

## Література

1. Шльончак І.А. Оцінка ефективності використання біопалив в дизелі DongFeng/ Шльончак Ігор Анатолійович // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк - 2014 - № 46 – с. 576-580.
2. Говорун А.Г. Вплив додавання водневмісного газу на показники дизеля в навантажувальному режимі / А.Г. Говорун, А.О. Корпач, О.Д. Філоненко // Вісник ХНАДУ. – Харків. – 2016.- №74. – с. 45-47.

Авершин Андрій Геннадійович, к.т.н., асистент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [avershin.andrey@gmail.com](mailto:avershin.andrey@gmail.com)

### СПІВСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ В АЕРОДИНАМІЧНІЙ ТРУБІ І ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МАСШТАБНОЇ МОДЕЛІ АВТОМОБІЛЯ

Натурний аеродинамічний експеримент є важливою частиною дослідження зовнішньої й внутрішньої аеродинаміки гоночного автомобіля. Він необхідний, також для підтвердження результатів, отриманих за допомогою чисельного експерименту.

Натурні дослідження аеродинаміки автомобіля можна проводити подвійно [1] - прямим і зворотним методами. Для натурних випробувань гоночного автомобіля ХАДИ 31 автором обрано прямий метод дорожніх випробувань у зв'язку з відсутністю моделі й аеродинамічної труби, а також у зв'язку з відносною простотою дорожніх випробувань.

Експеримент на масштабованій моделі проводився в аеродинамічній трубі Т-1 (рис. 1) Харківського університету Повітряних Сил [2**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], яка належить до класу труб малих швидкостей. Діапазон реалізованих швидкостей повітряного потоку в робочій частині труби, тобто в області розташування випробуваної моделі, становить 1.5-50 м/сек. Основні параметри труби. Розміри робочої частини: - ширина 10 м; висота 0.7м; довжина 1м. Робоча частина відкрита. Потужність привода 30 кВт. Модель копіювала автомобіль Естонія 21 при наявності та відсутності антикрила.

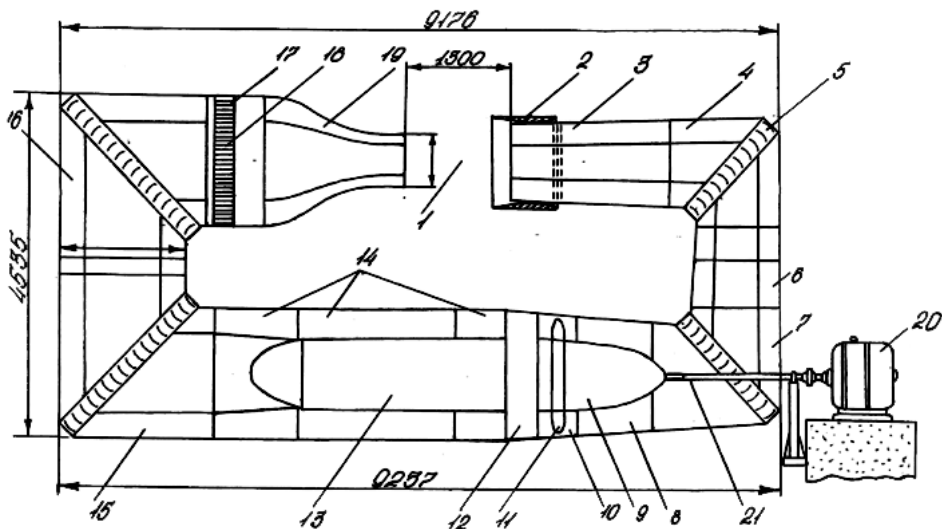
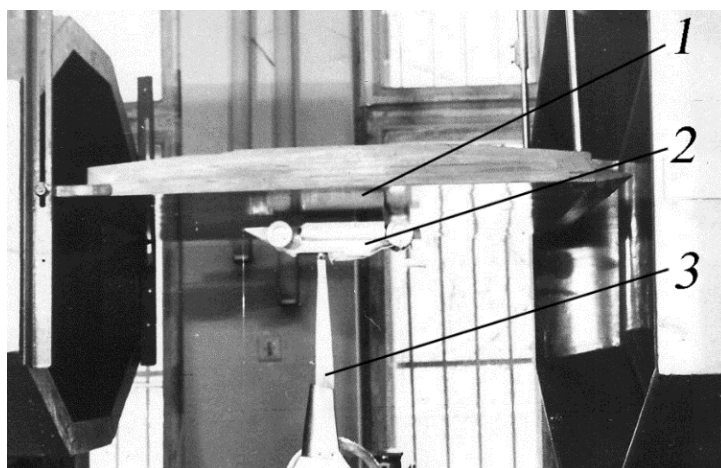


