

**М. Р. Стецівка, студент,
В. М. Бадах, к.т.н, ст. наук співроб.**

Національний авіаційний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЙМАЧА ПОВІТРЯНОГО ТИСКУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ КУТІВ ЛА

Актуальність

З моменту створення і до наших днів найважливішим питанням експлуатації літальних апаратів є забезпечення безпеки на всіх режимах польоту, на яку негативно впливає ряд факторів, таких як метеоумови, відмови систем, підсистем, приладів, підвищене психофізіологічне навантаження екіпажу і т.д. Протягом багатьох років класифікація причин авіаційних подій (АП) в основному здійснюється в такий спосіб: людський фактор 70-80%; відмови авіатехніки 20-30%; фактори зовнішнього середовища 10-15%. Це пов'язано з особливостями аеродинамічного компонування і, як наслідок, складним управлінням, динамікою польоту, міцністю конструкції, які зумовлюють численні експлуатаційні обмеження.

Обмеження на параметри польоту ЛА накладаються в основному на аеродинамічні і міцнісні параметри. До числа основних пілотажних параметрів, на які накладаються обмеження в польоті, відносяться: кут атаки α ; кут ковзання β ; нормальне перевантаження n_y ; повітряна швидкість V і число Маха M ; висота H і вертикальна швидкість V_y та ряд інших параметрів.

Для попередження і запобігання особливих і критичних режимів на борту ЛА встановлюються технічні засоби контролю параметрів руху і стану навколишнього середовища, а для обмеження цих параметрів використовуються так звані автомати обмежень, що запобігають перевищення деяких заданих величин.

З плином часу, висуваються строгіші вимоги до вимірювання висотно-швидкісних параметрів, з'являються нові типи та модифікації ЛА, що викликає необхідність проектувати нові системи вимірювання і вдосконалювати їх точності характеристики.

Мета: Дослідження приймача повітряного тиску для вимірювання аеродинамічних кутів. На базі ППТ з можливістю вимірювання кутів – створити датчик аеродинамічних кутів ЛА.

Задачі:

- створити експериментальну установку;
- створити програму в LabView, за допомогою якої повинні відбуватися: калібрування датчиків тиску MP5004XV; вивід потрібних параметрів на монітор; збереження даних в файл.
- провести дослідження та отримати калібрувальні характеристики по кутах α , β ;
- визначити робочий діапазон ППТ.

Датчик аеродинамічних кутів

На ЛА найчастіше встановлюють флюгерні датчики та їх модифікації. Проблемами цих датчиків залишилась надійна передача сигналів параметрів через через інерційні характеристики від обертального валу и сам факт обертання зонда призводить до зменшення надійності. Також флюгерні датчики не дають можливість вимірювання кута ковзання, який впливає на точність керування ЛА.

Для вимірювання кутів набігаючого потоку доцільно використовувати аерометричний метод визначення параметрів польоту, інструментом якого є – приймач повітряного тиску (ППТ) з кількома прийомними отворами тиску. Основною його перевагою є відсутність обертальних частин конструкції рис. 1. Приймач має сферичну

сприймаючу частину і циліндричну частину діаметр якої 16 мм, 5 отворів ($d = 0,5$ мм.) розташовані під кутом в 45° до осі приймача.

