

На наступному етапі графи першого рівня об'єднувалися в граф другого рівня.

При розробці алгоритму логічного висновку всі дані відповідно були розбиті на масиви «I» і масиви «АБО». Масиви містять бінарні значення. Спочатку зручніше перевіряти логіку «АБО». Якщо в масиві «АБО» присутня хоча б одна одиниця, то можна перейти до наступного масиву. Якщо ні, то умова не виконується. Якщо в кожному масиві «АБО» міститься хоча б одна одиниця, то здійснюється перехід до масивів «I». Якщо всі значення в усіх масивах «I» дорівнюють одиницям, то умова виконується, в іншому випадку – ні.

При розробці інтерфейсу й алгоритму діалогу ставилася задача звести до мінімуму свободу дій користувача. Користувач задає програмі значення будь-якого з незалежних параметрів, система приймає його до уваги і направляє користувача по гілці логічного висновку. Система повинна по черзі з'ясувати значення інших незалежних параметрів, привести користувача до однозначної ситуації і повідомити йому, як треба діяти відповідно до вимог порадики [3]. Причому система видає обов'язковий перелік дій у даній ситуації, а також перелік рекомендацій, якими пілот може скористатися, а може і не скористатися. Програма використовує базу знань, що являє собою множину одновимірних масивів з бінарними значеннями.

Місяць	Дні	Години	Хвилини	Секунди	Години	Хвилини	Секунди	Години	Хвилини	Секунди	Години	Хвилини	Секунди
Відомі	77	39	190	193.5	61.0	0.24							
Безпечно	242	249	190	239.4	45.4	0.13							
Підприємство	95	86	189	191.5	47.7	0.18							
Підприємство	261	252	189	198.7	58.3	0.22							

Рис. 4. Форма бортового журналу

Прототип АРМ розроблено у середовищі програмування Delphi-5. Система АРМ дозволяє прискорити передполітну підготовку і поліпшити її якість і в такий спосіб сприяє підвищенню безпеки польотів. У результаті своєї роботи АРМ видає на друк пакет політної документації у формі, що вимагається керівними документами. На рис. 4 показано стандартний штурманський бортовий журнал, що видається на екран і на друк. Журнал виконано за принципом табличного процесора. При введенні даних або при їх корекції перерахунок виконується миттєво. При натисненні на кнопку «Друк» підготовлений штурманський бортовий журнал друкується.

Список літератури

1. Сакай Р.В., Зубков Б.В., Давиденко М.Ф. Безопасность полетов. – М.: Транспорт, 1989.
2. Ошибки пилота: человеческий фактор: Сб. ст. / Под ред. Р.Херста. – М.: Транспорт, 1986.
3. Руководство по летной эксплуатации вертолета Ми-8МТВ. ДВТ. – М., 1996.

Стаття надійшла до редакції 02.09.02.

0551.410-041.201-0255-05
УДК 515.2

модельованню геометрического, обвод,
перерези воздухозаборника
воздухозаборника ГТД, проектування автоматиз. АД

АВТОМАТИЗОВАНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБВОДІВ ПЕРЕРІЗІВ ПОВІТРОЗАБІРНИКІВ Авіаційних ДВИГУНІВ ПАРАБОЛО-ЕЛІПТИЧНОЇ ФОРМИ

В.В. Ситниченко, інж.

Розглянуто питання автоматизації геометричного моделювання обводів параболо-еліптичної форми характерних перерізів повітрязбірників авіаційних газотурбінних двигунів за заданими умовами (параметрами).

При проектуванні силової установки літака важливе місце відводиться питанням проектування повітрязбірників (ПЗ) авіаційних двигунів, які впливають значною мірою на його економічність, стійку роботу, лобовий опір літального апарата (ЛА) взагалі. Профілювання зовнішнього обводу (ПЗ) повинно забезпечити ЛА мінімальний лобовий опір, а оптимальне профілювання внутрішніх обводів характерних перерізів (ХП) повітряного каналу – високі значення

коefіцієнта відновлення повного тиску ($\sigma_{вх} = 0,97 \dots 0,98$) і рівномірне поле швидкостей на вході до компресора газотурбінного двигуна (ГТД), що досягається через безвідривне протікання повітря в його каналовій поверхні.