Рисунок 1 – Аеродинамічний контур труби Т-1 ХУПС

задачі модельного експерименту:

- визначення значення аеродинамічних коефіцієнтів сили лобового опору  $C_x$ , піднімальної сили  $C_y$  й моментів  $M_z$  для моделі автомобіля Естонія 21 при наявності антикрила й у його відсутності;
- визначення залежностей  $C_x$ ,  $C_y$ ,  $M_z$  від чисел Рейнольдса й Маха;
- встановлення впливу екрана на аеродинамічні характеристики;
- тестування використаного автором програмного забезпечення й вибору сіткового розрешення розрахункової області.

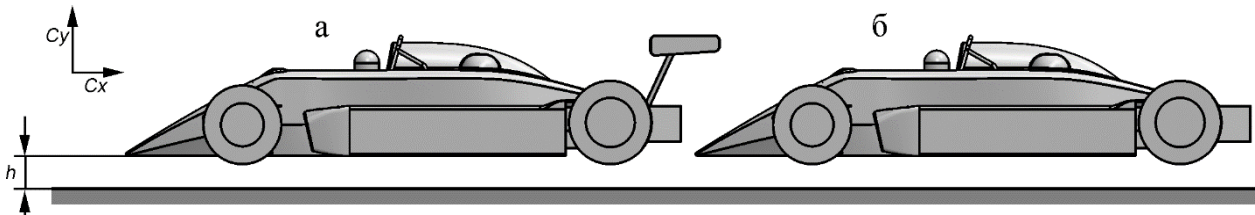
Досліди проводилися в діапазоні швидкостей 0 - 32 м/с на моделі автомобіля (рис. 2) у масштабі 1:10 з дотриманням динамічних і кінематичних критеріїв подоби. Модель встановлювалася на відстані 7 мм і 40 мм від екрана. Отримано значення аеродинамічних коефіцієнтів, їх залежності від швидкості.



1 – аеродинамічні ваги, 2 – модель автомобіля, 3 – пластина для імітації дороги  
Рисунок 2 – Розміщення моделі автомобіля Естонія 21 в аеродинамічній трубі Т-1

**Опис чисельного експерименту.** У якості розрахункової моделі для моделювання обрана модель гоночного автомобіля Естонія 21. Кузов автомобіля обладнаний повітрязабірниками. Враховано в моделі колеса, антикрила й голову пілота.

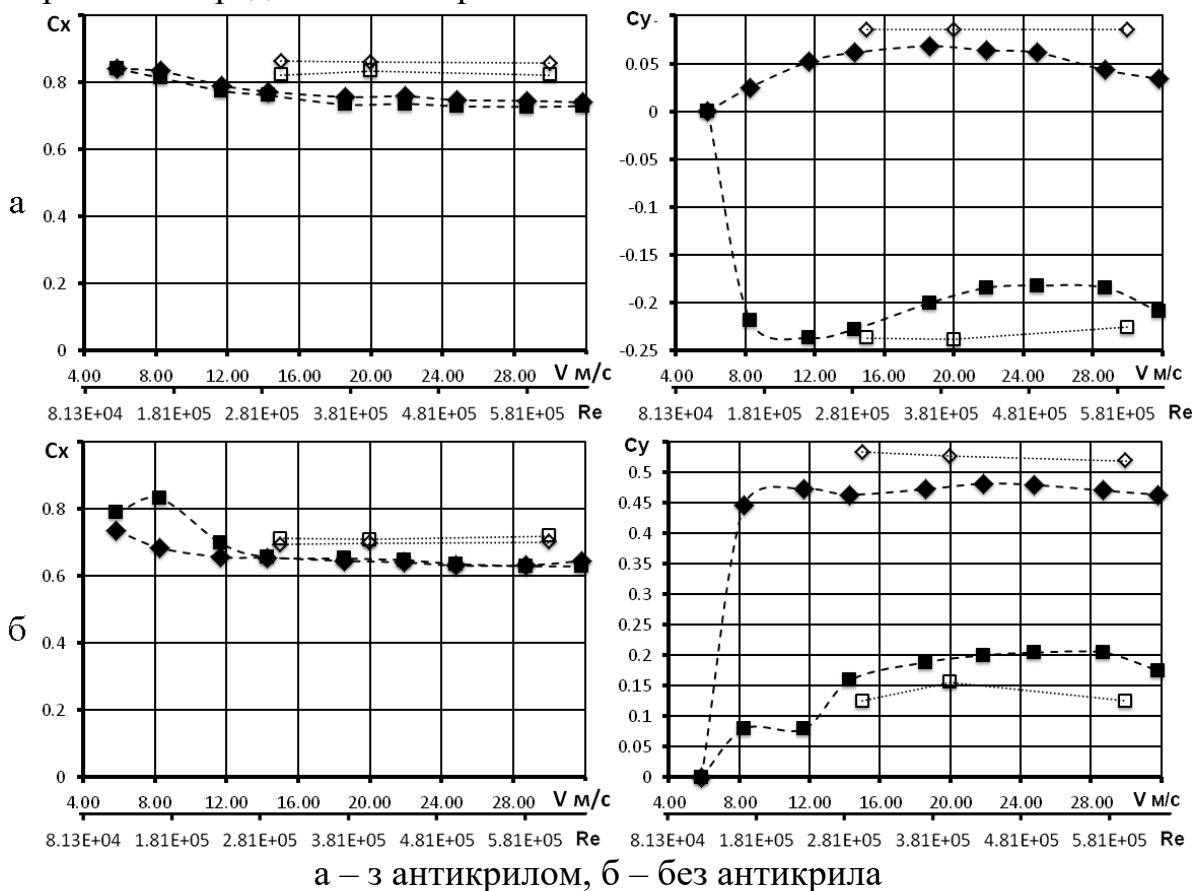
Атмосферне середовище описувалося моделлю ідеального газу. У чисельних експериментах використовувалися наступні граничні умови: швидкість потоку, що набігає, повітря було спрямовано уздовж поздовжньої осі автомобіля, становило 4 м/с - 30 м/с і співпадало зі швидкістю дорожнього полотна;  $P_\infty$  - стандартний атмосферний тиск (рис. 3).