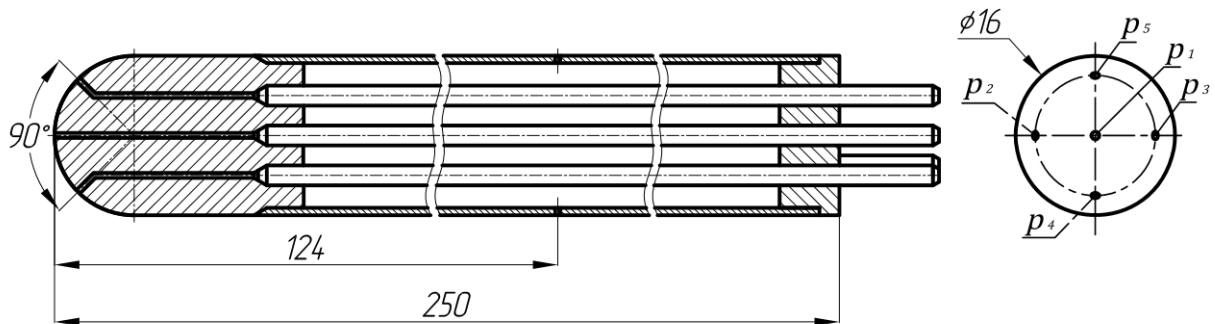


Рисунок 1 – Напівсферичний приймач повітряного тиску для вимірювання місцевих аеродинамічних кутів

Експериментальна установка

Для визначення цих залежностей було створено експериментально обчислювальний комплекс до складу якого входили:

- досліджуваний приймач тиску;
- датчики тиску;
- датчики температури потоку;
- програми запису та обробки тисків і температури в реальному часі;
- кутомірні пристосування.

На рис рис. 2 зображено експериментальний ППТ закріплений в пристосуванні для задавання кутів та розміщений п проточній частині аеродинамічної труби УТАД-2.

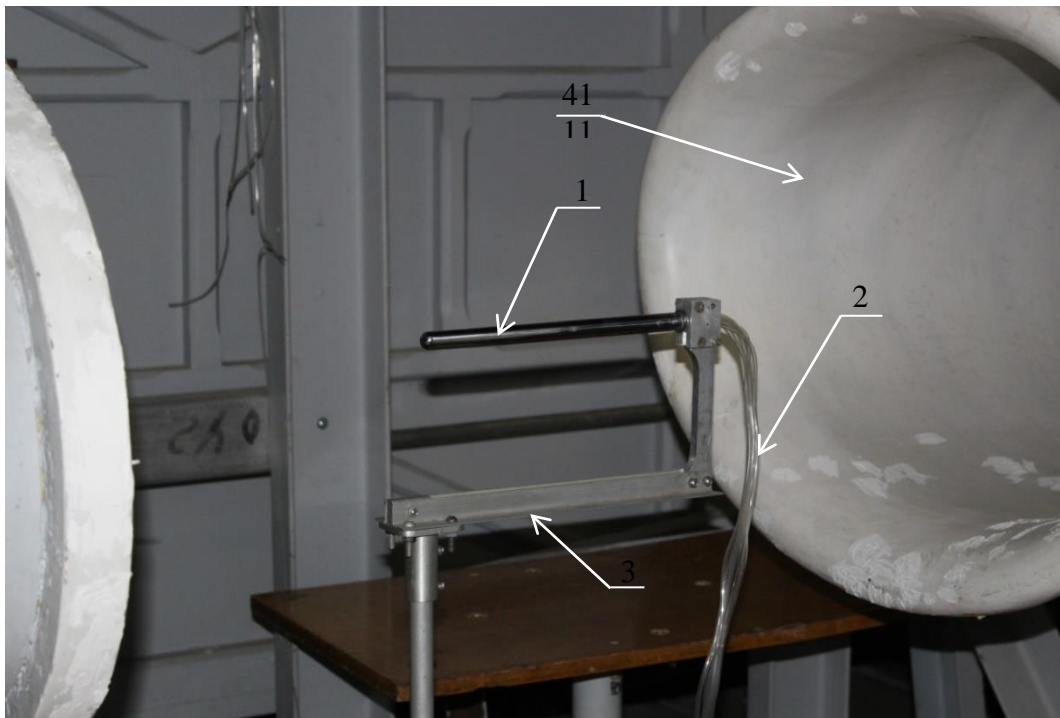


Рисунок 2 – Експериментальна установка для калібрування характеристик аеродинамічних кутів:

- 1 – досліджуваний ППТ; 2 – кабель передачі сигналів; 3 – пристрій для фіксації ППТ;
4 – аеродинамічна труба УТАД-2

Принцип роботи ППТ

Тиски p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 в отворах приймача пов'язані з кутом атаки α і ковзання β залежностями $f(\alpha)$, $f(\beta)$.