Для сучасного проектування авіаційних конструкцій все частіше використовують методи геометричного моделювання (ГМ) поверхонь ЛА та їхніх обводів з широким застосуванням комп'ютерних технологій та створенням на їхній базі систем автоматизованого проектування (САПР).

У загальному вигляді обводи як внутрішніх, так і зовнішніх форм ЛА і ПЗ ГТД, мають складні геометричні форми, але більшість з них піддаються ГМ кривими другого порядку (КДП). Метод КДП твердо ввійшов до практики літакобудування, але далеко не всі його можливості вивчені, наприклад, не досліджені питання, які пов'язані з розробкою САПР на основі КДП та інших графічних прийомів в ГМ кривих поверхонь [1].

Однією з важливих розрахунково-геометричних характеристик ХП ПЗ ГТД є площа його перерізу, бо знання конкретних значень площ ХП необхідне для визначення витрати повітря, епюр полів швидкостей течій повітря в них, забезпечення стійкої роботи авіаційного ГТД.

Геометричні параметри вхідної частини каналу ПЗ визначаються необхідною витратою маси повітря через площу входу за формулою [2]:

$$F_{вх} = m_n / v_{вх} \rho_{вх}, \quad (1)$$

де $F_{вх}$ – площа входу; m_n – секундна витрата повітря через двигун; $v_{вх}$ – швидкість повітря на вході; $\rho_{вх}$ – щільність повітря на вході.

При проектуванні дозвукових ПЗ ГТД їхні параметри вибираються для основного режиму польоту. При ГМ обводу параболо-еліптичної форми стикування окремих ділянок повинне виконуватися зі збереженням похідної (дотична до обох кривих у точці стику має бути спільною) або із додержанням одного і того ж радіусу кривини в місці стику [3; 4].

Наведемо формули, необхідні для автоматизованого ГМ:

– рівняння параболі:

$$y^2 = 2pz;$$

– рівняння еліпса:

$$\frac{(z - z_e)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1;$$

– умови стикування:

$$\begin{cases} \frac{(z_{ne} - z_e)^2}{a^2} + \frac{2pz_{ne}}{b^2} = 1; \\ \frac{z_{ne} - z_e}{a^2} + \frac{p}{b^2} = 0, \end{cases} \quad (2)$$

де p – відстань від фокуса до директриси параболі; z_e – апліката центру еліпса; a – розмір великої півосі еліпса; b – розмір малої півосі еліпса; z_{ne} – апліката точки стику параболі і еліпса.

З розв'язку системи рівнянь (2) знаходимо аплікату точки стику параболі і еліпса:

$$z_{ne} = \frac{b^2}{2p} \left(1 - \frac{p^2 a^2}{b^4} \right)$$

і аплікату центру еліпса:

$$z_e = \frac{p^2 a^2 + b^4}{2pb^2}.$$

Формула для визначення площі обводу параболо-еліптичної форми ХП до формули (1) отримана в роботі [3]:

$$S_{ХП} = ab \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{ap}{b^2} \right) + \frac{2b^4 + p^2 a^2}{3pb} * \sqrt{1 - \frac{a^2 p^2}{b^4}}.$$

Для автоматизованого ГМ розроблено програму візуального моделювання обводів перерізів ПЗ, яка має графічний інтерфейс користувача, що полегшує роботу з нею та, завдяки цьому, наочно показує всі необхідні результати розрахунків і побудов.

Функціональним призначенням програми є:

– візуальне моделювання обводів перерізів ПЗ параболо-еліптичної форми входу за наперед заданими параметрами;

– обчислення аплікату характерних точок стику;

– обчислення значення площі ХП;

– побудова графіків залежності площі ХП від обраного параметра обводу.