а – з антикрилом, б – без антикрила

Рисунок 3 – Модель автомобіля Естонія 21 із заднім антикрилом

**Результати дослідження** Результати чисельного й натурного експериментів представлені на рис. 4-6.

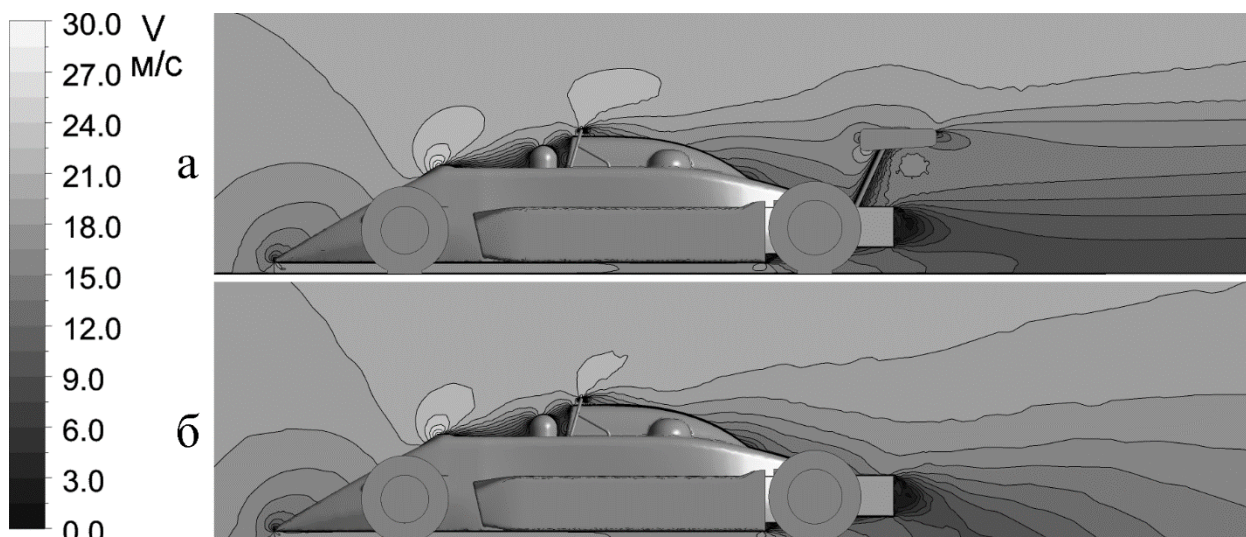


а – з антикрилом, б – без антикрила

-◆-  $h=7\text{мм}$ , -■-  $h=40\text{мм}$ , - натурний експеримент

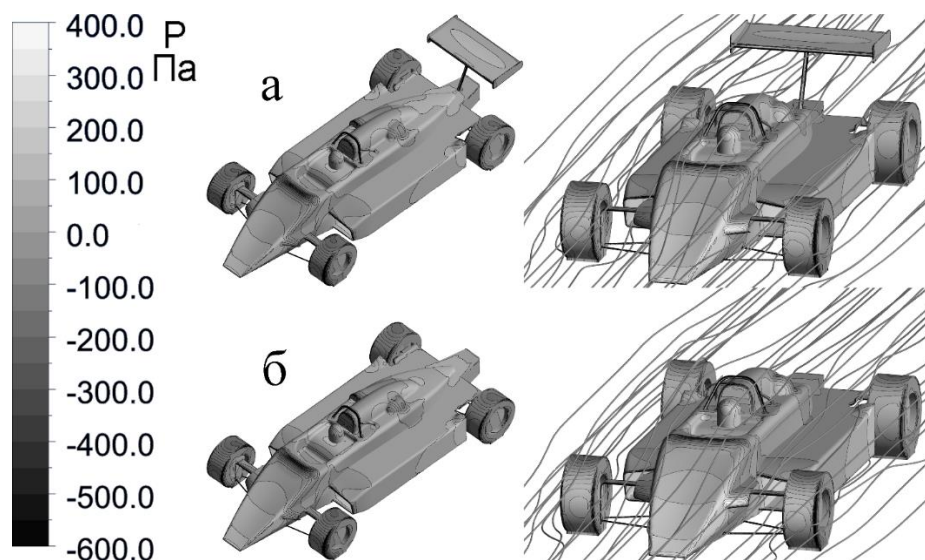
··◆··  $h=7\text{мм}$ , ···□··  $h=40\text{мм}$ , - чисельний експеримент

Рисунок 4 – Аеродинамічні характеристики залежно від швидкості потоку, що набігає



а – з антикрилом, б – без антикрила

Рисунок 5 – Поле швидкостей у площині симетрії



а – з антикрилом, б – без антикрила

Рисунок 6 – Результати чисельного моделювання аеродинамічних характеристик моделі гоночного автомобіля

Як впливає з отриманих результатів (рис. 4-6.) для коефіцієнтів піднімальної сили й сили лобового опору спостерігається режим автотельності. Початок його можна спостерігати, починаючи із чисел Рейнольдса  $Re = 16 \times 10^4$ , що спрощує забезпечення умов подібності по числу Рейнольдса.

#### Висновки

Протестовано розрахунковий метод на вірогідність даних, що одержуються в розрахунках. Одержано задовільну відповідність експериментальних і розрахункових даних  $\delta C_x = 10 \dots 15\%$ .

Виявлено залежності  $C_x$ ,  $C_y$  від швидкості й числа Рейнольдса й визначений діапазон автотельності для моделі. Показано, що залежності  $C_x$ ,  $C_y$  від швидкості потоку.

Встановлено, що наявність екрана суттєво впливає на створення притискуоючої сили. Таким чином, для гоночних автомобілів дослідження аеродинамічних властивостей елементів кузова необхідно проводити разом з екраном.

