

Інститут аерокосмічних технологій  
Кафедра авіа та ракетобудування

## Дослідження балансувальних втрат літального апарата схеми «тандем»

Здобувач вищої освіти:

Ілля БІЛОУС

Науковий керівник:

В. о. завідувача кафедри АРБ, д.т.н.

Володимир КАБАНЯЧИЙ



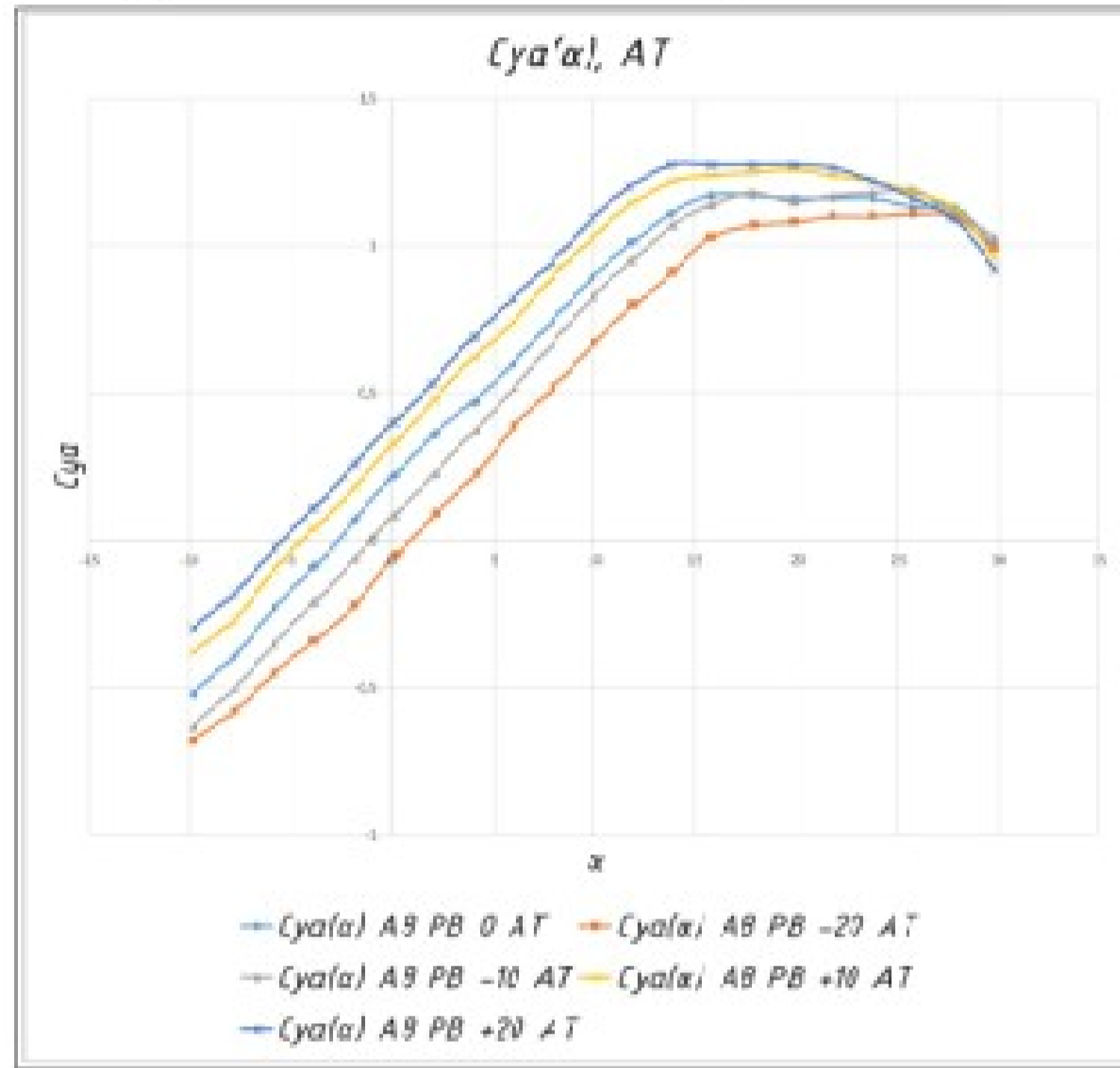
## Задачі дослідження

- 1 Дослідити процес обтікання повітрям літального апарата схеми «тандем».
- 2 Виконати розрахунок аеродинамічних характеристик літального апарата «А-8» схеми «тандем» при певних відхилення руля висоти, який розташовано на передньому крилі, за допомогою програмного забезпечення *XFLR5*.
- 3 Порівняти результати розрахунку із результатами експерименту в аеродинамічній трубі.
- 4 Проаналізувати величину ступеня поздовжньої стійкості літака та вплив відхилення руля висоти вниз і вгору на коефіцієнт підйімальної сили та коефіцієнт моменту тангажа при кутах атаки в експлуатаційному діапазоні ( $2^\circ$  та  $6^\circ$ ).
- 5 Надати рекомендації щодо доцільності використання загалом програмного забезпечення *XFLR5* та зокрема конкретних математичних моделей при оцінці ефективності рулів висоти, що визначають балансувальні втрати літака, розташованих на передньому крилі літального апарата схеми «тандем».