Користувач вводить значення необхідних параметрів, після чого йде автоматична перевірка на коректність вводу. Якщо дані коректні, то на екрані у відповідних вікнах будуть накреслені обводи та графіки, в іншому випадку – на екрані з'явиться повідомлення «Некоректні дані».

Програма розроблена для використання на персональному комп'ютері з процесором Intel 486 з об'ємом ОП не менше 4 Мбайт та ОС Windows 95. Програма написана на мові високого рівня С++. Для компіляції програми використовувалося середовище програмування Borland Builder С++ 5.0.

Опис логічної структури програми наведено на рис. 1 відповідно до вимог ГОСТ 19.002 – 80 та ГОСТ 19.003 – 80.

Для виконання програми у поточний каталог треба скопіювати стандартні бібліотеки Builder С++ – borlndmm.dll та cc3250mt.dll. Виклик програми виконується запуском файлу ParEll.exe.

Вхідними даними для побудови обводу є a , b , p .

Вхідними даними для побудови графіків функцій залежності площі ХП від одного з параметрів є найменування самого параметра, для якого необхідно ввести початкове та скінчене значення, а також – значення інших параметрів, що не змінюються.

Вихідними даними є :

– візуальне зображення ХП;

– відповідне значення площі;

– значення аплікату характерних точок стику, серед яких є аплікату точки стику параболу і еліпса і аплікату центру еліпса;

– графік функції залежності площі ХП від одного з параметрів.

На рис. 2 показано результат виконання автоматизованого ГМ обводу перерізу ПЗ за наперед заданими умовами:

– великою піввіссю еліпса $a=2,2$;

– малою піввіссю еліпса $b=1,3$;

– відстанню від фокуса до директриси параболу $p=0,345$.

Після вводу вхідних даних отримуємо автоматично:

– візуальне зображення змодельованого обводу ХП ПЗ параболо-еліптичної форми з масштабуванням по осям;

– площу обводу $S=10,000$;

– значення аплікату характерних точок стику, серед яких є аплікату точки стику параболу і еліпса $z_{пе}=1,96$, аплікату центру еліпса $z_e=2,94$.

Якщо однією з наперед заданих умов проектування обводу є площа входу вхідної частини каналу ПЗ (наприклад, площа входу $F_{вх} = 10$), то за допомогою графіків функцій залежності площі ХП від одного з параметрів (див. нижню частину рис. 2) можна досить швидко і точно підібрати бажані вхідні параметри (дані) для побудови обводу, тобто a , b і p .

