

ВПЛИВ АЕРОДИНАМІКИ НА ХОДОВІ ЯКОСТІ ГОНОЧНОГО АВТОМОБІЛЯ

Аеродинамічні сили впливають на динамічні характеристики гоночного автомобіля безпосередньо (випадок сили опору), або побічно, при створенні піднімальної або притискної сили, яка впливає на коефіцієнт тертя шин [2]. Визначення величини й напрямку аеродинамічної сили і її метацентра важливо для наступних розрахунків динамічних характеристик гоночного автомобіля.

Чисельне моделювання аеродинамічних характеристик гоночних автомобілів дозволяє отримати данні про розподілення аеродинамічних сил і моментів.

Чисельне моделювання [1] стаціонарного обтікання виконане за допомогою програмного комплексу *MTFS*[®]. Розрахункова область будувалася за принципом аеродинамічної труби. Твердотільна модель занурена в розрахункову область із розмірами $L \times H \times W = 10l \times 5l \times 5l$ (рис. 1) де l - довжина автомобіля.

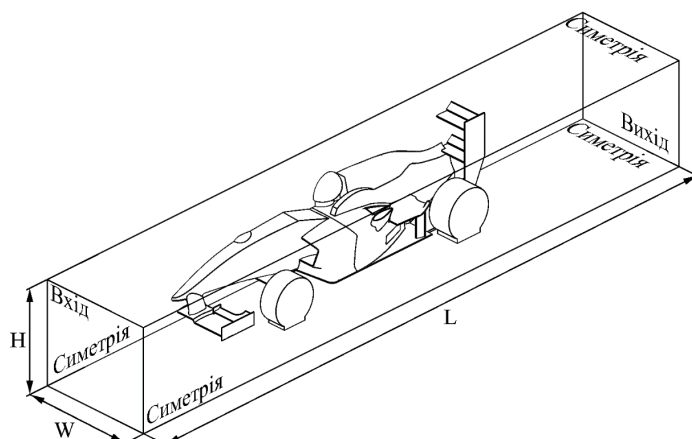


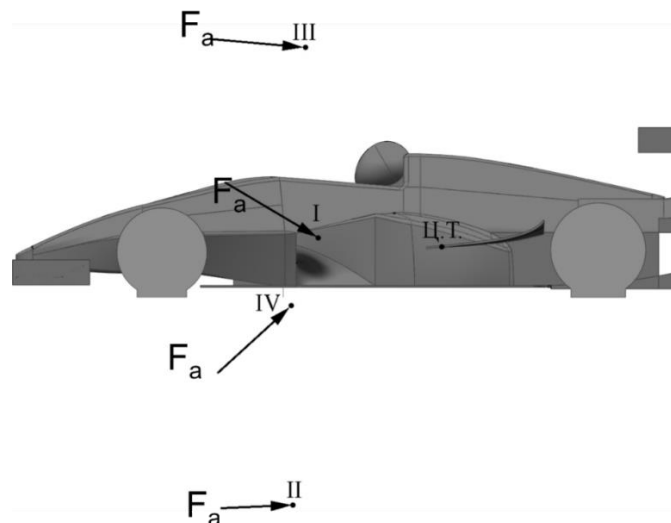
Рисунок 1 – Схема розрахункової області навколо гоночного автомобіля

Розрахункова область описувалася гексагональною сіткою потужністю близько 10 млн. вузлів зі згущеннями поблизу твердих поверхонь для опису прикордонного шару. Інтегрування повних осереднених рівнянь Нав'є-Стокса здійснювалося різницевою схемою 2-го порядку точності на основі *TVD* апроксимації при замиканні *SST* моделлю турбулентності у формулюванні Ментера. Для опису в'язких ефектів у прикордонному шарі на деяких елементах конструкцій використовувалися пристінні функції, при цьому мінімальне значення змінної примежового шару вибиралося за умови $Y^+ < 5$. Поза розрахунковою областю передбачався незбурений потік.

