

УСТРОЇ ЩО ЗБЕСПЕЧУЮТЬ ПОКРАЩЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ М2.

Мелхіседеков Терентій Ігорович, ст. гр. АА-41

terenty1998@icloud.com

Основні відомості про аеродинаміку

Аеродинаміка автомобіля – це розділ, що вивчає аеродинаміку автомобілів та інших дорожніх транспортних засобів. Найбільшої уваги заслуговує автомобіль конструкції інженера Яра [5], який вважав, що для тіла, що рухається в безпосередній близькості до поверхні дороги, як теоретично найвигіднішої форми може служити розділений навпіл корпус дирижабля зі злегка випуклою нижньою стороною і ретельно закругленими краями.

Аеродинамічний опір автомобіля обумовлено його рухом з деякою відносною швидкістю в навколишньому повітряному середовищі. Сила опору повітря є основною складовою силового балансу автомобіля, вона являє собою найбільший інтерес через тенденції останнього часу, а саме зростання швидкостей пересування транспортних засобів. Аеродинаміка, на сьогоднішній час, є найбільш масовою проблемою яку необхідно вирішувати в процесі розробки автомобілів, і це стосується абсолютно всіх виробників, як автомобілів з двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ) так і електромобілів - тому що цей фактор є основною силою опору діючою на автомобіль при русі, та буквально визначає його пробіг виходячи з залежності паливно-економічної характеристики.

Опір повітря утворюється при терті шарів повітря по поверхні авто; стисканням повітря рухомою машиною; зоною низького тиску за машиною; завихреннями в оточуючих машину шарів повітря. Зі зростанням швидкості автомобіля сила опору повітря збільшується в квадратичному порядку, для того щоб автомобіль розвивав максимальну швидкість потрібна не тільки висока потужність двигуна, а ще й гарні аеродинамічні показники.

При швидкості руху транспортного засобу в 55-65 км / год сила опору повітря більша за будь-яку іншу силу опору руху автомобіля, а при швидкості 110-130 км / год [4] вона перевищує сили інерції та силу супротиву дороги разом взятих. Розглянемо відношення витрат потужності та супротив повітря до швидкості автомобіля, експериментальні значення яких надамо в (таб.1).

Таблиця 1

Залежність витрат потужності двигуна до швидкості транспортного засобу (ТЗ).

Швидкість автомобіля (км/год.)	Необхідна потужність (кВт./год.)
100	20
150	40-70
200	130-180
300	Від 390
400	Від 1000 і більше

Можна відзначити те, що на сьогоднішній час немає змоги розрахувати аеродинамічний опір теоретично, тому для отримання даних, цю величину визначають експериментально в спеціально підготовлених приміщеннях з аеродинамічною трубою.

Аеродинаміка має дуже важливе значення при проектуванні автомобілів, особливо якщо це стосується сталого рівномірного руху в міжміських циклах руху. Кузов автомобіля повинен мати якомога менший коефіцієнт обтічності – C_x [1], який залежить від багатьох факторів, починаючи з лобової площі автомобіля та закінчуючи виступаючим написом на протекторі шин, чим менший цей коефіцієнт – тим кращі економічні та динамічні характеристики буде показувати транспортний засіб. Коефіцієнт C_x визначається експериментально, і він головна величина, яка описує аеродинамічну досконалість кузова. Його умовно прирівняли до 1,0 для круглої пластини, проте, як з'ясувалося на практиці, з-за турбулентності за пластиною насправді її C_x дорівнює приблизно 1,2.