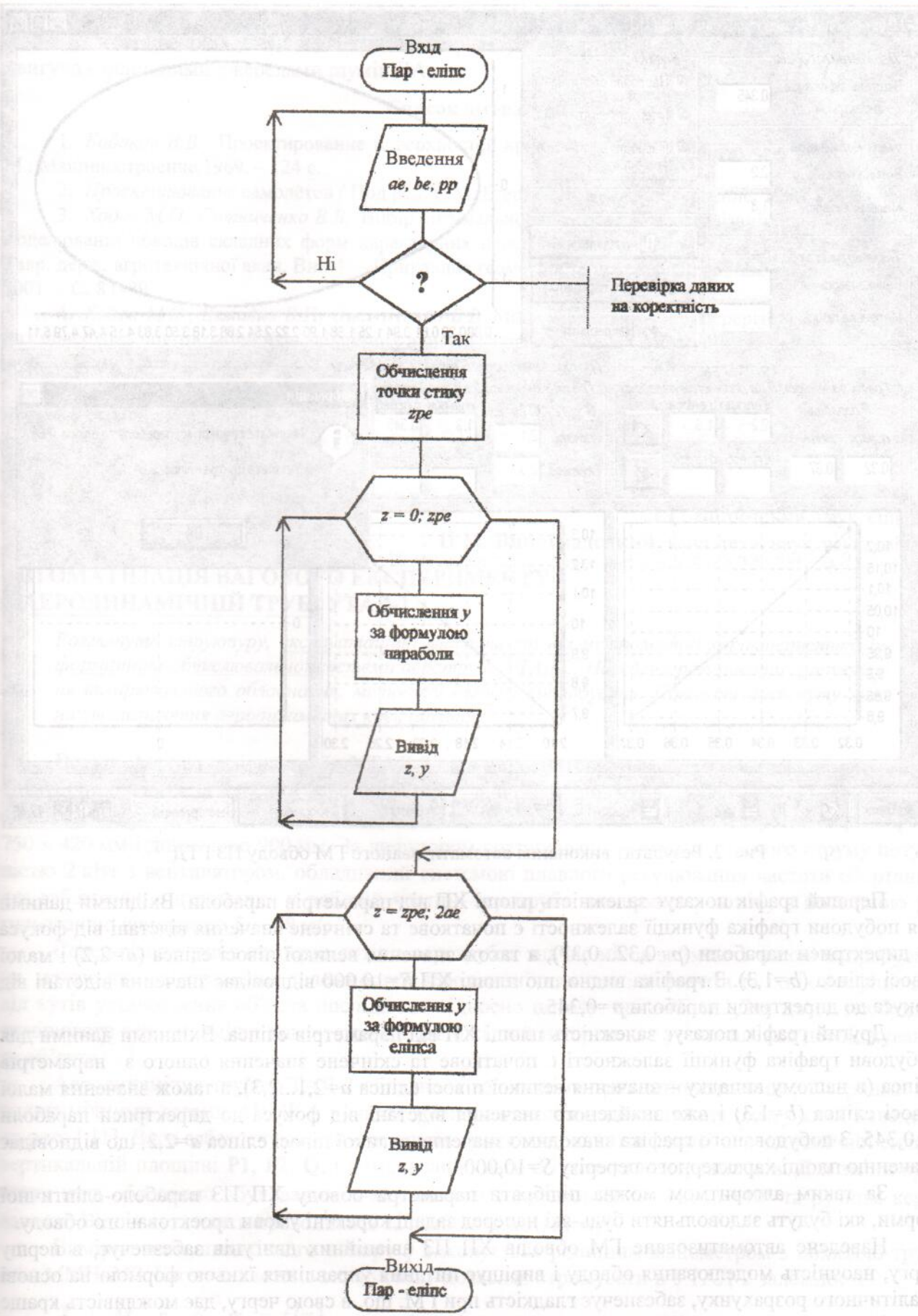


Рис. 1. Блок-схема програми побудови зображення параболо-еліптичного обводу ПЗ ГТД