Для ППТ такого типу необхідно при калібруванні визначити безрозмірні коефіцієнти. В якості нормуючого параметра використовують величину:

$$\bar{p} = \frac{p_2 + p_3 + p_4 + p_5}{4};$$

Наступні калібрувальні коефіцієнти:

для кута атаки

$$C_{p\alpha} = \frac{p_4 - p_5}{p_1 - \bar{p}}; \quad (1)$$

для кута ковзання

$$C_{p\beta} = \frac{p_2 - p_3}{p_1 - \bar{p}}; \quad (2)$$

Калібрувальні характеристики ППТ

Отримані експериментально калібрувальні характеристики ППТ для кута атаки і кута ковзання зображені на рис. 3. Дослідження проводилися при швидкості 30 м/с в аеродинамічній трубі УТАД-2, а кути α , β виставлялися від -60° до 60° за допомогою кутомірних пристосувань.

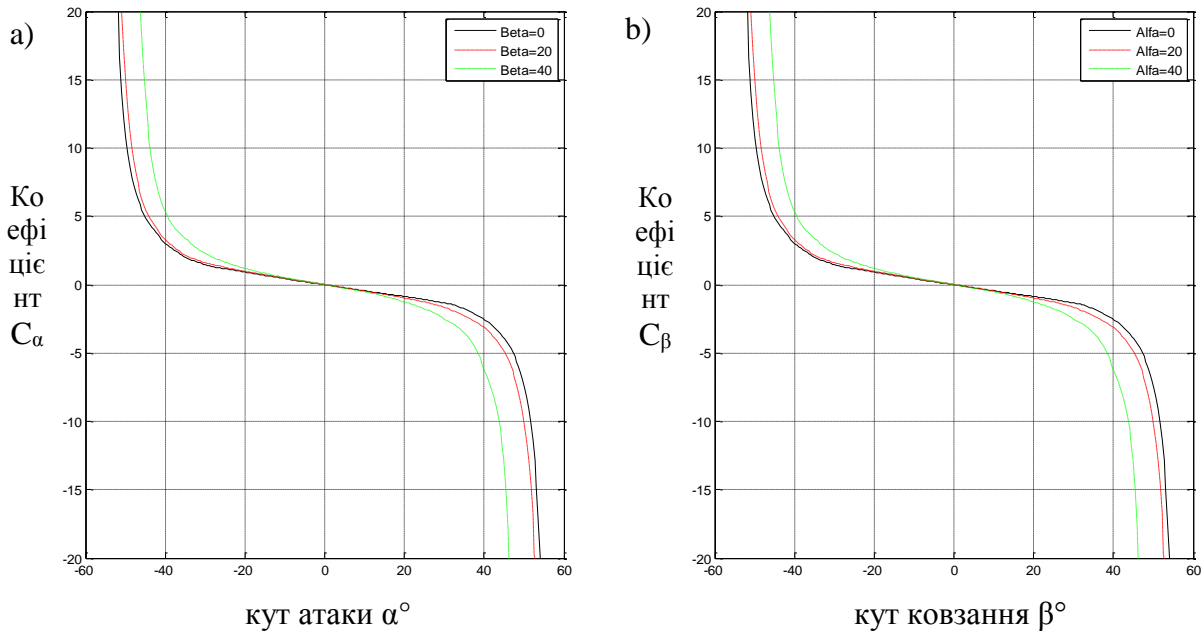


Рисунок 3 – Калібрувальні характеристики ППТ: а) – характеристика по куту атаки α ; б) – характеристика куту ковзання β

На кожному із графіків (Рис.3.) показано по три характеристики:

- а) $f(\alpha, \beta)$, де $\beta=0^\circ$ «—————»; $\beta=20^\circ$ «- - - - -»; $\beta=40^\circ$ «- · - · - ·»;
 б) $f(\beta, \alpha)$, де $\alpha=0^\circ$ «—————»; $\alpha=20^\circ$ «- - - - -»; $\alpha=40^\circ$ «- · - · - ·»;

Отримані залежності дозволять визначати кути α і β відносна похибка яких: при $-20 \leq \alpha, \beta \leq 20$ становить менше 1%; При $-50 \leq \alpha, \beta \leq -20$ і $20 \leq \alpha, \beta \leq 50$ становить не більше 2,6%.

