі і витрати повітря.

$$L_D = 20 \lg \Delta T_K + 10 \lg G_K + F_3 + F_4 + \Delta L_m + \Delta L_{u, \delta} - 20 \lg r$$

Перші два методи можна використовувати для розрахунку власне шуму компресора авіаційного двигуна, враховуючи вплив відносної швидкості потоку і геометричних параметрів решітки. Третій метод дає можливість розрахувати шум вже екранований за допомогою кожуха першого і другого контуру та капотами.

Список літератури

1. Мушин А.Г. Авиационная акустика. Ч. 2. – М. : Машиностроение, 1986. – 264 с.
2. Мушин А.Г., Квитка В.Е. Авиационная акустика. – М. : Машиностроение, 1973. – 448 с.
3. Токарев В.И. и др. Снижение шума при эксплуатации пассажирских самолетов. – К. : Техника, 1990. – 127 с.

УДК 629.735.03:621.43.031.3.001.24 (045)

В.Ю. Політовський, аспірант

Національний авіаційний університет, Київ

ШУМ КОМПРЕСОРА АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА

Загальний шум літального апарату обумовлений аеродинамічним шумом обтікання елементів його конструкції і шумом силової установки.

Ракетні і турбореактивні двигуни, очевидно, головні джерела шуму сучасних літальних апаратів. Шум ракетного двигуна зв'язаний, в основному, з шумом реактивного струменя, а шум турбореактивного двигуна складається з шуму струменя, що виходить з реактивного сопла, і шуму внутрішніх агрегатів, до яких можна віднести вентилятор і компресор двигуна, турбіну, камеру згоряння та ін. Шум реактивного струменя на даний час вивчено досить повно, тому звернемо свою увагу на шум, що створює компресор.

В ізольованому ступені осевого компресора є ряд характерних областей, де лопатки, що рухаються щодо повітряного потоку, в силу в'язкості і стисливості середовища, створюють місцеві флуктуації тиску. При цьому обертання робочого колеса викликає періодичні пульсації швидкості, оскільки рух лопаток відносно фіксованої точки еквівалентний коливальному руху тіла з періодом коливань $T=1/nz$, де z – число лопаток, n – частота обертання (об/с). При вихроутворенні в прикордонному шарі поблизу задньої кромки профілю лопатки виникають турбулентні пульсації, частота яких пов'язана зі зливом вихорів.

Турбулентні сліди за лопатками вхідного направляючого апарату викликають неоднорідність структури потоку перед робочим колесом компресора. Зміна швидкості набігаючого потоку перед лопатками робочого колеса приводить до посилення місцевих пульсацій швидкості. Для періодичних спотворень поля швидкостей, утворюваних слідами від лопаток попереднього вінця, характерним значенням частоти буде nz .

Шум компресора має безперервний спектр частот з накладеними на нього дискретними складовими, кратними основою частоті проходження лопаток робочого колеса. Для геометрично подібних ступенів компресорів спектри суцільного шуму можуть бути представлені у вигляді узагальненої залежності у функції числа Струхала.

Дискретні складові шуму компресора визначаються безрозмірною частотою $mkR=mzMu$, де m – індекс гармоніки основної частоти звуку; k – хвильове число; R – зовнішній радіус робочого колеса; Mu – число M , відповідне окружний швидкості на зовнішньому радіусі робочого колеса.

Для відносних швидкостей потоку w , менших 200 м/с, звукова потужність компресора пропорційна w^6 , проте для великих швидкостей зростання потужності шуму із збільшенням w сповільнюється, і для компресорів сучасних реактивних двигунів ця залежність має вигляд $\sim w^3$.

При цьому рівні звукового тиску в ближньому і дальньому звукових полях компресорів і вентиляторів авіаційних газотурбінних двигунів можуть порівнюватися з відповідними рівнями реактивного струменя.

УДК 621.31:519.876.3(043.2)

І.С. Герасимчук, студент

Національний авіаційний університет, Київ

НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Ні в кого сьогодні вже не викликає сумнівів про важливість політики енергозбереження, як на державному рівні, так і на рівні окремого підприємства. Потреби людства в енергоресурсах все збільшуються і збільшуються, тоді як запасів самих ресурсів стає дедалі менше. Виникає нагальна потреба в новій галузі знань, яка б акумулювала досвід та прогрес людства щодо ефективного використання енергії і допомогла б у вирішенні енергокризових проблем. Саме такою галуззю знань стає енергетичний менеджмент, важливою складовою базового методичного забезпечення якого є складання та аналіз паливно-енергетичних балансів підприємства та нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

Основними важелями державного механізму здійснення енергоменеджменту є матеріальне заохочення економії ПЕР та фінансова відповідальність за їх нерациональне використання. Нормування питомих витрат ПЕР є інструментом усунення нерационального використання ПЕР, викликаного безгосподарністю та застосуванням застарілих технологій, і запровадження економічних механізмів стимулювання енергозбереження.

Норми витрат ПЕР повинні встановлюватися з урахуванням особливостей конкретного виробництва, як правило, на рівні підприємства. Диференціація норм за конкретними технологіями чи видами споживання здійснюється підприємством самостійно на основі міжгалузевих та галузевих методик. Ці норми не повинні перевищувати встановлених показників міжгалузевих та галузевих типових норм питомих витрат ПЕР для певних видів споживання.

Метою роботи є здійснення аналізу та класифікації, постановка основних етапів визначення норм питомих витрат ПЕР, розробка удосконаленої методики розрахунку основних показників енергоефективності підприємства.

У роботі отримані наступні наукові результати: по-перше, проведена класифікація та запропоновані методики нормування питомих витрат ПЕР; по-друге, здійснено аналіз існуючих методик та підходів щодо нормування питомих витрат ПЕР, визначені основні напрями їх удосконалення; по-третє, підготовлені пропозиції щодо застосування удосконаленої методики нормування витрат ПЕР на підприємстві.

Список літератури

1. *Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах: Механізми реалізації політики енергозбереження* / За ред. В.А. Жовтянського, М.М. Кулика, Б.С. Стогнія. – К. : Академперіодика, 2006.

2. *Закон України "Про енергозбереження"* № 74/94ВР від 01.07.1994. (із змінами та доповненнями). – К. : 1994. – 2005.

УДК 621

А.П. Данилов, студент

Національний авіаційний університет, Київ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ИЗНОСА

При проектировании новой техники и разработке триботехнических материалов нужно знать характеристики износа. Продолжительность опытов по определению этих характеристик может достигать сотен часов, поэтому актуальна проблема сокращения количества опытов и продолжительности каждого опыта, при этом должна быть обеспечена нужная точность оценок. Дисперсия оценки параметров износа определяется разрешающей способностью инструмента, внутренней структурой процесса и количеством опытов. В настоящей работе рассматривается метод, который позволяет получить характеристики износа в виде математических модели регрессионного анализа, для сокращения количества опытов используются оптимальные методы планирования эксперимента, а при определении продолжительности используются результаты исследования внутренней структуры процесса.