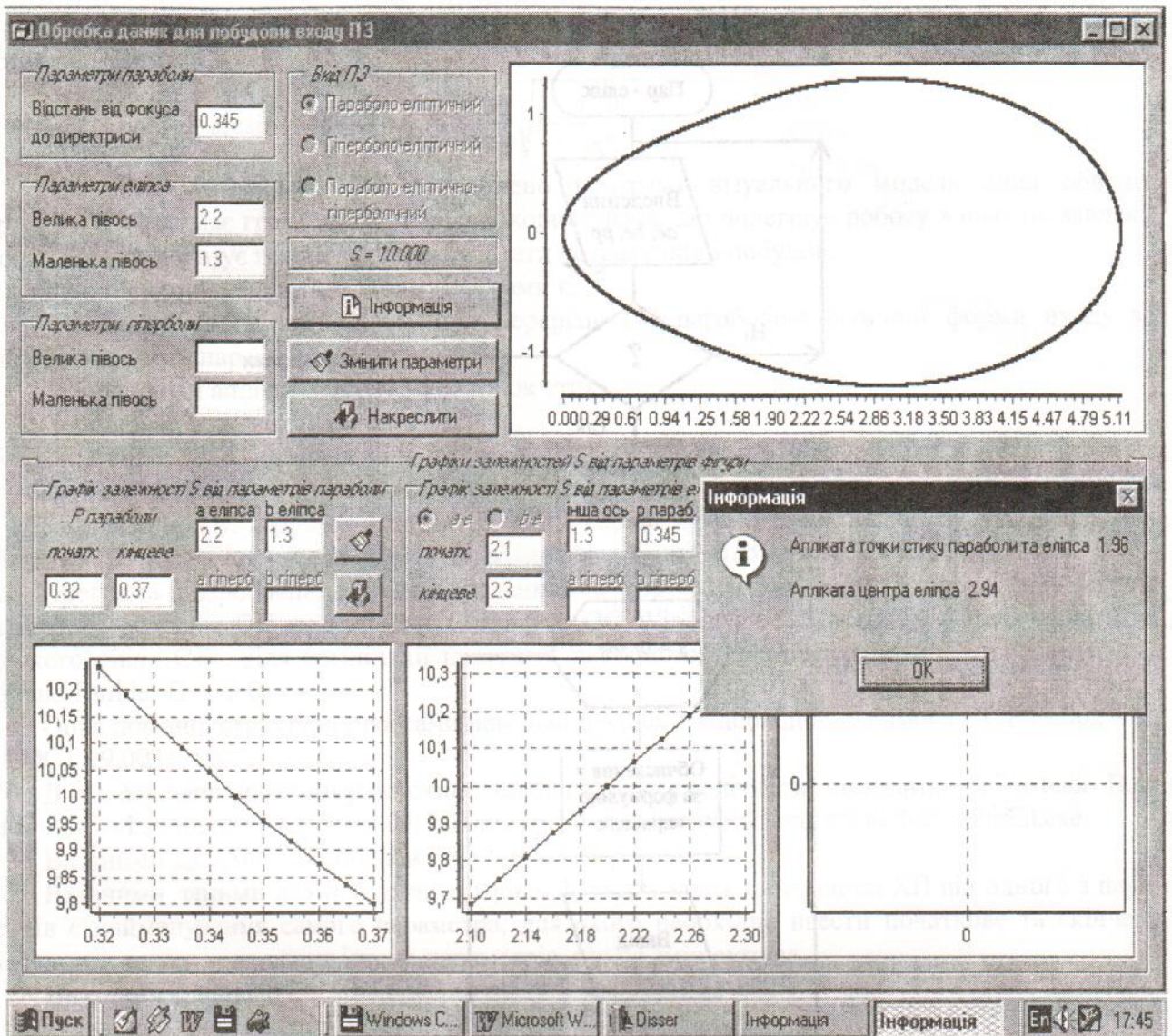


Рис. 2. Результат виконання автоматизованого ГМ обводу ПЗ ГТД

Перший графік показує залежність площі ХП від параметрів параболы. Вхідними даними для побудови графіка функції залежності є початкове та скінчене значення відстані від фокуса до директриси параболы ($p=0,32\dots0,37$), а також значення великої півосі еліпса ($a=2,2$) і малої півосі еліпса ($b=1,3$). З графіка видно, що площі ХП $S=10,000$ відповідає значення відстані від фокуса до директриси параболы $p=0,345$.

Другий графік показує залежність площі ХП від параметрів еліпса. Вхідними даними для побудови графіка функції залежності є початкове та скінчене значення одного з параметрів еліпса (в нашому випадку – значення великої півосі еліпса $a=2,1\dots2,3$), а також значення малої півосі еліпса ($b=1,3$) і вже знайденого значення відстані від фокуса до директриси параболы $p=0,345$. З побудованого графіка знаходимо значення великої півосі еліпса $a=2,2$, що відповідає значенню площі характерного перерізу $S=10,000$.

За таким алгоритмом можна підібрати параметри обводу ХП ПЗ параболо-еліптичної форми, які будуть задовольняти будь-які наперед задані коректні умови проектованого обводу.