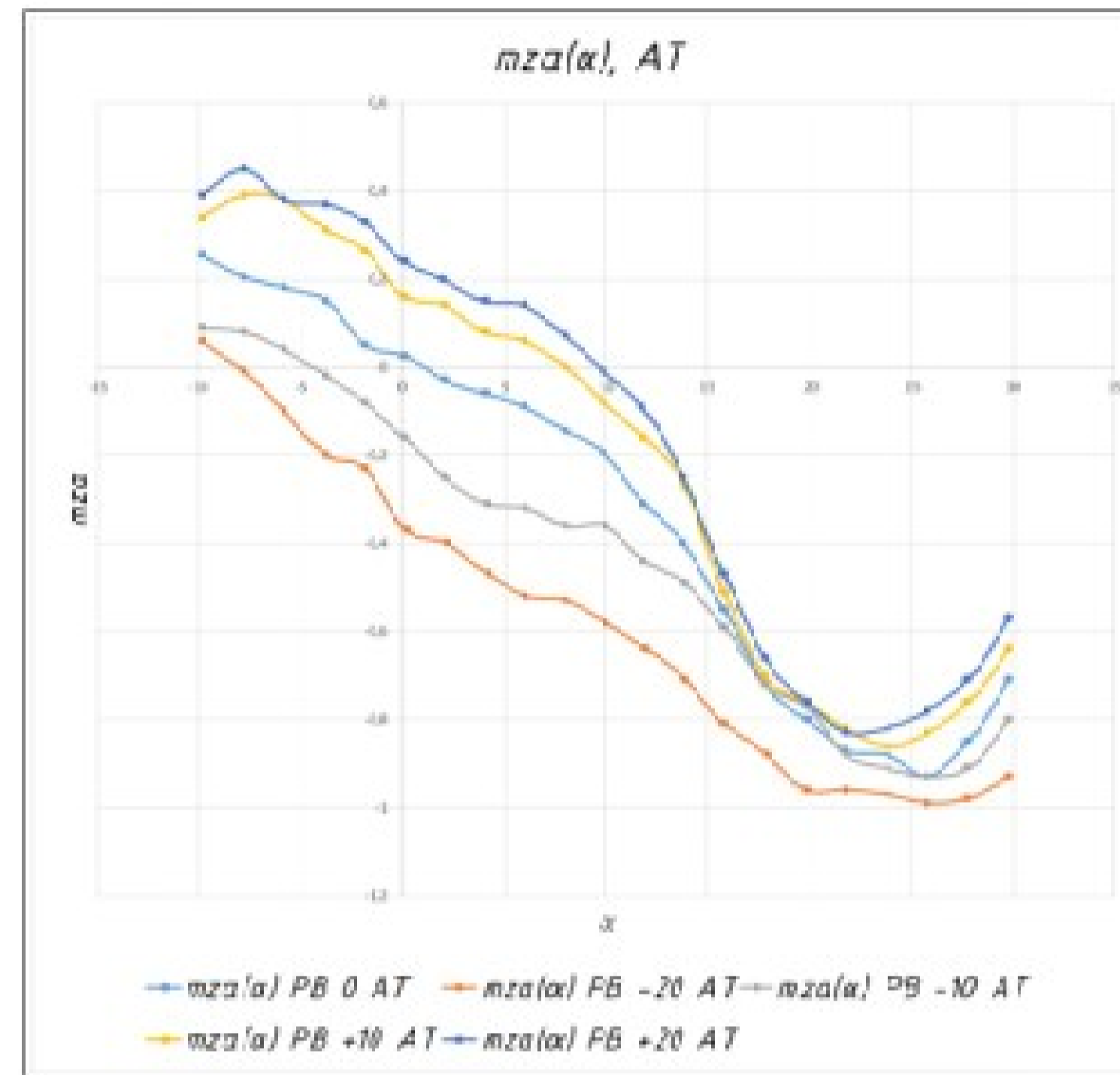


# РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ В АЕРОДИНАМІЧНІЙ ТРУБІ

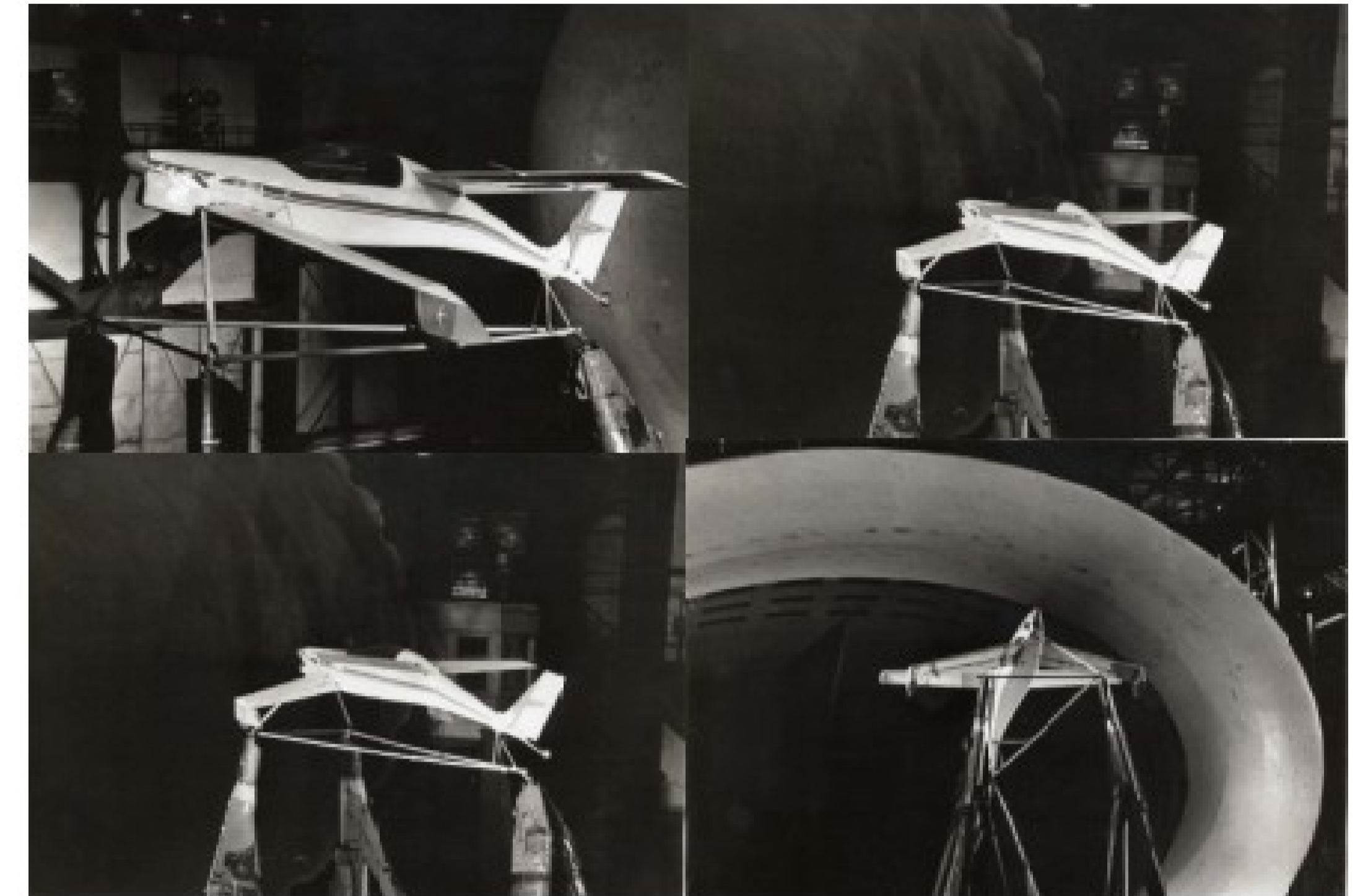
Графіки залежності коефіцієнта