Дисперсия оценки среднего значения интенсивности износа $\langle \dot{v} \rangle$ уменьшается со временем опыта как $(t/\tau)^{-1}$, оптимальная продолжительность опыта равна $3-5\tau$; где τ – время корреляции процесса. Опыты такой продолжительности обеспечивают однородность дисперсий и позволяют применять для описания процесса аналитические выражения вида,

$$E[i(\vec{X})] = \eta(\beta, i(\vec{X})), \quad (1)$$

где $E[i(\vec{X})]$ – усредненные результаты измерений в точках факторного пространства \vec{X} , эти результаты независимы и распределены по нормальному закону со средним $\eta_{\text{ист}}(\vec{\beta}, \vec{X})$ и дисперсией σ_i^2 , $\vec{\beta}$ – вектор коэффициентов регрессии, определение которых является целью эксперимента. В качестве оценок β принимаются оценки b , метода наименьших квадратов.

Для получения характеристик износа использовали модели регрессионного анализа на пространстве скоростей X_1 и нагрузок X_2 в виде полинома второй степени.

$$i(X) = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2. \quad (2)$$

В работе приведен применения метода, при получении характеристики в виде (2) использовали центральный ротatableльный план второго порядка для двух факторов

Результаты работы показывают, что исследование внутренней структуры процессов является необходимым элементом трибологического исследования, а применение математических моделей способствует минимизации объема эксперимента.

Список литературы

1. Кульгавый Э.А. Триботехнические характеристики и их применение. Проблемы трибологии. – 2003. – № 3. – С. 51-61.

УДК 623:22

З.С. Давлятова, студент; **О.С. Шургай**, студент
Національний авіаційний університет, Київ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ В АЕРОПОРТАХ

Проблеми енергозбереження в авіаційній галузі, як складової загальної мережі енергоспоживання, стають все більш актуальними, що пов'язано не лише із світовою економічною ситуацією, але й безперечно із оновленням ресурсної інфраструктури України. Енергозбереження в даній галузі може бути досягнуто за рахунок нових конструкцій, які забезпечуватимуть оптимізацію режимів роботи транспорту: використання інформаційних, автоматичних та електронних систем (контролери, лічильники, АСКУЕ).

За допомогою діаграми Іссікави (діаграма «причин та наслідків») були виявлені та всебічно розглянуті всі існуючі та можливі фактори, які сприятимуть підвищенню енергетичної ефективності в аеропортах. Це дало можливість зробити висновок, яка із причин може бути вирішена нагально при складенні відповідного проекту на її реалізацію.

Зменшення споживання електричної енергії аеропортом потребує запровадження енергозберігаючих заходів. Значної економії електроенергії можна домогтися за рахунок раціонального вибору вогнів. При цьому підбирається відповідний тип кривої сили світла, використовуються вогні з високим коефіцієнтом корисної дії, які забезпечують необхідний рівень освітленості зони, в якій використовуються. Пропонується перехід на інший тип джерела світла – заміна існуючих ламп взльотно – посадочної смуги (ВПС) на менш енергоємні (діодні лампи). Із зробленого розрахунку на економічний та енергетичний ефект і часового проекту реалізації такого типу збереження енергоресурсів видно наскільки перспективно і доцільно впроваджувати заміну джерел світла у вітчизняних аеропортах.

Енергозбереження в авіаційній галузі можливе, але лише за умови правильно-го впровадження та дотримання вимог експлуатації нових енергетичних установок. З огляду на сучасну економічно-соціальну ситуацію в Україні (стандарті якості та максимальної економії в умовах кризового стану) варто пам'ятати, що запровадження будь-яких нововведень та переоснащення технічного комплексу потребує переконливого і точно визначеного економічного обґрунтування. Представлена робота дає змогу адекватно визначити часові рамки та потрібну кількість працівників (трудових ресурсів), їх кваліфікаційний рівень, вартість матеріалів, які необхідні для виконання заміни джерел світла, враховуючи при цьому, також, актуальний фактор успішного завершення такого проекту.

УДК 632.311.1:519.872(043.2)

Н.Ю. Костюченко, студент

Національний авіаційний університет, Київ

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ
ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ**

Актуальність теми. На теперішньому етапі розвитку промисловості та економіки дуже актуальним є питання економії використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Постійні темпи зростання використання ПЕР потребують більшої раціоналізації їх використання. Обмежена кількість ПЕР та їх висока вартість зумовлюють пошуки шляхів зниження рівнів енергоспоживання. Математичне моделювання енерговитрат допомагає визначити такий важливий параметр як пріоритетність напряму енергозберігання. Це в свою чергу визначить величину використання та обсягів споживання таких параметрів як первинні ресурси та підведена енергія.

Розрахунки енергозаощадних параметрів шляхом математичного моделювання дозволяють розробляти та впроваджувати заходи енергозбереження в Україні. До того ж стає можливим застосування таких математичних моделей, що полегшують керування в автоматизованих системах енергетичного управління і мають тенденцію до періодичних змін.

Мета роботи. Метою роботи є вдосконалення математичної моделі використання ПЕР. Розробка моделі надає змогу дістати характеристики по певним галузям в енергетиці об'єкта, що являє собою показники ефективності використання ПЕР. Проведення статистичного аналізу щодо питомих витрат ПЕР, виявлення недоліків та можливих шляхів їх вирішення. Нормування витрат енергоносіїв за теплотехнічними пераціями на підприємствах. Визначення найбільш доцільних для кожної галузі ПЕР та прогнозування споживання їх кількості.

Досягнення мети, що передбачає вирішення наступних завдань: по-перше – аналіз існуючих підходів до моделювання витрат енергоресурсів паливно-енергетичного комплексу; по-друге – розробка потенціальної енергоефективності стану промисловості; по-третє – аналіз необхідної кількості ПЕР та вирішення питання ефективності палива для провідних галузей.

Наукова новизна. У роботі отримані наступні наукові результати: по-перше, розглянуті моделі енергетики в цілому та її підсистем – галузей, комплекси моделей споживання ПЕР; по-друге, проаналізовано потребу в теплоенергії галузей економіки України; по-третє, визначено найбільш доцільні напрями використання окремих видів ПЕР у промисловості.

Список літератури

1. Гительман Л.Д., Ратников Б.Е. Энергетический бизнес. Учебн. пособ. – М. : Дело, 2006. – 600 с.
2. Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах: Загальні засади енергозбереження / за ред. В.А. Жовтянського, М.М. Кулика, Б.С. Стогнія. – К. : Академперіодика, 2006. – Т. 1. – 510 с.

УДК 621.01

І.М. Дударь, студент

*Національний авіаційний університет, Київ***ПРОЦЕСИ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

Основним змістом заходів, спрямованих на підтримання льотної придатності повітряних суден, є комплекс робіт із технічного обслуговування (ТО) та ремонту авіаційної техніки в процесі експлуатації. Це пов'язано з переходом від статичних (жорстких) до динамічних (гнучких) форм керування процесами технічного обслуговування і ремонту (ТОiP) літаків. Зростає роль поточної інформації про зміну умов експлуатації та технічного стану парку літаків авіа підприємства в системі керування технологічними процесами.