Наведене автоматизоване ГМ обводів ХП ПЗ авіаційних двигунів забезпечує, в першу чергу, наочність моделювання обводу і вирішує питання управління їхньою формою на основі аналітичного розрахунку, забезпечує гладкість при ГМ, що, в свою чергу, дає можливість краще організувати потік повітря в його каналовій поверхні, забезпечує зниження гідравлічних

втрата потоку повітря, підвищує загальну економічність і надійність роботи авіаційного двигуна, а також дозволяє знижувати його шумові характеристики, тому що вхідні та вихідні частини двигуна є основними джерелами шумів ЛА.

Список літератури

1. Бабаков В.В. Проектирование поверхностей кривыми второго порядка в самолетостроении – М.: Машиностроение, 1969. – 124 с.
2. Проектирование самолётов / Под ред. С.М. Егера. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
3. Ходак М.О., Ситниченко В.В. Вибір оптимальної комп'ютерної візуалізації при геометричному моделюванні обводів складних форм характерних перерізів повітрязбірників авіаційних ГТД // Пр. Тавр. держ. агротехнічної акад. Вип.4. – Прикладна геометрія та інженерна графіка. Т.12. – Мелітополь, 2001. – С. 83–89.
4. Ходак М.О., Демидко В.Г., Ситниченко В.В. Моделювання обводів перерізів і об'ємів перехідних поверхонь повітрязбірників авіаційних двигунів з прямокутним і еліптичним входами // Наук.-техн. журн. «Технологічні системи». – К.: УкрНДІАТ, 2001. – №2(8). – С. 87–90.

Стаття надійшла до редакції 02.09.02.

0530-01-076726c51 + P253.3111 + 52-021.62-070.2-5-05

УДК 629.735.015

труба аэродинамическая, УТАД-2;

испытание ЛА весовое,

система измер-чзмер.

характеристика систем метролог.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВАГОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

В АЕРОДИНАМІЧНІЙ ТРУБІ УТАД-2

Л.Г. Волянська, наук. співроб.,

П.М. Виноградський, канд. техн. наук, наук. співроб.

своетство системы аэродинам.

Розглянуто структуру, експлуатаційні властивості та метрологічні характеристики інформаційно-обчислювальної системи аеротруби УТАД-2. Наведено результати градування вимірювального обладнання, методик вагових випробувань. Показано досягнуту точність визначення аеродинамічних коефіцієнтів.

Вступ. Аеродинамічна труба УТАД-2, яка використовується для проведення учбових лабораторних занять за курсами аеродинаміки і динаміки польотів, являє собою атмосферну замкнену аеротрубу з відкритою робочою частиною еліптичного перетину розмірами 750 × 420 мм і довжиною 900 мм. За дифузором розташовано двигун постійного струму потужністю 2 кВт з вентилятором, обладнаний системою плавного регулювання частоти обертання, яка забезпечує підтримання у робочій частині аеротруби повітряного потоку з постійною регульованою швидкістю 5 ... 28 м/с.

Серед різних типів експериментів в аеротрубах значне місце займають вагові випробування, метою яких є отримання залежностей аеродинамічних сил і моментів та їхніх коефіцієнтів від кутів установаження об'єкта досліджень відносно потоку, що набігає. Для цього необхідно вимірювати аеродинамічні навантаження, швидкісний напір та кут установаження досліджуваного об'єкта.

Аеродинамічна труба УТАД-2 обладнана зовнішніми трикомпонентними рейтерними аеродинамічними вагами АВМК з ручним зрівноважуванням, кінематичну схему яких наведено на рис. 1 [1]. Ваги забезпечують вимірювання трьох компонентів повної аеродинамічної сили у вертикальній площині P_1 , P_2 , Q , і компенсацію ваги об'єкта та контрвантажів. Для зміни кута атаки ваги обладнано вбудованим α -механізмом з діапазоном $\alpha = -20 \dots +40^\circ$ та ручним керуванням. Відлік кута атаки проводиться за лімбом α -механізму.

Вимірювання швидкісного напору q виконується рідинним манометром з похилою трубкою ММН-240. Існуюча система вимірювань дозволяє отримувати в УТАД-2 залежності

$$X, Y, M_z, c_x, c_y, m_z = f(\alpha).$$