підйімальної сили від кута атаки літака "А-8" при відхиленні РВ



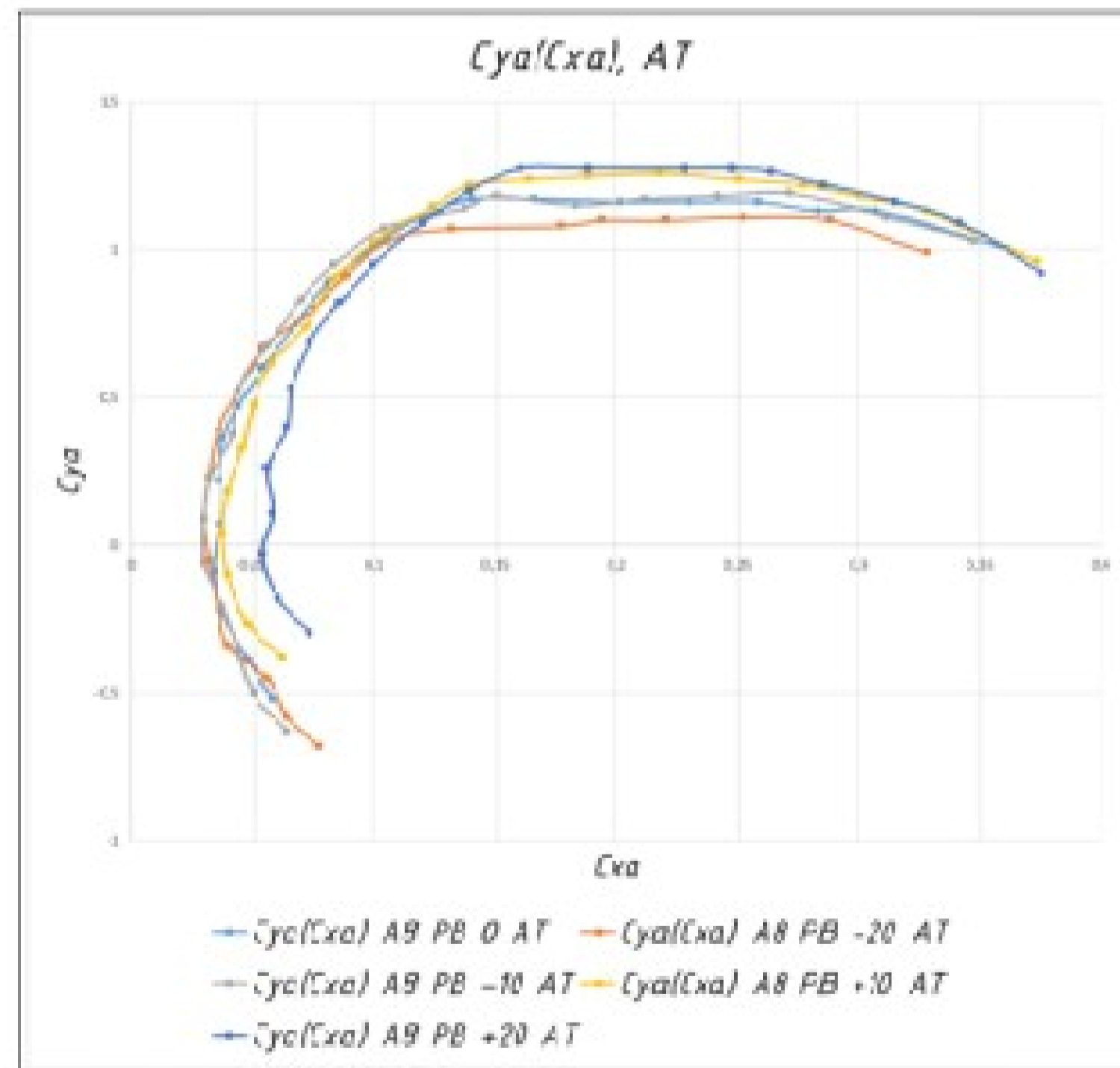
Графіки залежності коефіцієнта повздожнього моменту від кута атаки літака "А-8" при відхиленні РВ