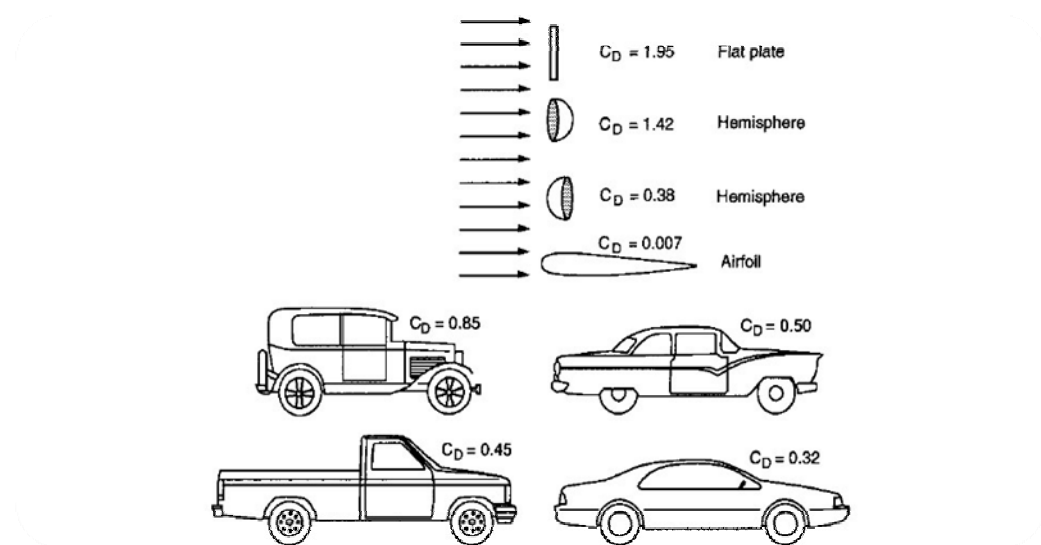


Рисунок 1- Приведені значення коефіцієнту обтічності.

Найкращою аеродинамічною формою в природі вважається крапля – яка спереду є обтікаємою сферою, а позаду має звуження яке утворює в кінці точку з такими характеристиками, які дозволяють звести завихрення позаду цієї фігури до мінімуму, коефіцієнт аеродинамічного опору краплі вважається $C_x = 0.04$ в порівнянні з циліндром того ж діаметру в якого $C_x = 1$ крапля являється на 96% ефективнішою. В середньому для сучасних автомобілів коефіцієнт $C_x < 0.4$ [3]. Приклади обтічності різних форм та кузовів автомобіля представлені на (рис.1).

Проблеми аеродинаміки автомобіля. Види опору повітря.

Опір повітря, що діє на автомобіль, є сумою сил, які умовно можна поділити на чотири основні групи (рис. 2)

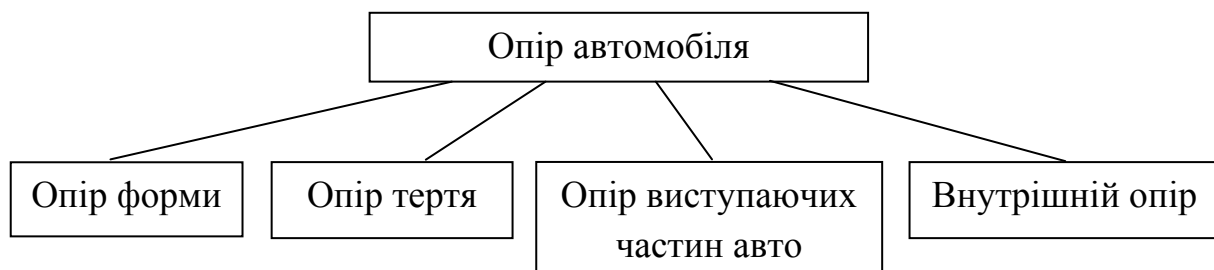


Рисунок 2 – Сили аеродинамічного опору

Опір форми (опір тиску та лобовий опір) складає більшу частину всього опору повітря. Його значення може досягати 60% від загального [3]. Цей вид опору може виникнути по наступному механізму: рухаючись проти зустрічного потоку повітря передня частина ТЗ стискає його та створює перед собою зону підвищеного тиску; тим часом потік повітря обтікає форму кузова автомобіля де він повністю відривається від кузова та утворює позаду нього зону низького тиску з наступними завихреннями повітря, яке підводиться з навколишнього середовища.

Внаслідок нерівномірності поверхневого покриття автомобіля утворюється так званий опір тертя. В цьому випадку шар повітря контактує з мікрощілинами поверхні кузова і знижує свою швидкість. Данний вид опору бере на себе 10-20% всіх аеродинамічних витрат [3].

10-15% загального опору становлять частини які виступають з-за форми кузова ТЗ. На цей фактор мають вплив частини автомобіля, що виступають, а саме: підняті вночі фари збільшують силу опору повітря на 10%, відкриті вікна - на 5%, встановлені брудозахисні фартухи на всіх колесах – на 3%, багажник на даху – на 10-12%, зовнішні дзеркала заднього виду – 5-7%, широкопрофільні шини – на 2-4%, антена – на 2%, відкритий люк в даху – на 2-5% [3].

