

КОНТРОЛЬ ДОРОЖНІХ УМОВ РУХУ АВТОПОЇЗДІВ НА МАГІСТРАЛІ

Для того, щоб рухатись по магістралях за ощадною програмою з дотриманням розкладу, сучасні автомобілі повинні не тільки бути оснащені телеметричним обладнанням, але й приладами, які дають можливість обмінюватись інформацією про дорожні й транспортні умови з іншими учасниками дорожнього руху, тобто включати автомобілі в системи комунікації. Джерелами вхідної інформації є попередні транспортні засоби. Однак, до цього часу чітко не з'ясовано її зміст, необхідний обсяг для того, щоб можна було її використати й реалізувати заплановану програму руху. Щоб ліквідувати цю прогалину, нами було розроблено теоретичну модель і здійснено комп'ютерну симуляцію вироблення необхідних сигналів для імпульсного режиму руху.

Енергоощадні програми руху різних типів автомобілів, які користуються єдиною інформацією, є різними й забезпечити їх жорстким телеметричним зв'язком неможливо. Але вони усі об'єднані дорожніми і транспортними умовами, які є визначальними при виборі режимів руху. Опір дорожньому рухові, як вихідна величина залежить від великої кількості чинників, тому для його дослідження слід застосувати емпіричні залежності [1].

Імітацію контролю дорожніх умов було розроблено на основі такої формалізованої задачі. В момент часу t_i є дані про власну координату розташування x_i АТЗ на магістралі. Задана програма руху – $S(t)$, де $S = x_{i+n}(t) - x_i(t)$, i – номер ділянки магістралі, яка характеризується відносною сталістю дорожніх умов. Рух впродовж цієї програми має бути найбільш енергетично ощадним, тобто, складатись з оптимального чергування режимів розгін - рух з постійною швидкістю – вільне кочення [2]. Така програма має бути, по можливості, позбавлена примусового гальмівного керування P_2 . Отже, враховуючи, що функція миттєвої швидкості автомобіля, $v_A(P_k, P_2, P_o)$ – наперед невідома, де P_k – рушійна сила провідних коліс, P_2 – сила примусового гальмування, P_o – сила сумарного опору руху, потрібно обґрунтувати вхідні сигнали для бортової системи керування АТЗ, за якими можна було б досягнути $v_{i+n} \approx v_{i+n}^{баж.}$ при $P_2 \rightarrow 0$. Використано основне рівняння динаміки руху АТЗ, для якого обумовлено, що усі сили і моменти стосуються його центру ваги: G_A – вага АТЗ; M_k – рушійний момент на провідних колесах. Вхідні параметри: поточна координата АТЗ x_i , її перша та друга похідні \dot{x}_i , \ddot{x}_i , які знайдено з допомогою асимптотичних диференціаторів; вага автомобіля G_A , яку можна вимірювати за напруженнями в тримній конструкції АТЗ; моменти на провідних колесах M_k ; кутова швидкість колінвала двигуна ω_k . Дані можуть бути отримані в будь-якому робочому режимі АТЗ. Поточну координату з достатньою точністю визначають

навігаційні системи, або ж відомі системи радіоміток, які відіграють роль своєрідних дорожніх лагів. Параметри M_k , G_A , ω_k можна з достатнім рівнем точності виміряти безпосередньо в бортовій системі АТЗ. Для успішного застосування лагів потрібна участь декількох автомобілів. Очевидно, що сила опору руху для різних машин в однакових погодних умовах, при однакових швидкостях на тому самому перетині магістралі відрізнятиметься. В цих дослідженнях використано різницю сили опору між перетинами дороги j -го АТЗ – $\Delta P_{o,i}^j = P_{o,i}^j - P_{o,i-1}^j$, яка може бути ненульовою, коли змінюється якість дорожнього покриття, ухил дороги. Доведено, що ця величина є інваріантною для будь-яких двох АТЗ з різною вагою. Різниця сил опору кочення:

$$\Delta P_{o,i} = P_{o,i-1} - P_{o,i} = G_a \left(f_{o\Sigma}^i \cos \alpha_i - f_{o\Sigma}^{i-1} \cos \alpha_{i-1} \right) + G_a \left(\sin \alpha_i - \sin \alpha_{i-1} \right) + k_w F \left(\Delta v^2 \right), \quad (1)$$

де f – коефіцієнт опору кочення; α – кут нахилу поздовжнього профілю дороги до горизонту; k_w , F – коефіцієнт обтічності, та лобова площа АТЗ. Або:

$$u_i = \frac{\Delta P_{o,i}}{G_a} = \Delta \left(f_{o\Sigma} \cos \alpha \right) + \Delta \sin \alpha + \frac{k_w F}{G_a} \left(\Delta v^2 \right). \quad (2)$$

Зміна швидкості на магістралі дуже незначно впливає на зміну опору повітряного потоку. Наприклад, при збільшенні/зменшенні швидкості на 5 м/с для автомобіля КрАЗ-6510 ($kF = 0,0041 \text{ кН}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; $G_A = 220,7 \text{ кН}$) величина u_i набуде значення 0,00046, що, порівняно з нормативним коефіцієнтом дорожнього опору для автомагістралі (середнє значення $\psi = 0,027$) становить 1,7%. Як видно з виразу (2) величина u_i є інваріантною щодо різних колісних машин при високій швидкості (15...27 м/с). Якщо з достатньою точністю вимірювати власні координати АТЗ і належно проводити їх диференціювання, то u_i – об'єктивна дорожня інформація, яку можна використати в алгоритмі керування рухом АТЗ по розміченій магістралі.

Алгоритм обчислення і прогнозування зміни опору вільного руху (без наявності перешкоди в полі телеметричної видимості) з використанням нерухомих дорожніх лагів запрограмовано в симуляційну модель в середовищі MathLab Simulink. Його використання для різних вхідних даних доводить інваріантність величини u .

Література

1. Сунцов В. Н. К оценке величины коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля / В. Н. Сунцов, В. П. Шамота, В. А. Макаров [та ін.] // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2009. – №2. – С. 75-79.
2. Оліскевич М. С. Умови ефективного застосування магістральних програм імпульсного руху вантажних автомобілів // М. С. Оліскевич, В. М. Дорош / Проектування, виробництво, експлуатація автотранспортних засобів та автопоїздів. – Львів.: НКЦ НТУ, №18. – 2010. – С. 172-178.