## Литература

1. Barnard R.H. Road Vehicle Aerodynamic Design: An Introduction [текст] / R.H. Barnard Mechero Publishing, – 2001. – 286 p. ISBN-13: 978-0954073404

2. Определение аеродинаміческих характеристик модели гоночного автомобиля «Эстония»: Отчет о НИР (заключит.)/ ЦНИИ; Руководителю Ю.Лешина; М. Белянський, Г. Почкалов, Шифр темы № Я 677789; Инв.№46773.- Харьков.,1994. -8с.

Біловол Олександр Васильович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## СТАТИСТИЧНА ТЕРМОДИНАМІКА БЕЗ КАНОНІЧНИХ РОЗПОДІЛЕНЬ

Консервативність фізичної системи передбачає збереження інформації, яка закладена у фазовій густині. За традицією замість інформації, яка є мірою упорядкованості системи, в статистичній фізиці користуються так званою ентропією, яка в протилежність інформації є мірою неупорядкованості системи. З кількісної точки зору інформація і ентропія повинні бути адитивними функціями фазової густини. Тобто, ентропія системи, яка складається з двох незалежних підсистем, повинна дорівнювати сумі ентропій цих підсистем. Враховуючи, що густина системи при цьому дорівнює добутку густин підсистем, а функція, що переводить добуток у суму, це логарифмічна функція, природно скористатися формулою вперше запропонованою Людвігом Больцманом, за якою ентропія пропорційна середньому значенню логарифма фазової густини:

$$S = -k \int \rho(\mathbf{q}, \mathbf{p}) \ln \rho(\mathbf{q}, \mathbf{p}) dV,$$

де  $k$  - довільна певна стала, яка (як буде оказано нижче) дорівнює сталій Больцмана.

Зважаючи на те, що координати і імпульси точок, з яких складається частка, є незалежними одержимо