

КЕРУВАННЯ ЛЕГКОВИМ АВТОМОБІЛЕМ З УРАХУВАННЯМ ЙОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ

**О.В. Приймак, професор, д.т.н., В.Р. Карпенко, доцент, к.т.н.,
В.І. Павлюк, асистент, ЛНТУ**

***Анотація.** Розглянуті умови здійснення криволінійного руху автомобіля під впливом керуючих дій водія залежно від його завантаження, що дає можливість коректувати алгоритм роботи електронних систем активної безпеки автомобіля.*

***Ключові слова:** Активна безпека, керованість, моделювання, перехідна крива, завантаження автомобіля.*

УПРАВЛЕНИЕ ЛЕГКОВЫМ АВТОМОБИЛЕМ С УЧЕТОМ ЕГО ЗАГРУЗКИ

**О.В. Приймак, професор, д.т.н., В.Р. Карпенко, доцент, к.т.н.,
В.И. Павлюк, ассистент, ЛНТУ**

***Аннотация.** Рассмотрены условия осуществления криволинейного движения автомобиля под воздействием управляющих воздействий водителя в зависимости от его загрузки, что дает возможность корректировать алгоритм работы электронных систем активной безопасности автомобиля.*

***Ключевые слова:** Активная безопасность, управляемость, моделирование, переходная кривая, загрузка автомобиля.*

CAR HANDLING CONSIDERING OF ITS LOAD

**O. Pryjmak, professor, dr. eng. sc., V. Karpenko, assistant professor, cand. eng. sc.,
V. Pavljuk, assistant, LNTU**

***Annotation.** The study of conformities to law of realization of curvilinear motion of car under act of managing actions of driver depending on his load enables to correct the algorithm of work of the electronic systems of active safety of car.*

***Keywords:** Active safety, car handling, modeling, transitional curve, load.*

Вступ

Керування автомобілем досить складний процес, що потребує спеціальної підготовки водіїв. Володіючи відповідними навичками в керуванні, правильно оцінюючи дорожню обстановку та експлуатаційні можливості автомобіля водії мають змогу уникати дорожньо-транспортних пригод. Проте водіям часто доводиться керувати автомобілем в умовах недостатньої інформації про дорож-

ню обстановку. Отже в умовах зростання середніх швидкостей руху поряд з підвищенням якості підготовки водіїв є необхідність постійного удосконалення конструкційної безпеки автомобілів.

Основне призначення допоміжних електронних систем активної безпеки автомобіля це корегування керуючих дій водія, залишаючи за водієм пріоритетне право у керуванні транспортним засобом [1]. Виробники сучасних

автомобілів, як правило, намагаються обладнати транспортні засоби такими системами хоча б на рівні опцій. Проте інформації про їх функціонування на зразок детального алгоритму роботи або програмного забезпечення не вистачає, а іноді вона взагалі відсутня. Це стримує розвиток і удосконалення електронних систем конструкційної безпеки. Якщо надійність, точність, швидкодія роботи цих систем в основному визначається електронними технологіями, то алгоритм їх роботи залежить від особливостей конструктивного виконання автомобіля, дій водія і реакції транспортного засобу на керування.

Більш досконалі системи можуть адаптувати свою роботу в процесі експлуатації автомобіля, наприклад для різних режимів руху, дорожніх умов та ін. Так для автомобілів малих класів зміна завантаження пасажирами і вантажем визначає масово-інерційні характеристики транспортного засобу, що в свою чергу суттєво впливає на його експлуатаційні властивості.

Аналіз досліджень і публікацій

Питанням керованості транспортного засобу присвячено багато наукових робіт в тому числі і робіт, пов'язаних з визначенням керуючих дій для здійснення криволінійного руху автомобіля [2,3]. На основі аналізу наведених досліджень запропоновано методика визначення параметрів керування, кута і кутової швидкості повороту керованих коліс залежно від умов руху автомобіля, його конструктивного виконання, параметрів траєкторії слідування [3].

Мета роботи і постановка завдання

Метою даної роботи є визначення впливу зміни завантаження легкового автомобіля на його керованість.

Для цього необхідно отримати моделювання залежності керуючих дій водія від параметрів криволінійного руху легкового автомобіля з урахуванням його завантаження, а також запропонувати шляхи практичного застосування результатів моделювання.