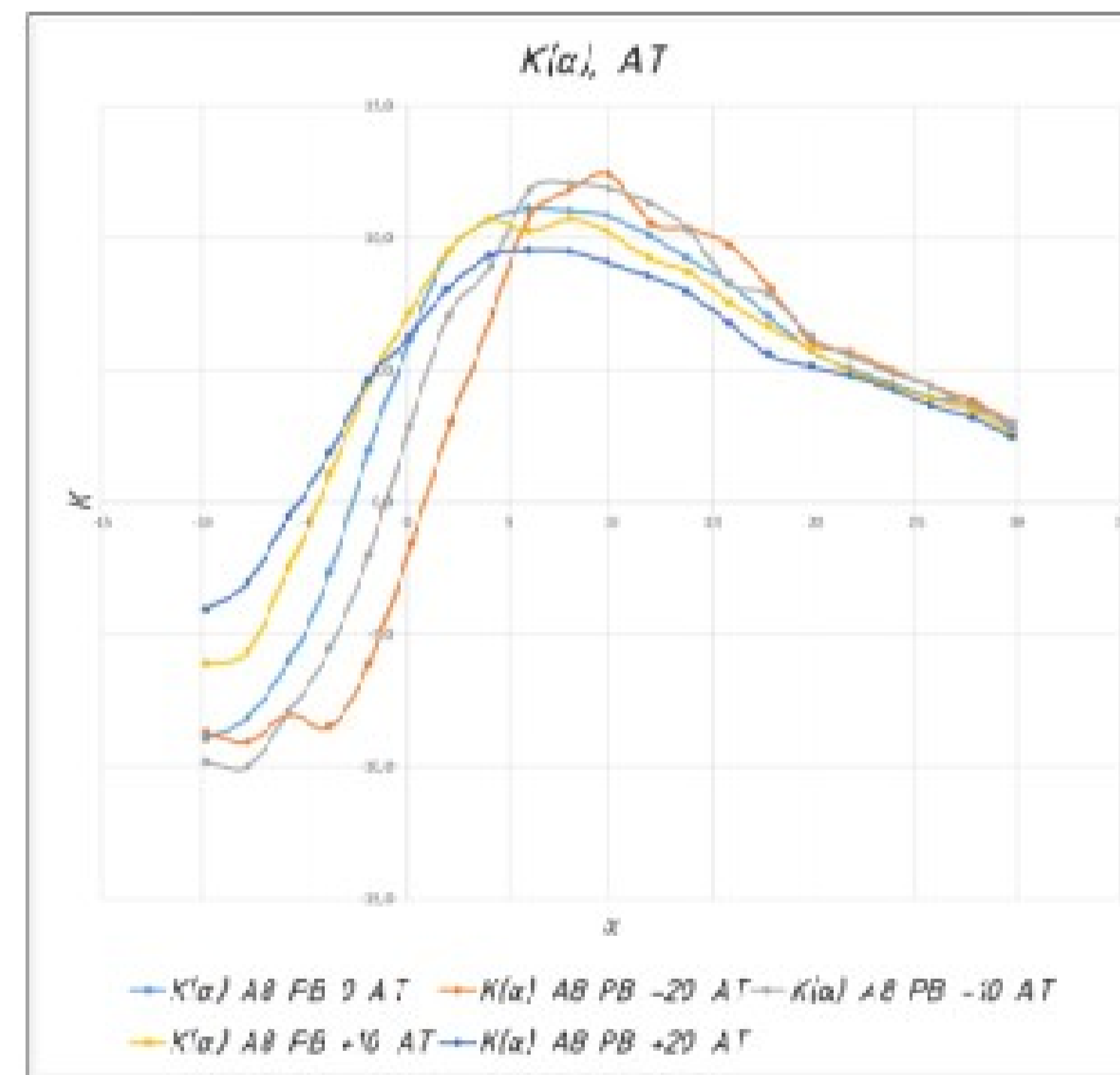
Натурна модель літака "А-8" в аеродинамічній трубі відкритого типу Т-101