Формування гнучкої програми ТОiP ґрунтується на методах системного аналізу і становить багаторівневий процес прийняття рішень щодо вибору стратегій і режимів ТОiP для парку повітряних кораблів авіа підприємства, конкретного літака, планера, авіадвигуна та функціональної системи. Особливої актуальності ця проблема набула для нового покоління повітряних кораблів, запроєктованих на принципах (критеріях) безпечного і допустимого пошкодження, та для літаків, які мають підвищену експлуатаційну живучість.

Метою обслуговування за технічним станом максимальне використання запасів працездатності елементів конструкції літака.

Система підтримання льотної придатності розвивається за напрямком удосконалення нормативної бази, організації та використання комплексу робіт із технічного обслуговування в АТБ авіакомпаній; розроблення та впровадження ефективної системи відновлювального ремонту виробів в загальному процесі ТОiP літака з використанням сучасних технологій та устаткування для відновлювального ремонту, методів і програм підготовки, перепідготовки та стажування авіаційного персоналу для виконання цих робіт; удосконалення системи інформаційного забезпечення, щодо підтримання льотної придатності.

УДК 531.767.621.313.2(043.2)

Пейман Гахфаорхи Алинаги, студент;**Мохаммед Разави**, студент;**Хамидреза Тахерхани**, студент;**Милад Лазарджан Солтанипур**, студент*Национальный авиационный университет, Киев***ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ БЫСТРО ДВИЖУЩИХСЯ ТЕЛ**

Целью работы является создание прибора, который предназначен для измерения скорости быстро движущихся тел. Данная задача является актуальной при проведении исследований свойств материалов при высокоскоростном ударном взаимодействии, моделирующем столкновения изготовленных из них конструктивных элементов, в том числе авиационных конструкций, с камнями, птицами и другими предметами с высокой кинетической энергией.

При расчете силы удара на бронежилет от выстрела необходимо знать скорость полета пули в момент столкновения ее с защитой брони. Скорость пули – один из важнейших параметров для определения силы удара. Для этой цели под руководством профессора В.В. Астанина был создан данный прибор.

Принцип работы прибора основывается на измерении скорости объекта путем фиксирования моментов времени прохождения данным объектом двух предварительно выбранных точек на линии его полета с последующим расчетом скорости по значениям полученного периода времени и известного расстояния между данными точками. С этой целью на заранее определенном расстоянии вдоль траектории полета пули устанавливают датчики, являющие собой фотоэлементы, а также лазерное устройство напротив них.

Таким образом, линия полета объекта пересекается в двух точках лазерным лучом. При пересечении объектом, скорость которого измеряется, линии лазерного луча первой образованной датчиком и излучателем фотодиодной пары прибор начинает отсчет времени. Когда пуля пересекает линию луча второй фотодиодной пары, а следовательно, временно прерывает световой поток между излучателем и датчиком, отсчет времени прекращается.

Реализованная в приборе цифровая электронная схема рассчитывает общее время, за которое объект прошел расстояние между датчиками и обрабатывает данные, определяя скорость. Данный прибор имеет жидкокристаллический экран, на который выводится результат в виде значения определенной прибором скорости движущегося объекта на дисплей.

Прибор может использоваться для измерения скорости объектов как в условиях проведения испытаний в лаборатории, так и в условиях полевых испытаний.

УДК 620:619.1

О.В. Башта, к.т.н.;

А.О. Дьяченко, студент

*Національний авіаційний університет, Київ***ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄДНАННЯ РОЗСІЯНИХ ПОВЕРХНЕВИХ
ТРИЩИН В АЛЮМІНІЄВОМУ СПЛАВІ Д-16АТ**

Одним із проявів пошкодження деталей машин при циклічному навантаженні є наявність розсіяних на обмеженій площі поверхні мікротріщин. Кількість експериментальних даних по множинному руйнуванню дуже обмежена. Це пов'язано з трудомісткістю ідентифікації і складністю спостереження за поведінкою великої кількості малих за розмірами дефектів на поверхні зразків.

При наявності на обмеженій площі поверхні чи в об'ємі матеріалу навіть невеликої кількості мікротріщин (МТ) завжди існує кінцева імовірність їхнього об'єднання. Об'єднання МТ несе небезпеку раптового утворення макроскопічного дефекту. Відомо, що процес втоми металів локалізується в поверхневому шарі. Випробування проводились на стандартних корсетних зразках з листового алюмінієвого сплаву Д-16АТ з плакучим шаром, які навантажувалися на гідропульсаційній машині МУП – 20. Максимальні напруження циклу $\sigma = 300$ МПа. Після чергового етапу навантажування зразок знімався з установки та фіксувалися параметри мікротріщин. Ідентифікація тріщин та визначення їх параметрів на поверхні зразка та вимірювання розмірів здійснювалося візуально за допомогою мікроскопу ММР-4 ЛОМО та мікротвердоміру ПМТ-3.

Отримано дані щодо довжин мікротріщин, які з'являються під час навантажування до виявлення макротріщини. Досліджено питання росту МТ. А саме швидкість росту тріщин і кінетика росту МТ. При цьому отримано, що на поверхні зразка частина тріщин росте з постійною швидкістю, частина – стрибкоподібно, певна кількість не поширюється, а частина з них зникає, тобто спостерігається так зване "залічування" МТ.

Побудовано залежність швидкості росту МТ. Отримані та порівняні залежності кількості МТ, які ростуть з постійною та змінною швидкістю, кількості тріщин які не розповсюджуються після зародження та тих які зникають після певної кількості циклів навантажування. Розмір мікротріщин, які виникають в поверхневому плакованому шарі алюмінієвого сплаву Д-16АТ співрозмірний з величиною структурних елементів матеріалу.

Таким чином мікротріщини, які зароджуються по стійких смугах ковзання в середині зерна, розповсюджуються в межах зерна з певною швидкістю, після чого зустрічаючи структурний бар'єр у вигляді границі зерна вони призупиняються, або стають такими, що не розповсюджуються. При цьому частка тріщин, які не ростуть чи мають дуже малу швидкість росту - значна. Після того як тріщина подолає границю зерна швидкість її росту збільшується, крім власного росту ще й за рахунок об'єднання із сусідніми тріщинами.

На основі розглянутих закономірностей можна зробити висновок про випадковий характер величини швидкості росту МТ, і намагатися прогнозувати кількість та швидкість росту мікротріщин на поверхні матеріалу.

Н.О. Захарченко, студент

Національний авіаційний університет, Київ

РОЗСПОВАННЯ МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ АВІАЦІЙНИХ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ.

Розробка високоефективних сучасних авіаційних конструкцій із полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) можлива при наявності статистично вивірених повних даних характеристик міцності матеріалу.

При цьому важливо знати зміну характеристик міцності матеріалу та їх розсіювання в залежності від схеми армування шарів вуглестрічки, яка характерна для тієї чи іншої деталі, виходячи із її призначення і умов роботи в конструкції.

Вуглецева стрічка ЛУ-П-01 виготовляється окремими партіями, а тому забезпечити виробництво деталей із однієї партії матеріалу на протязі значного періоду часу є неможливим.