Матеріали і результати досліджень

Траєкторію маневрування автомобіля можна розглядати у вигляді сукупності подібних

перехідних кривих [2,3]. Зважаючи на подібність пропонується дослідити моделюванням початок маневру, тобто рух перехідною кривою, радіус якої змінюватиметься від нескінченності до найменшого значення, визначеного оптимальним положенням транспортного засобу при виконанні маневру.

Вхідними величинами у моделюванні процесу слідування автомобіля заданою перехідною кривою є швидкість, компоновка, масово-інерційні показники автомобіля, характеристики шин за боковим відведенням, параметри криволінійної траєкторії.

Основою розрахункової моделі є система диференціальних рівнянь першого порядку з постійними коефіцієнтами

$$\begin{cases} \dot{\delta}_{12} = A_{11} \times \delta_{12} + A_{12} \times \delta_{34} + A_{13} \times \theta + A_{14}; \\ \dot{\delta}_{34} = A_{21} \times \delta_{12} + A_{22} \times \delta_{34} + A_{23} \times \theta + A_{24}; \\ \dot{\theta} = A_{31} \times \delta_{12} + A_{32} \times \delta_{34} + A_{33} \times \theta + A_{34}. \end{cases} \quad (1)$$

де A_{ij} – коефіцієнти отримані з урахуванням параметрів автомобіля, криволінійної траєкторії і швидкості його руху ($a, b, L, M_a, \epsilon, C_{пр}, V_a$ [3]); $\delta_{12}, \delta_{34}, \dot{\delta}_{12}, \dot{\delta}_{34}$ – кути відведення і швидкість їх зміни для передньої і задньої осі автомобіля, відповідно; $\theta, \dot{\theta}$ – кут і кутова швидкість повороту керованих коліс.

Як перехідна крива в моделюванні використана клоатоїда. Параметр перехідної кривої

$$C_{пр} = R_{прi} \times S_{прi}, \quad (2)$$

де $R_{прi}$ – радіус кривини в деякій точці кривої; $S_{прi}$ – віддалення відповідної точки від початку перехідної кривої.

Параметр $C_{пр}$ для маневрів «змійка», «переставка» змінюється в широких межах. Під час моделювання елементів маневру «переставка 12, 16 і 24 м» [4] прийнято відповідно $C_{пр} = 45, 75, 210$.

Як вхідні величини використано параметри і характеристики передньоприводного легкового автомобіля ЗАЗ-1102.

Моделювання неусталеного криволінійного руху, здійснювалося в інтервалі швидкостей допустимих за умов зчеплення коліс з дорогою для усіх заданих параметрів перехідної кривої.

Результати визначення кутової швидкості повороту керованих коліс для повністю завантаженого автомобіля, залежно від швидкості руху та параметрів криволінійної траєкторії, наведено на рис.1.

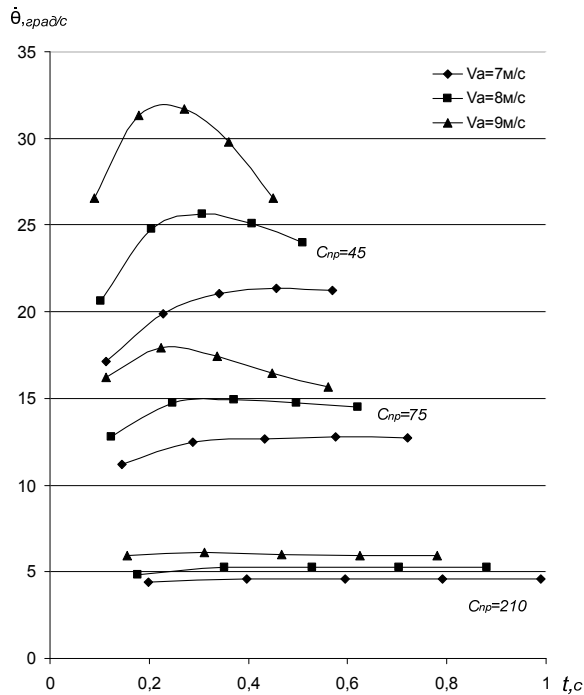


Рис. 1. Залежність кутової швидкості повороту керованих коліс від параметрів неусталеного криволінійного руху

Масово-інерційні показники розраховувалися для трьох випадків завантаження: 1 – водій, чотири пасажир і вантаж; 2 – водій, пасажир і вантаж; 3 – водій і пасажир, маса яких регламентована нормативною документацією [5].