Поляри літака "А-8" при відхиленні РВ



Графіки залежності аеродинамічної якості від кута атаки літака "А-8" при відхиленні РВ



Швидкість потоку	30 м/с
Re	$1,02 \cdot 10^6$
Кути атаки	$-10^\circ \dots +30^\circ$
Кути відхилення РВ	$-20^\circ; -10^\circ; 0; +10^\circ; +20^\circ$

Лист 1 з 1  
Вправа 1  
Стор. 1 з 1  
Пер. 1 з 1  
Лист 1 з 1  
Вправа 1  
Стор. 1 з 1  
Пер. 1 з 1

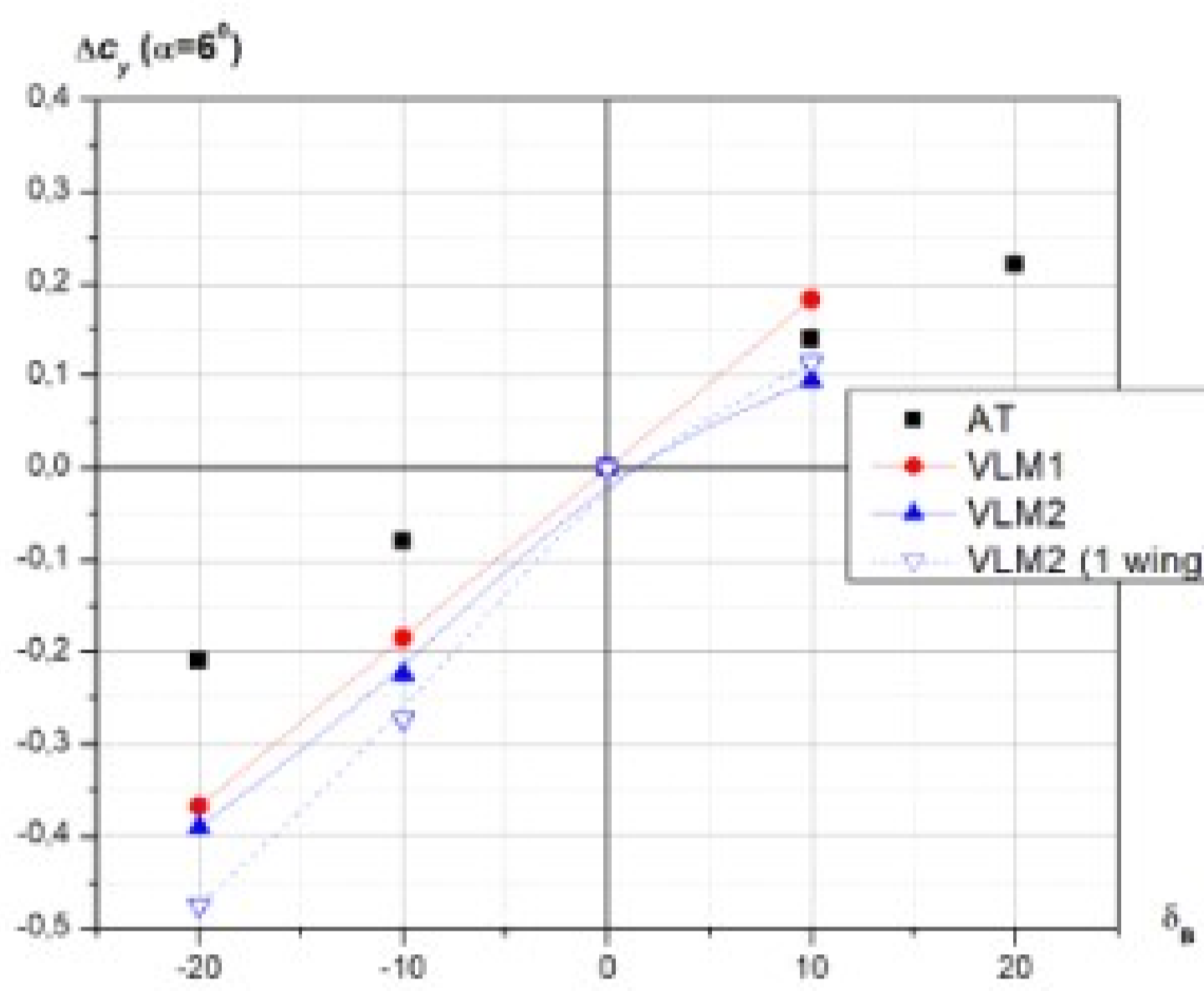
				<b>АЛ91МП01.14.00.00.03 ІМ</b>		
Зм. / Арх.	М. / Дата	Відредак.	Дізнав.	Результати випробування в аеродинамічній трубі		
Розробл.	Відп. з. і	Відп. з. і	Відп. з. і			
Перев.	Відп. з. і	Відп. з. і	Відп. з. і	Арх.	1	Архив
Н. зам.	Поборев С.А.			ІПТ ім. Гоголя Сіверського		
Лист	Кабачник В.Л.			Код АРБ		А.В.95m
				Копіював	Формат	A1