В цьому зв'язку в роботі узагальнені результати статичних випробувань на розтягання зразків-свідків виготовлених по 15 найбільш типових схемам армування під кутами: 0° , $\pm 15^\circ$, $\pm 45^\circ$, $\pm 90^\circ$ різних партій вуглестрічки, із кількістю шарів від 4 до 10, товщиною моношару 0,11...0,12 мм і кількістю зразків від 60 до 348 штук в партії.

Підготовка зразків та їх випробувань статичним осьовим розтяганням виконана згідно із ГОСТ 25.601-80. Кожна схема армування матеріалу відповідає деталі із ПКМ, що представляє собою тонкостінну конструкцію. Деталі виготовлялись на одному і тому підприємстві на протязі п'яти років.

Для рішення цієї задачі використана математична теорія багатофакторного планування експерименту [1,2]. За результатами випробувань проведено кореляційний аналіз, побудована модель з метою визначення впливу схеми армування шарів вуглестрічки на розсіювання міцності.

Модель постулювалась у вигляді полінома

$$\hat{y} = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3.$$

В кінцевому рішенні модель отримана в вигляді

$$\hat{y} = 11,61379 - 3,052727 \cdot 10^{-6} x^3,$$

де \hat{y} і x – коефіцієнт варіації і границя міцності відповідно.

Перевірка адекватності отриманої моделі проводилась з використанням критерія Фішера.

В результаті дослідження встановлено, що коефіцієнт варіації границі міцності для вуглепластика КМУ-3Л при випробуваннях на розтягання змінюється в діапазоні 9-15 % і не залежить від схеми армування.

Список літератури

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М. : Наука, 1976. – 280 с.
2. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М. : Наука, 1965. – 340 с.

А.Ю. Мазниченко, студент
Национальный авиационный университет, Киев

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СМАЗКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Большую роль в увеличении несущей способности, повышении качества и снижении себестоимости зубчатых передач принадлежит смазке. Известно, что смазки способны в значительной мере предотвращать изнашивание зубьев, являющееся основной причиной выхода зубчатых колес из строя.

Смазочное масло должно рассматриваться как материал, применение которого не может и не должно носить случайный характер, т.е. должно рассматриваться как конструкционный материал.

При изучении смазочного действия масел в качестве основной характеристики смазочных слоев приняты его толщины. Для изменения толщины смазочных слоев между зубьями был разработан метод, основанный на изложении падения напряжения в электрическом разряде, возникающем в смазочном слое.

Измерение толщины смазочных слоев по таким параметрам, как электрическое сопротивление, напряжение пробоя слоя, емкость приводят к погрешностям в измерениях.

Однако измерения толщины слоя в условиях разряда в результате образования сильно проводящего «канала пробоя» электрические характеристики имеют стабильный характер, поэтому точность измерений в этом режиме более высокая.

Преимущество метода заключается в том, что он прост и не требует сложной измерительной аппаратуры, с его помощью можно проводить измерения между телами любой геометрической формы. Весьма важно, что он позволяет постоянно наблюдать за формированием смазочного слоя в процессе исследования.

Список литературы

1. *Павлов В.Н.* Методы измерения толщины смазочного слоя между контактирующими поверхностями Контактно-гидродинамическая теория смазки и ее практическое применение в технике. – Куйбышев, 1973. – вып. 1. – С. 90-101.
2. *Кадомский В.П., Павлов В.Н., Райко М.В.* Исследования образования смазочных слоев при тернии. «Проблемы трения и изнашивания. – К. : Техніка, 1979. – С. 79-83.

С.М. Пахомов, студент

Національний авіаційний університет, Київ

**РАСЧЕТ ДОПУСКАЕМЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ МАТЕРИАЛОВ
ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС РЕДУКТОРОВ НА ЭВМ**

Представленная работа рассчитана на студентов, выполняющих курсовой проект по дисциплине «Детали машин» и позволяет быстро и правильно определять необходимые значения для последующего определения геометрических размеров зубчатых передач, входящих в задание и размеров корпуса редуктора.

Разработана программа определения допускаемых напряжений для сталей, которые применяются для изготовления зубчатых колес редукторов. Она позволяет рассчитывать напряжения для двух групп материалов: с твердостью до 350 HB и больше 350 HB.

Эта граница делит стали на прирабатывающиеся и неприрабатывающиеся и требует разных методов расчета. В программе также учтена возможность проектирования разных типов зубчатых передач: прямозубых и косозубых.

Допустимые напряжения определяют для расчетов на контактную и изгибаемую прочность зубчатых колес в соответствии с ГОСТ 21354-75, при этом учитываются коэффициенты долговечности и эквивалентности.

Эта программа позволит упростить и ускорить трудоемкие расчеты и одновременно расширить возможности курсового проектирования. Появляется возможность получить целый ряд вариантов материалов из которых изготавливаются шестерни и колеса зубчатых передач.

Это потребует более углубленного изучения полученных данных, проведения их анализа и выбора оптимальных параметров, что приведет к повышению качества курсового проектирования. Появляется также возможность выдавать дополнительные задания, связанные с коррекцией разработанного алгоритма, изменением текста программы и проведением ее отладки.

Список литературы

1. Чернавский С.А., Боков К.Н. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М. : Машиностроение. 1988. – 416 с.
2. Павлов В.Н., Панков А.Т., Цимбалюк А.А. Детали машин. Методические указания и задания для курсового проектирования. КИИГА. – К. : 1994. – 52 с.
3. Голубничий А.В. и др. Расчет зубчатых передач редукторов. КИИГА. – К. : 1985. – 28 с.

УДК 539.434(045)

Е.А. Польчин, студент

Национальный авиационный университет, Киев

РАСЧЕТ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТАЛЬНЫХ ТРУБ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ ВНУТРЕННИМ ДАВЛЕНИЕМ И КРУЧЕНИЕМ

Расчеты долговечности труб из стали ЭИ694 выполнены с использованием смешанного критерия длительной прочности в форме эквивалентных напряжений.

В структуру критерия входит максимальное нормальное напряжение σ_{\max} и интенсивность касательных напряжений s_i , а также константа материала α , определяемая из базового идентифицирующего эксперимента при двухосном напряженном состоянии:

$$\sigma_{eqv} = \alpha \sigma_{\max} + (1 - \alpha) \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right)^{\chi} s_i, \quad (1)$$

где χ – параметр Надаи-Лоде, учитывающий соотношение главных напряжений.

Структура критерия (1) выведена на основе нового подхода, описанного в работе [1], где приведена также методика выбора функций главных напряжений, входящих в критерий, и методика идентификации констант.

В настоящей работе апробация данного критерия выполнена на примере трубчатых образцов из жаропрочной стали ЭИ694, нагруженных внутренним давлением и кручением, с использованием экспериментальных данных, опубликованных в работе [2].

Расчеты прогнозируемых долговечностей выполнены на основании общего для принятой концепции эквивалентных напряжений условия:

$$\sigma_t = \sigma_{eqv} \text{ и } t_R = \frac{1}{B \sigma_t^m} \Rightarrow \frac{1}{B \sigma_{eqv}^m}, \quad (2)$$

где B и m – параметры кривой длительной прочности, σ_t – напряжение, соответствующее на кривой длительной прочности для одноосного нагружения той же долговечности, при которой происходит разрушение конструктивного элемента при сложном напряженном состоянии, и для которого вычислено значение σ_{eqv} .