Опір обумовлений рухом повітряного потоку через системи вентиляції та охолодження називають – внутрішнім [1]. Його характеризує різка зміна руху потоку, яка має складну конфігурацію, наприклад проходження повітря через радіатори та фільтри салону автомобіля.

Вирішення проблем пов'язаних з аеродинамічним опором авто

Аеродинаміку автомобіля можна покращити за рахунок втілення нових конструктивних рішень для кузову, а також до проблемних пристроїв автомобіля, що створюють додатковий супротив повітрю замінивши їх на більш технологічні.

Зменшити опір форми можна застосувавши правильні обтічні види задньої та передньої частини автомобіля наприклад: конструювати фургон вагонного типу так, щоб задня його частина генерувала якомога меншу кількість завихрень та мінімізувала за собою зону низького тиску. Цих результатів можна досягнути використанням спойлера [4], який встановлюється загнутим до верху в задній частині і піднімає потік набігаючого повітря вгору і не дає можливості виникнення вихрових потоків за кузовом автомобіля. Також для зменшення лобового супротиву можна встановити передній спліттер який допомагає розподіляти зустрічний повітряний потік між верхньою частиною автомобіля і днищем. Спліттер [4] дозволяє збільшити притискну силу на передню вісь і покращити керованість автомобіля.

Антикрило [4] діє по типу спойлера, тільки забезпечує ще більшу притискну силу завдяки великій площі поверхні горизонтального крила. Антикрило за рахунок збільшення притискної сили на задню вісь автомобіля, покращує керованість ТЗ.

Менші значення опору тертя відносяться до автомобілів, що мають нові, добре відполіровані покриття. Великі – до автомобілів з погано пофарбованими кузовами або покриттями, які з часом втратили більшість своїх аеродинамічних властивостей.

Прийняття конструктивних рішень до виступаючих частин автомобіля дозволить зменшити аеродинамічний опір. Так, установка на колеса гладких ковпаків знижує цей опір на 3%, заміна виступаючих дверних ручок на оптимізовані в аеродинамічному сенсі – втоплені, також знижує силу опору повітря. Щоб виключити додатковий опір, що викликається щітками склоочисників, коли останні перебувають в неробочому положенні, конструктори деяких фірм ховають їх у спеціальний відсік, розташований між кромкою капота і лобовим склом. Також істотну роль грає якість збірки кузова автомобіля: малі зазори в місцях стиків кузовних деталей можуть зменшити опір на 2-5%[4]. Приблизні значення витрати палива на подолання опору для авто 1300-1500см³ представлені на (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність витрат палива до швидкості автомобіля при різних факторах впливаючих на супротив повітря.

Рішення	Економія літрів на 100км/ч.	
	Швидкість 90 км/год.	Швидкість 120 км/год.
Прибрати верхній багажник	0,98	1,61
Прибрати кріплення для багажнику	0,61	1,01
Зачинити вікно	0,27	0,44
Уст передній обтікач	0,24	0,40
Закрити люк на криші	0,05	0,08
Устиновити ковпаки на штампован диски	0,05	0,08

Висновки

Таким чином, останні тенденції зростання швидкостей ТЗ стануть неможливими без урахування впливу на них аеродинаміки. Високі аеродинамічні показники можливо отримати різними способами, вирішуючи окремі задачі, що пов'язані з нею. Аеродинаміка автомобіля має відношення практично до всього спектру питань існування сучасного ТЗ. У багатьох випадках аеродинаміка автомобіля має велике значення для забезпечення керованості та безпеки дорожнього руху.

Література

1. Бернацкий В.В., Степанов И.С., Кондрашов В.Н. Аеродинаміка автомобіля. Методи випробувань, НИЦ ИНФРА-М, 2015. — 153 с.
2. Евграфов А.Н. Аеродинаміка автомобіля видавництво МГІУ, 2010. — 356 с.
3. Форум: Как и зачем улудшают аэродинамику автомобиля. Режим доступу: <https://znanieavto.ru/>.
4. Форум: Аэродинамика автомобиля – основы. Режим доступу: <https://carspec.info/>.
5. Форум: Аэродинамика автомобиля. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/>.

Науковий консультант: *Овчаренко Ю.Е. ,доц. каф. автомобілів*