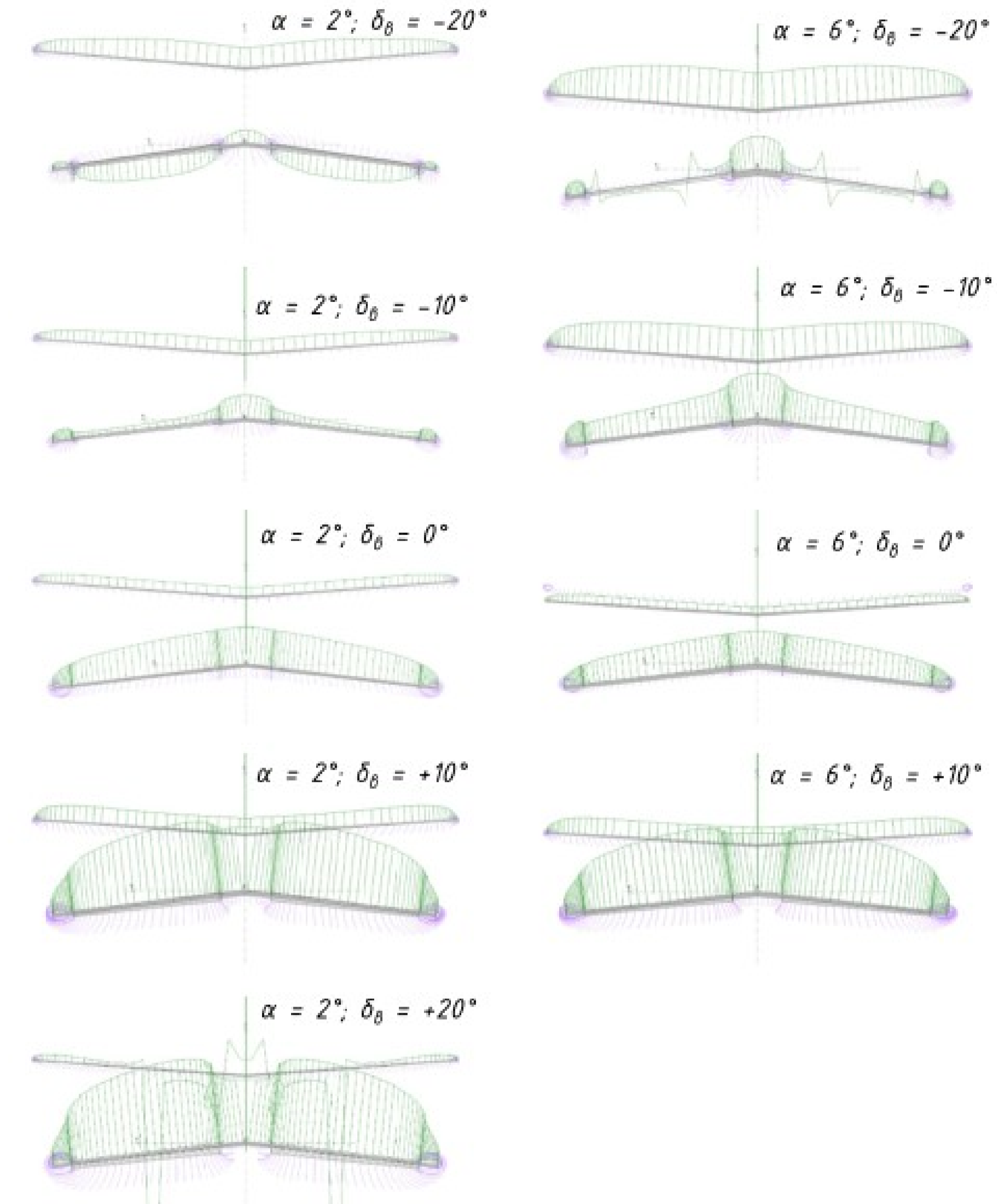


# ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РУЛІВ ВИСОТИ

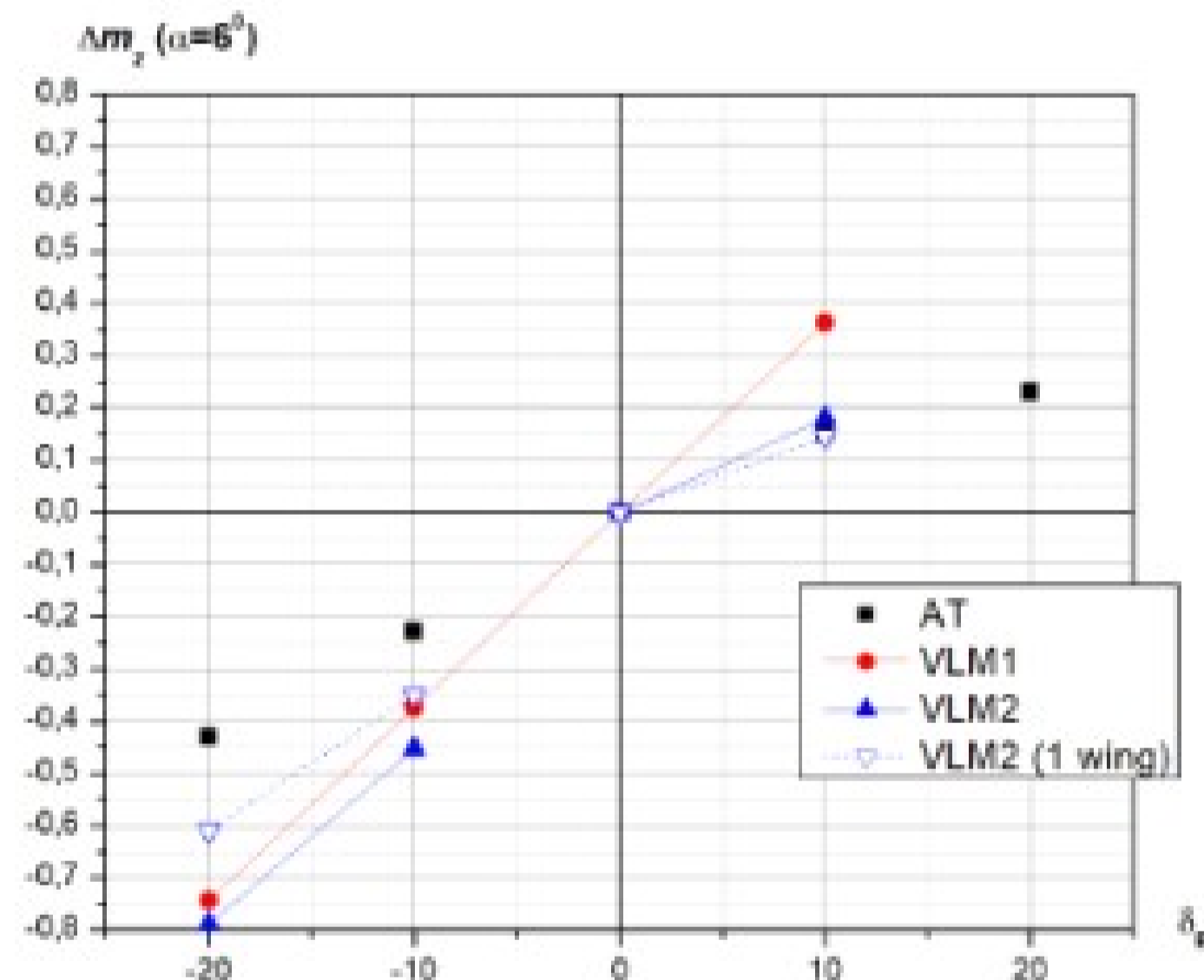