Получено хорошее согласование расчета с экспериментальными данными.

Список литературы

1. Golub V.P. Derivation of creep long-term fracture criteria under plane state of stress. International Journal of Mechanical Sciences 2005; 47:1807.
2. Зверьков Б.В. Длительная прочность труб при сложных нагрузках // Теплоэнергетика. – 1958, № 3. – С. 51-54.

УДК 681.518.54 (043.2)

Т.А. Мазур, преподаватель кафедры АЕМ
Национальный авиационный университет, Киев

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ КАНАЛА ГЕНЕРИРОВАНИЯ С ПРИВОДОМ ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ РАСПОЗНАВАНИЯ

Совершенствование системы электроснабжения (СЭС) переменным трехфазным током, повышение ее эксплуатационной эффективности связано с созданием прогрессивных методов и средств контроля технического состояния электрооборудования.

Относительно медленное повышение уровня надежности комплектующих элементов по сравнению с увеличением количества элементов СЭС, является одной из причин появления отказов в системе. Поэтому повышение надежности первичной системы генерирования может быть достигнуто быстрым определением состояния канала генерирования, поиском места отказа и своевременным их устранением. Эту задачу можно решить с помощью прогрессивных методов диагностики технического состояния. С целью распознавания вида состояния и места отказа на основании данных контроля системы необходимо создать диагностическую модель СЭС (канала генерирования) как объекта контроля, которая бы позволила установить связь состояния объекта с контролируемыми параметрами.

На основании анализа публикаций о наиболее общих вероятностных методах распознавания оценим техническое состояние канала генерирования СЭС переменного тока постоянной частоты.

Применение метода Байеса обусловлено возможностью определения вероятности события зависящего от нескольких несовместных гипотез. Если принять, что A – появление признака (отклонение частоты питающего напряжения), а события B_1, B_2, \dots, B_n – неисправности соответствующих блоков канала генерирования с приводом постоянной скорости, в частности неисправности ППС. Тогда, учитывая допущения что один из узлов ППС неисправен и одновременный отказ двух узлов маловероятен и исключается из рассмотрения:

$$P(B_i/A) = \frac{P(B_i)P(A/B_i)}{\sum_{j=1}^n P(B_j)P(A/B_j)}.$$

При большом числе воздействующих на процесс управляемых и неуправляемых факторов была рассмотрена последовательная диагностическая процедура, на основе метода Вальда.

Использование вероятностных методов при оценке технического состояния канала генерирования СЭС переменного тока постоянной частоты дает возможность с достаточной точностью судить о состоянии канала генерирования и позволяют выявить влияние различных факторов на его надежность и определить направление работ по повышению работоспособности.

УДК 656.71.06(043.2)

Н.П. Кравчук, асистент; **Е.Ю. Яковичская**, доц.
Национальный авиационный университет, Киев

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ САМОЛЕТА ПО ТРАЕКТОРИИ ПОСАДКИ

Рассматривая процесс выполнения посадки как функционирование эргодической системы «самолет – экипаж – среда – аэродромный светосигнальный комплекс» с заданным качеством, можно разделить и описать систему следующими составляющими:

- самолет – среда – ситуация;
- экипаж – самолет – среда;
- экипаж – инструментальная система посадки – среда (подстилающая поверхность);
- экипаж – среда – аэродромный светосигнальный комплекс (АСК);
- самолет – среда – взлетно-посадочная полоса (ВПП);
- экипаж – самолет – ВПП;

Использование такого представления процесса захода и выполнения посадки самолета позволяет описать все взаимосвязанные процессы, проходящие в системе «самолет – экипаж – среда – аэродромный светосигнальный комплекс» в условиях неопределенности. Условиями, обеспечивающими безопасное выполнение посадки самолета, является постоянное поддержание его движения на траектории снижения и посадки в требуемых пределах. В качестве модели оцениваемого процесса рассматриваются кинематические уравнения самолета в связанной системе координат, записана в следующем вид:

$$\left. \begin{aligned} \dot{D}_x &= \omega_z D_y - W_x - \xi_{\omega z} \hat{D}_y + \xi_{\omega y} \hat{D}_z + \hat{W}_x; \\ \dot{D}_y &= \omega_z D_x - W_y - \xi_{\omega x} \hat{D}_z + \xi_{\omega z} \hat{D}_x + \hat{W}_y \\ \dot{D}_z &= \omega_y D_x - W_z - \xi_{\omega y} \hat{D}_x + \xi_{\omega x} \hat{D}_y + \hat{W}_z \\ \dot{W}_x &= \omega_z W_y - \omega_y W_z + \alpha_x - \xi_{\omega z} \hat{W}_y + \xi_{\omega y} \hat{W}_z - \xi_{\alpha x} \\ \dot{W}_y &= \omega_{xz} W_z - \omega_z W_x + \alpha_y - \xi_{\omega x} \hat{W}_z + \xi_{\omega z} \hat{W}_x - \xi_{\alpha y} \\ \dot{W}_z &= \omega_y W_x - \omega_x W_y + \alpha_z - \xi_{\omega y} \hat{W}_x + \xi_{\omega x} \hat{W}_y - \xi_{\alpha z} \end{aligned} \right\}.$$

При эксплуатации ИСП могут изменяться характеристики элементов аппаратуры, «подстилающая» поверхность, внешние факторы, оказывающие влияние на параметры сформированного в пространстве электромагнитного поля, что вызывает искривление линий глиссады и курса.

Список литературы

1. *Руководство по требуемым навигационным характеристикам*, DOC 9613-AN 1937, ICAO, 1999.
2. *Казак В.М.* Системний аналіз автоматизованих організаційно-технічних систем: Навч. посібник. – К. : НАУ, 2007. – 181 с.
3. *Казак В.Н., Салмон В.И., Туник А.А.* Системы автоматического и полуавтоматического управления полетом. – К. : НАУ, 2001. – 200 с.

А.Л. Тіміна, студент

*Національний авіаційний університет, Київ***ВПЛИВ СТАНУ ПОВЕРХНІ АЕРОДИНАМІЧНОГО ПРОФІЛЮ
НА КРИТИЧНІ РЕЖИМИ ОБТІКАННЯ ПРОФІЛЮ**

В технічних умовах течія біля пластини (наприклад, обтікання корабля, крила літака, лопатки турбіни) зазвичай відбувається при режимі, при якому стінка не являється гідравлічно гладкою. Через це течія біля шорсткої поверхні являє такий же високий практичний інтерес, як і при потік в шорсткій трубі.

При обтіканні профілю, на межі течії зі стінкою, виникає примежовий шар, в якому швидкість потоку збільшується від 0 (на стінці) до свого максимального значення (у зовнішньому потоці).