Робочий діапазон

На рис. 4. зображено робочий діапазон ППТ для вимірювання аеродинамічних кутів. З графіку видно, що максимальний діапазон вимірювання (від -54° до 54°), буде тоді коли один з кутів дорівнюватиме 0° , а мінімальний – коли $|\alpha| = |\beta| = 46^\circ$.

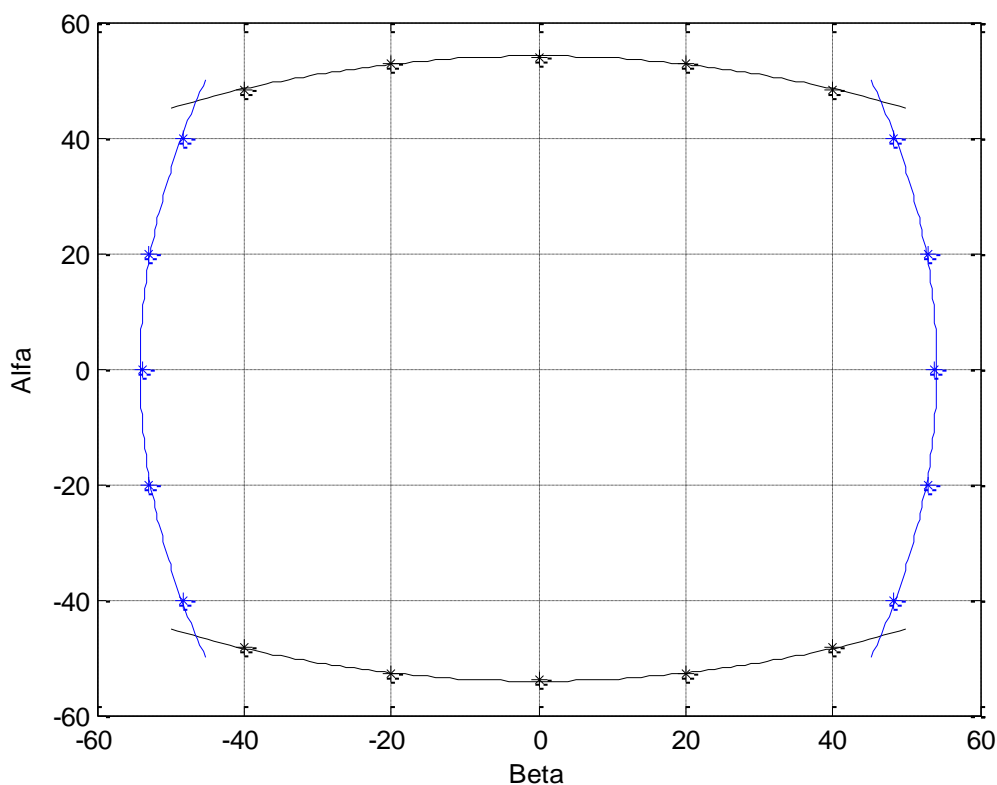


Рисунок 4 – Робочий діапазон ППТ для вимірювання аеродинамічних кутів

Висновки

Створено експериментальну установку, разом з програмою в LabView, за допомогою якої відбуваються: калібрування датчиків тиску MP5004XV; вивід потрібних параметрів на монітор; збереження даних в файл.

Проведено ряд досліджень та отримано калібрувальні характеристики по кутах α, β . Роблячи висновок з отриманого можна сказати, що велика похибка вимірювання кутів пояснюється тим, що при обтіканні тіла з великим кутом скоса потоку за сферичною частиною виникають вихрові зони і тиск в зоні цих вихорів подається на приймаючі отвори. Слід зазначити що абсолютні значення кутів скосу потоку не більше 20 і можна використовувати даний ППТ для визначення аеродинамічних кутів з похибкою менш 1%.