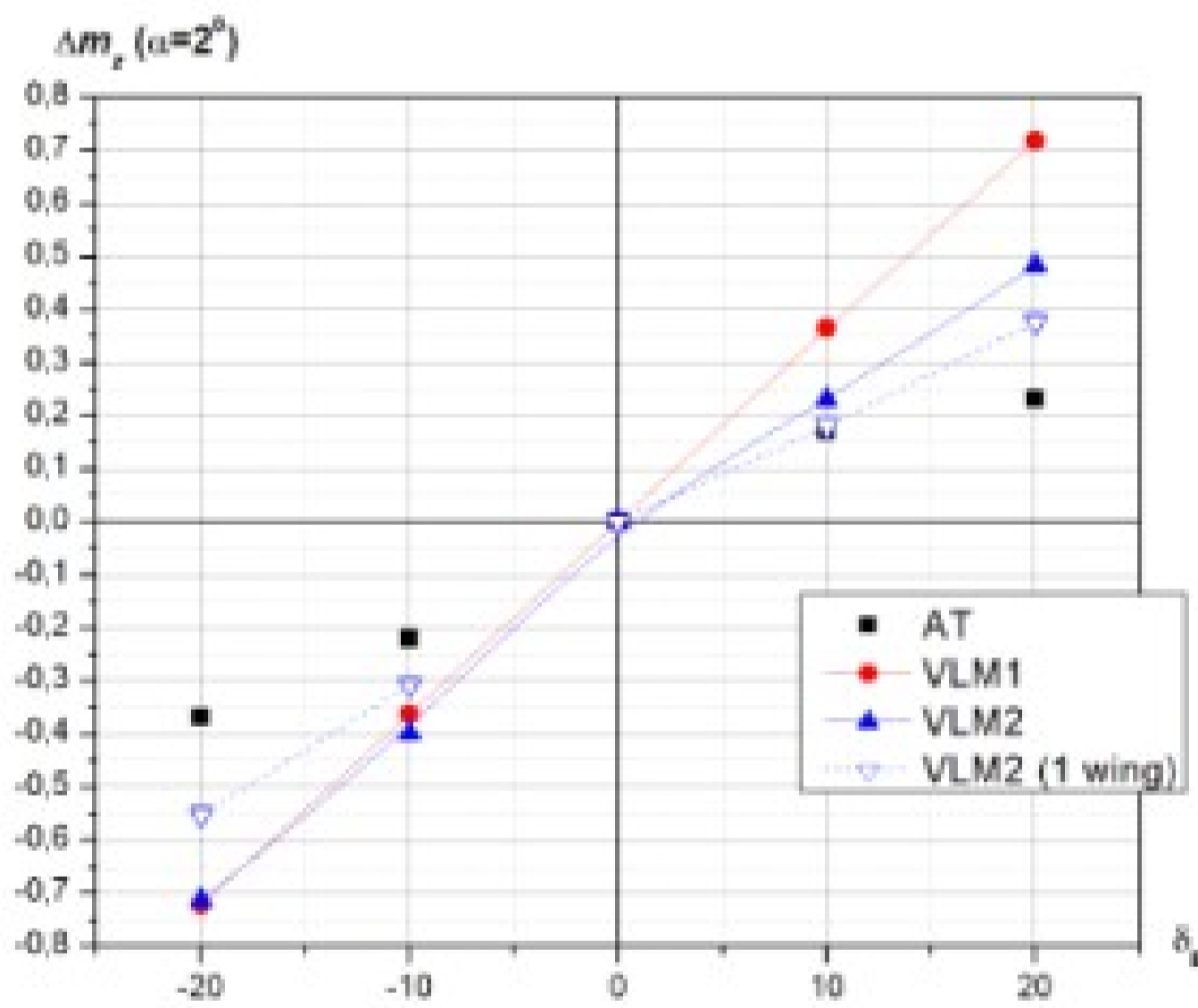
Вплив відхилення руля висоти на коефіцієнт підйомної сили (кут атаки 2° і 6°)