Розрізняють ламінарний, перехідний та турбулентний режими обтікання. Число Рейнольдса – безрозмірне співвідношення, що, як прийнято вважати, визначає ламінарний або турбулентний режим течії рідини або газу. Значення критичного числа Рейнольдса, при якому відбувається перехід ламінарного режиму в турбулентний, залежить від ступеня шорсткості обтічної поверхні, рівня турбулентності зовнішнього потоку, числа M та деяких інших факторів.

Число Маха – один із критеріїв подоби. Являє собою відношення швидкості течії в даній точці газового потоку до місцевої швидкості поширення звуку в середовищі, що рухається.

При обтіканні шорсткого профілю важливу роль відіграє відносна шорсткість (k/δ), де δ -товщина примежового шару. Відносна шорсткість зменшується при віддаленні від передньої кромки профілю, так як примежовий шар збільшується за течією. Це призводить до того, що передня і задня кромки ведуть себе неоднаково відносно опору, який визваний шорсткістю.

Тіла, з гострими кромками, що обтікаються у напрямку перпендикулярному до площини, як наприклад пластина, не чуттєві відносно шорсткості до опору. На відміну від них, тіла без гострих кромок та поганообтікаємі в зв'язку з падінням опору на пряму залежать від шорсткості, що впливає на критичні значення чисел Рейнольдса, Маха. Так, критичне значення Рейнольдса зі збільшенням відносної шорсткості (k/R) зменшується. Шорсткість настільки сильно збурює примежовий шар, що перехід ламінарної течії в турбулентну відбувається при значно менших числах Рейнольдсу, ніж при гладкій поверхні.

УДК 629.735.015.4-03:620.178.38:513.6

С.С. Дубровський, аспірант;

Я.А. Петрук, студент

Криворізький коледж НАУ, Кривий Ріг

ЛОКАЛІЗАЦІЯ ПОШКОДЖУВАНOSTІ ЖАРОМІЩНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДЕТАЛЕЙ З НИХ В АВІАЦІЙНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

В доповіді розглядається концепція локалізації пошкоджуваності зразків жароміщних матеріалів та деталей з них в умовах термоциклічної роботи авіаційних двигунів та енергетичних установок. При цьому припускається, що зразки матеріалів працюють в умовах максимально наближених до критичних точок деталей, що пошкоджуються та зменшують термін служби ГТД. Запропонована в доповіді концепція має три основних аспекти впливу на пошкоджуваний стан матеріалів, які потребують спеціальних ретельних досліджень. Це перш за все – тепловий стан зразків матеріалів і деталей, що досліджуються. Оскільки розподіл температури матеріалу і деталей прямо впливає на теплофізичний стан і зміну модуля пружності матеріалу та на його несучу здатність, особливо в умовах термоциклічних випробувань. По-друге, – напружений стан матеріалу, який змінюється разом зі зміною теплового стану матеріалу деталей під дією змінних термомеханічних напружень різної асиметрії циклу. По-третє, – деформований стан зразків матеріалів, які також змінюються в процесі термоцикловання та термомеханічного навантаження різної асиметрії циклу. Проведені дослідження показали, що максимальні теплові деформації матеріалів локалізуються в зоні максимальних температур, що змінюються згідно заданих умов термоциклічних випробувань (чи роботи деталей). Також очевидно, що прикладені до зразків матеріалів циклічні термомеханічні навантаження призведуть до деформацій та пошкодження матеріалів саме в зоні дій максимальних температур та термомеханічних напружень різної асиметрії циклу. Далі в роботі були дослідженні повздовжні та поперечні деформовані стани зразків матеріалів, що піддавались термоциклічним випробуванням. Повздовжні накопичені пластичні деформації при термоциклічних випробуваннях різних матеріалів з різними значеннями асиметрії циклу навантажень виявлені ті ж звісні три стадії їх накопичення, як в прибуткової так і в від'ємних зонах, тобто стадію «приробітку», «роботу» та початок стадії «руйнування» зони накопичених пошкоджень.

Дослідження поперечного деформованого стану зразків матеріалів, що випробувані в термоциклічних умовах різної асиметрії циклу термомеханічного навантаження показали, що найбільші знакозмінні пластичні деформації та пошкодження матеріалів накопичується точно в зоні дій максимальних температур та термомеханічних напружень. В доповіді ці зони ілюструються по всім трьом аспектам на основі експериментальних даних та теоретичних розрахунків теплового стану зразків.

УДК 629.735.015.4.017.1/018.4-03

С.С. Дубровський, аспірант; **Я.А. Петрук**, студент
Криворізький коледж НАУ, Кривий Ріг

ЛОКАЛІЗАЦІЯ ЗОН ПОШКОДЖЕННЯ РОТОРНИХ ДЕТАЛЕЙ ГТД

Розроблено багато моделей і способів визначення запасу міцності дисків і лопаток турбіни, але практично всі вони спираються на довідкові дані або деякі емпіричні формули, що вносить ряд неточностей. Враховуючи різноманітність використовуваних матеріалів (застосування нових матеріалів) і умов їх експлуатації, отримання необхідної інформації, для розрахунків, в повному об'ємі можливо, переважно, шляхом проведення відповідних випробувань. Для того, щоб параметри випробувань відповідали експлуатаційним, види навантаження повинні визначатися з урахуванням реальних умов на базі імовірнісного аналізу навантажень що діють на деталь. Для цього необхідно визначити зони (критичні точки) з максимально дією навантажень. Об'єктом дослідження є робочі лопатки і диски турбіни ГТД. Зазвичай для розрахункової оцінки міцності вибираються режими з максимальною частотою обертання, максимальними температурами, максимальною тривалістю і формуються в узагальнені польотні цикли. В доповіді розглянемо дію навантажень на робочі лопатки і диски турбіни на стаціонарному і перехідних режимах роботи ГТД. В наслідок відведення тепла з профільної частини лопаток в хвостовики і обід диска, які інтенсивно охолоджуються повітрям, температура біля кореня лопатки істотно нижча за середню температуру. Максимальні температурні градієнти знаходяться на відстані 65% висоти лопатки від кореня. Такий розподіл температури газу по висоті лопатки приводить до появи зони максимальної знакозмінної термічної напруги. У зв'язку з цим критична точка 1 знаходиться на відстані 65% висоти лопатки від кореня. Критичну точку 2 можна прийняти на відстані 35% висоти лопатки від кореня, це перетин з мінімальним коефіцієнтом запасу міцності, у зв'язку з максимальною дією сумарної термомеханічної напруги. Критичну точку 3 приймаємо в зоні дії максимальної напруги розтягування, а саме в першій западині хвостовика лопатки. Зміна режиму нагріву на режим охолодження викликає в критичній зоні зміну знаку і величини термомеханічних напруг. Дослідження дисків, зруйнованих в експлуатації і при циклічних випробуваннях з аналізом їх навантаженості дозволяють визначити критичну точку 4 в районі замкового паза, оскільки більшість руйнувань дисків по замкових пазах, носить втомний характер і відбувається внаслідок циклічної дії комплексних термомеханічних навантажень.