Атмосферне середовище описувалося моделлю ідеального газу. У чисельних експериментах використовувалися наступні граничні умови:

швидкість потоку, що набігає, повітря направлялася уздовж поздовжньої осі автомобіля, становила 15-50 м/с і збігалася зі швидкістю дорожнього полотна; на видаленні задавався тиск P_∞ стандартної атмосфери.

На рис. 2 представлено приведення системи сил, що діють на автомобіль, до рівнодіючої (із вказівкою центру приведення й напрямку) для варіантів компоновки.



I – Базовий варіант; II – Без заднього антикрила; III – Без переднього антикрила; IV- Без заднього й переднього антикрила

Рисунок 2 – Розташування центру додатка аеродинамічної сили

З рис. 2 видно, що у варіантах III, IV аеродинамічна сила створює момент за годинниковою стрілкою відносно центра ваги; у варіантах II, I – у зворотному напрямку, тобто антикрила забезпечують стійкість.

Також однієї з важливих динамічних характеристик гоночного автомобіля є - максимальна швидкість у повороті [2].

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{\varphi \cdot m \cdot g}{\sqrt{\left(\frac{m}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \rho_\infty \cdot S_m \cdot C_x\right)^2} - \frac{1}{2} \cdot \rho_\infty \cdot S_m \cdot C_y}}$$

де φ – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою,

R – радіус повороту,

m – повна маса автомобіля,

S_m – міделева площа перетину автомобіля,

ρ_∞ – густина незбуреного потоку,

C_x, C_y – коефіцієнти аеродинамічного опору та притискної сили.

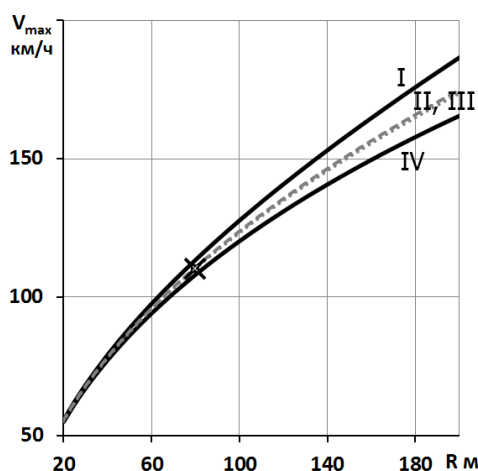
Представлена формула заснована на наступних припущеннях:

- сталості радіуса повороту,

- фіксованому положенні кермового колеса,
- відсутність сили тяги.

У дійсності явища, що відбуваються при повороті автомобіля, складніше й, наприклад, при швидких поворотах керма на кривих змінного радіуса гранична швидкість може виявитися значно нижче обчисленої по вищенаведеній формулі. Однак дана залежність відбиває вплив поліпшеної конструкції на динаміку руху автомобілів на поворотах і відповідає практичним спостереженням в умовах експлуатації.

На рис. 3 представлені залежності максимальної швидкості від величини радіуса повороту для різних варіантів «аеродинамічної» компоновки гоночного автомобіля. Також показано порівняння з тестовим заїздом на реальній трасі для базового варіанта.



I – базовий варіант; II – без заднього антикрила; III – без переднього антикрила; IV – без заднього і переднього антикрила; – Тестовий заїзд

Рисунок 3 Максимальна швидкість залежно від величини радіуса повороту

Висновки

Таким чином, визначені граничні значення швидкості в повороті. Аналітична залежність добре корелює з реальним тестовим заїздом: на гоночній трасі з радіусом повороту $R=80$ м гранична швидкість склала $V_{\max} = 120$ км/год.

Встановлено залежності аеродинамічних характеристик антикрил залежно від кута атаки і близькості екрана на основі чисельного моделювання обтікання передніх і задніх антикрил спільно з кузовом автомобіля.

Література

1. Авершин, А.Г. Компьютерное моделирование аэродинамических характеристик гоночного автомобиля ХАДІ 31 [Текст] / А.Г. Авершин, В.Г. Солодов // Автомобильный транспорт. Сб. науч. тр. – Х., ХНАДУ. – 2005. – вып.16. – С.228-231.
2. Бекман В. В. Гоночные автомобили [Текст] / Вильгельм Вильгельмович Бекман. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1980. – 320 с.