Візуалізація вихрової пелени та розподілу підйомної сили при відхиленні руля висоти  
 Вид спереду



Вплив відхилення руля висоти на коефіцієнт моменту тангажа (кут атаки 2° і 6°)



Балансувальні втрати літака "А-8" для горизонтального польоту

$\alpha_{н.в.} = 2^\circ; K_{max} = 15.7; m_z = 0.061$
$m_z^{\delta_0} = 0.03; c_y^{\delta_0} = 0,016$
Балансувальний кут відхилення РВ $\delta_\theta = -2^\circ$
$\Delta c_{y_{бал}} = -0.06; \Delta c_{x_{бал}} = -0.00011; \Delta K_{бал} = -1,5$

## ВИСНОВОК

1. Вперше числовим методом визначено вплив інтерференції крил на ефективність рулів висоти:  $\Delta c_y$  менше на 17%, а  $\Delta m_z$  більше на 26% чим у ізолюваного крила.
2. Для оцінки ефективності рулів висоти відносно коефіцієнту підйомної сили та моменту тангажа при малих кутах відхилення руля вниз (до 10°) можна рекомендувати математичну модель кільцевих вихорів (VLM2 або Ring Vortex).
3. При великих кутах відхилення рулів вниз (більше 10°) та при їх відхиленні вгору числовий метод з обома моделями значно завищує ефективність рулів.

АЛ91МП01.14.00.00.06 ІМ									
№	Апр	М	Дорог	Пілис	Діви	Оцінка ефективності рулів висоти	Листопад	Міся	Ресурс
Розроб	Виконав	І							
Перев	Виконав	В							
Н. о.к.	Львів	С.А.							
Д.к.	Виконав	В							
Копіював							Формат А1		

Перв. примірник  
 Стор. 7  
 Вис. кат. 1  
 Інв. 1  
 Додат. 1  
 Дата  
 Підп. 1  
 Підп. 2

# Висновки

1. Вперше числовим методом визначено вплив інтерференції крил на ефективність рулів висоти: менше на 17%, а більше на 26% ніж у ізольованого крила.
2. Для оцінки ефективності рулів висоти відносно коефіцієнту підйімальної сили та моменту тангажа при малих кутах відхилення руля вниз (до  $10^\circ$ ) можна рекомендувати математичну модель кільцевих вихорів (*VLM2* або *Ring Vortex*), але в жодному разі не підковоподібних вихорів (*VLM1* або *Horseshoe Vortex*).
3. При великих кутах відхилення рулів вниз (більше  $10^\circ$ ) та при їх відхиленні вгору числовий метод з обома моделями значно завищує ефективність рулів і не може бути рекомендований навіть для грубих оцінок.
4. Подальший напрямок досліджень полягає у визначенні ефективності рулів висоти за допомогою аналітичного методу та високорівневого числового методу (*Ansys*) і порівняння отриманих даних з експериментальними.