Отримавши експериментальним шляхом закономірності змін характеристик міцності матеріалів і навантаження деталей в часі, по характерним «критичним точкам» (1, 2, 3, 4), можна з наперед заданою вірогідністю визначити момент часу, коли міцність буде рівна напругам, викликаним навантаженням, тобто можливо відбудеться руйнування, що важливо для визначення строку служби (ресурсу) роторних деталей ГТД.

UDC 316.775: 004.122(043.2)

O.E. Shkvar, student

*National aviation university, Kyiv***EVALUATION OF INFORMATION COST IN ACTIVE SYSTEMS**

Optimal problem solving and decision-making are important skills for business and life. As usual problem-solving often involves decision-making, and the last one is especially important for management and leadership. Every decision-making process often needs choosing one possibility of alternatives multitude. Efficiency and optimality is closely connected with individual preferences of a person (operator), who is able to make decisions. Functioning of every active system, particularly, technical, social, economical, financial etc. depends on level of correctness of making decisions and relevant data. Importance of mentioned above feature becomes much more actual in uncertain and crisis situations, under which humans preferences can be strongly changed by the influence of endogenous and exogenous characteristic. Because of this reason human factor becomes very significant, for example, at the aircraft control process pilot should make sensible decisions quickly. At the time of decision-making operator of any complicated enough active system doesn't have, as usual, ready strategy or some set of solving rules. By considering a large quantity of alternatives operator traditionally applies a simple strategy «exceptions by aspects», trying to reduce their number and then uses more rational strategy of comparison. But here it is very important to be able to account and predict a structure of human preferences, which is irrational enough in different actual aspects (individual profit, mentality, psychology, habits, religion etc.).

The purpose of this presentation is determination of basic principles, lying in decision-making process, and attempt of formalization of this process, taking into account human subjectivism and system of individual preferences. Subjectivism takes significant place in all aspects of decision-making process: at the time of writing a list of available alternatives, by estimation of comparative importance of criteria and by choosing one of them. One of effective methods of the mentioned above peculiarities accounting is application the entropy analysis together with variation principle. This theory was worked out by Prof. V.O. Kasyanov and called him as "Subjective analysis".

In this report I would like to focus the major attention on dynamics of preferences, related to the decision-making process in several examples of active systems, where the information flow and its cost have great importance. One of criterion that can describe the dynamics of changing the system state and predict its tendency to sequential or chaotic changes is entropy. Let's formalize the statement of a problem in a following way. There is some set of alternatives which is in state of evolution by adding or excluding some of them. This alternatives dynamics influences the preferences distribution of operator. Under these circumstances operator preferences can be changed evolutionally or stochastically depending on the entropy level. There is some critical significance of entropy, which determines the boundary between these modes of system behavior. In situation, when subjective entropy is less than or close to its critical value, operator is able to make a decision about redistribution of disposal resources that can be accounted by decreasing the entropy level depending on available information cost. Several examples of active systems will illustrate the workability of this method.

M. S. Lazarjan, student; P. G. Alinagi, student
National Aviation University, Kyiv

SOFTWARE FOR VECTOR REPRESENTATION OF EXPERIMENTAL PRESSURE DISTRIBUTION OVER A PROFILE

One of the main tasks of wind tunnel testing is the increase of test informativeness. That is why an extensive set of parameters is usually determined in each particular test run. Up-to-date testing procedures permit to observe results of measurements in the form of plots of respective parameters in the course of experiment, which give the experimenter the better understanding of obtained data.

In NAU at Aerodynamic Facility for Interdisciplinary Researches (AFIR) wind tunnel testing of profiles are performed aimed on development of advanced methods of boundary layer control. In these tests measurements of lift, drag and pitch moment coefficients are combined with static pressure measurements on the model surface in a number of points. All measurements are performed in sequence for two cases: for reference case with no boundary layer control is applied, and for controlled one. Software, which controlled the course of experiment, permitted on-line plotting of aerodynamic coefficients for both cases but not pressure distribution over the model. But it was found that pressure distribution is more informative parameter than aerodynamic coefficients. The task was set to develop software for graphical representation of pressure distribution over the model in the course of test.

Two forms of pressure distribution plotting are known: scalar form where pressure coefficients are plotted versus chord position in Cartesian coordinates and vector form, where pressure coefficients are represented as set of vectors normal to profile surface in particular points. The latter is more suitable for analysis and this has been chosen for implementation. Another requirement is the possibility to draw pressure distribution for any tabular presentation of arbitrary profile.

Developed software performs approximation of profile shape and calculation of directions of perpendiculars to the surface in specified points, scaling measured pressure data and drawing profile contour on the plot. In each specified point on the profile vector representing pressure coefficient is placed and envelope curve is built for both reference and controlled case. Software has been created in Matlab package to provide compatibility and integration into existing software. Separate graphic user interface has been created to provide extensive post-experimental analysis of obtained data which are read from file created during test run.

This work is performed in the frame of Grant Assistance Program #UKE2-1518A-KV-07 of US Civil Research and Development Foundation and is sponsored by European Office of Aerospace Research and Development.

UDC 623.544 (043.2)

Mohammad Razavi, student;
Hamidreza Taherkhani, student;
Peyman Alinaghi, student
National Aviation University, Kyiv

ELECTRO MAGNETIC LAUNCHER (EML)

Electro Magnetic Launcher (EML) is being actively researched for accelerating macroscopic objects or projectiles to hyper velocities using electromagnetic or electrothermochemical launchers. In the field of EML, researchers are actively sharing their respective work. It seems, we are at the threshold of a new era in the applications of electromagnetic launch technology. Rail guns, coil guns, EMALS on aircraft carriers, mass drivers and related electromagnetic acceleration technologies are a part of EML.

A mass driver or electromagnetic catapult is a proposed method of non-rocket space launch that would use a linear motor to accelerate and catapult payloads up to high speeds. All existing and contemplated mass drivers use coils of wire energized by electricity to make electromagnets. A mass driver is essentially a coil gun that magnetically accelerates a package consisting of a magnetisable holder containing a payload. Mass drivers can be used to propel spacecraft in two different ways: A large, ground-based mass driver could be used to launch spacecraft away from the Earth or another planet. A spacecraft could have a mass driver on board, flinging large pieces of material into space to propel itself. A hybrid design is also possible.

We want to use a new technology in this subject which is by using the mass driver and ram accelerator simultaneously, by putting mass driver behind the ram accelerator and send the projectile with high speed velocity to the target. Which could be received in range of 2 Km/s to 10 Km/s depend on mass of object. We can achieve this technology by using high capacitance and high voltage capacitors, which give us this ability to make high electromagnetic pressure environment that use them as sending the objects to the space or in another way we can send the aircraft with out even take off. The system we wish to consider, consist of three main components: 1-capacitors, which will initially contain the “firing” electric charge and will re-absorb charge reflected from the coil system. 2-stationary inductor which generates the working magnetic field and 3-a movable core or “Armature” which is drawn into coil by magnetic field consider the three stages of the armature movement through the coil. The first stage involves the introduction of the armature into the solenoid. If there is current flowing in the coil, the armature will be drawn in by the magnetic force .when the armature fills the coil, the force vanishes and the armature moves at constant velocity as long as armature current are ignored. An electromagnetic launch system offers higher launch energy capability, as well as substantial improvements in areas other than performance. These include reduced weight, volume, and maintenance; and increased controllability, availability, reliability, and efficiency.

UDC 004.38: 539.4 (043.2)

S.O. Kombarova, student
National Aviation University, Kyiv

APPLICATION OF MULTIFUNCTIONAL PROGRAM ANSYS FOR STRESS ANALYSIS OF CONSTRUCTION ELEMENTS.

In connection with the accelerated rates of development of technical progress and creation of more elaborate designs in all industries of national economy, appeared necessity for creation of the programs which would be able to facilitate work of engineers, designers, technologists, and also to take to the minimum probability of error in the calculations. And one from such programs there is an ANSYS.

ANSYS is the universal programmatic package of finite-element analysis (the developer of which is a company ANSYS Inc.). It allows solving of wide circle of tasks in the different areas of engineering activity such as:

- Structural;
- Thermal;
- Computational Fluid Dynamics;
- Electrical /electrostatics;
- Electromagnetics;
- Optimization of construction on the basis of all above-mentioned types of analysis.

Program structure:

ANSYS /multiphysics – package of ANSYS, plugging in itself all engineering's disciplines.

There are three main packages, selected from Ansys/multiphysics:

ANSYS /mechanical – strength & thermophysics, ANSYS /structural – strength, ANSYS /emag – electromagnetics.

Additional lines of products:

ANSYS /professional – strength & thermophysics & integration with CAD system, ANSYS /CFX – hydrodynamics, ANSYS/LS-DYNA – solving of problems connected with strength, Designspace – calculation package for the use in the environment of Cad-system.

Branches, in which program ANSYS is used: Aerospace, motor-car, biomedical, engineer, marine technique, Oil & gas industry, turbomachinery, fire safety, planning of bridges and buildings, electrical engineering equipment, Constructing of MEMS- micro electro mechanic systems, Energy, Electronics etc.

Examples of problems, which may be solved by this program:

Crash-test of the car, study of durability of bicycle helmet, compression of pipe of a box like section, modeling and creation of graphs of deformations of power elements of stabilizer of airplane at the collision of airplane with a bird etc.

S.S. Maydannik, student, A.A. Kornienko, Ph.D.
National Aviation University, Kyiv

INCREASING THE WEARRESISTANCE OF COMPOSITE ELECTROLYTIC COATINGS USING

The problem. The effective solution of problem of increasing of wearresistance of the machine elements, made from construction materials is the formation of wear-resistant gradient layers with a heterogeneous structure of a matrix-filled type on the external layers of material. This solution has been successfully realized thanks to using composite electrolytic coatings (CEC). In addition, one of the perspective methods of increasing exploitation characteristics of tribotechnical composite materials is its modification with nanoparticles.

The main purpose of the work is obtaining data about wear resistance of matrix-filled coatings, which include SiC of micro- and nanosizes, in a Ni matrix and determining the level of influence of modification the composite electrolytic coatings with nanoparticles, for its wear resistance.

Methodic of the experiment. The samples of Steel 0.20C were covered with coating, in lab NAN in Ukraine. CEC were produced through silting of strengthening SiC powders of different fractures: microparticles (fraction 28/20 μm) and nanoparticles (about 50 nm), of various dispersivities with electrolytic nickel.

Experiments on friction and wear were held in the conditions of friction without lubricating on the test machine M-22M. The scheme of the friction is shaft –plain. The level of wear was evaluted by the loss of the mass of the sample, and by the linear wear of the friction couple.

Results of the experiment and their discussion. The chemical analysis of obtained coats, showed that, microparticles inserts into the coating in enough quantity (20-30% for volume), and nanoparticles are characterized by low quantity (about 4 % of volume).

Tribotechnical researches showed that in case of injecting the nanoparticles into the composition, the dispersive hardening of the matrix material occurs, decreasing of yield limit, increasing the micro strength of the composite. But the wear resistance doesn't increase significantly. With the purpose, to increase the wear resistance, the SiC particles of two different fractions were injected into the ductile nickel matrix simultaneously: nanoparticles and micro particles. Every type of inclusion has its own role. The injection of the nanoparticles cause the dispersive hardening of the matrix, and improvement of its mechanical properties, on other hand the macroparticles take contact loads during friction, and make the main contribution into the wear resistance of such composite.

Compositions with such macro- and nanoinserts can be characterised by the improvement of wear resistance in 1.3 times, comparing with CEC, that have inserts of fraction 28/20 μm , and have a greater wear resistance level, than composites, hardened with the help of only nanoparticles.

Conclusion. The experiments showed the effectiveness of introducing the nanoparts into the matrix, with the purpose of increasing the wear resistance of the coatings.

UDC: 532.517.4 (043.2)

R. Hasanov, student*National Aviation University, Kyiv***THE INTERACTION OF TURBULENT FLOW WITH SHOCK WAVES**

The theme of the investigation is one of the most important in the field of aerodynamics. This problem is still unsolved. During investigations the interaction of the isotropic turbulence with shock waves takes place. Traditional theory of shock waves should be changed in this case. Moreover the shock appears as non-stationary. In the energy balance equations the turbulent energy is included before and after the shock. The sound propagation by non-stationary parts of the shock takes place. So, classical model of Rankin-Gugonio should be modified.

There is no final theoretical solution of this problem up to now. The reason of solution incompleteness is absence of satisfying local model of turbulent flow.

The known models (Reynolds for example) are averaged. That is why it is impossible to investigate local characteristics of turbulence.

The interaction of turbulent flow with shock waves is a new scientific topic. It is considered self-consistently so that the back reaction of the turbulence and its associated interaction on the turbulence is addressed. An energy-containing model which couples the turbulence energy density and correlation length of the flow with the mean flow is developed.

This problem can be solved both in 2-dimensional and 3-D way because of the turbulence. According to investigated formula (1), due to interaction with shock wave, we consider sound propagation.

$$\frac{1}{[(\rho_1 p_2^{*k+1})] * [(3k+1)(p_1 p_2 - p_2 p_1) + (k+1)(p_1 p_1 - p_2 p_2)]} = 2T_1 / \rho_2^{*2} * (\rho_1 - \rho_2) + 2E / \rho_2 \quad (1)$$

Using Mass Conservation, Impulse Conservation and Energy Conservation equations, we obtain kinetic energy in the right side of turbulence equation. This energy calculated in downstream flow, may be treated as a sound propagation.

As a digital modeling some consequences have been formed. Pictures of turbulent flow interaction with shock waves are obtained for cases of $M < 1$ (subsonic flow) and $M > 1$ (supersonic flow). The authors have compared laminar and turbulent flows interaction with shock waves forming on the surface of rigid body in the flow. The difference is evident due to variable intensity of shock waves and pressures in these zones and dynamic changes of the shock wave in case of turbulent flow.

Non-stationary shock waves have appeared during computer modeling. It was fixed that intensity of turbulence after the shock increases. Periodic oscillations have appeared downstream the flow.

To investigate these phenomena the linearized model of turbulence was created. It is based on linearized equations of Nave-Stock. This model confirmed the increasing of turbulence intensity after the shock.