Значення радіусів інерції відносно вертикальної центральної осі отримані за залежністю [6]

$$\rho_z = \sqrt{\frac{1}{2}ab + \frac{B^2}{12} + \frac{1}{6}ab}, \quad (3)$$

де B – колія автомобіля; a , b – відстані від центру мас до осей автомобіля.

Результати визначення кутової швидкості повороту керованих коліс для випадків різних завантажень автомобіля та параметрів кривої, за умови сталої швидкості його руху, наведено на рис.2.

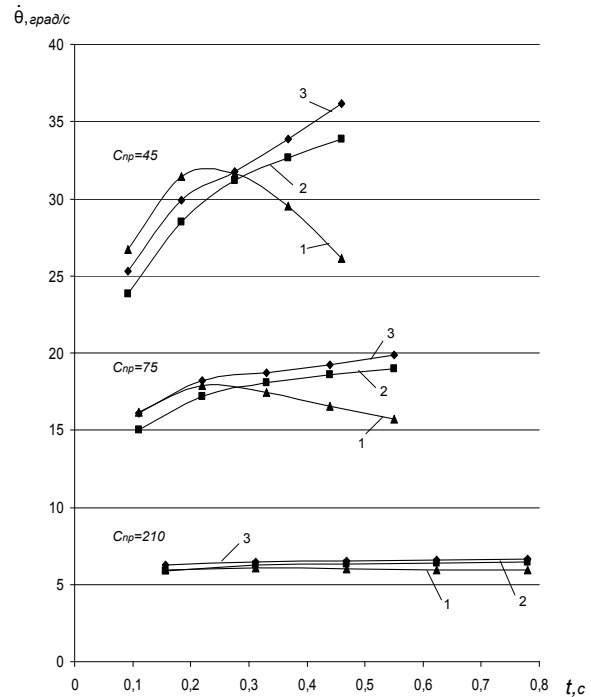


Рис. 2. Залежність кутової швидкості повороту керованих коліс для випадків різного завантаження автомобіля та параметрів кривої, за умови сталої швидкості автомобіля $V_a=9\text{м/с}$: 1 – водій, чотири пасажир і вантаж; 2 – водій, пасажир і вантаж; 3 – водій і пасажир.

Таким чином маючи залежності керуючих дій водія від параметрів неусталеного криволінійного руху, ступені завантаження автомобіля, можливо вирішити зворотню задачу. Суть якої полягає в тому, що за характером повороту керованих коліс автомобіля при заданій швидкості його руху, визначається траєкторія подальшого слідування транспортного засобу і прогнозується поведінка автомобіля за кутовою швидкістю, прискоренням і т.п.

Як видно з результатів теоретичного дослідження для легкових автомобілів малої маси вплив завантаження на керованість є суттєвим. Крім того, запропонована модель дозволяє врахувати вплив і інших конструктивних особливостей автомобіля на процес здійснення неусталеного криволінійного руху.

Подібна інформація в електронних системах активної безпеки використовується для формування керуючого сигналу електронного блоку керування, що надходить до робочих органів, наприклад модулятора системи ESP.

Висновки

В роботі представлені результати теоретичних досліджень залежності керуючих дій водія від параметрів неусталеного криволінійного руху легкового автомобіля з урахуванням його завантаження. Запропоновано шляхи можливого використання результатів моделювання для коректування роботи систем активної безпеки, шляхом удосконалення алгоритму їх дії.

Література

1. Автомобильный справочник: пер. с англ. 2-е изд., перераб и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.: ил.
 2. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда. – М.: Транспорт, 1986. – 136с.
 3. Павлюк В.І. Моделювання неусталеного криволінійного руху автомобіля // Наукові нотатки. – Луцьк ЛНТУ, 2010. – Випуск 28. – С.374-379.
 4. Управляемость и устойчивость автотранспортных средств. Методы испытаний. ОСТ 37.001.471–88.
 5. Автотранспортные средства. Методы измерения показателей масс. ОСТ 37.001.408–85.
 6. Подригало М.А., Волков В.П. Определение радиусов инерции автомобиля на стадии его проектирования // Автомобильная промышленность. – 2003. – №6. – С. 19-22.
- Рецензент: О.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Стаття поступила в редакцію 28 жовтня 2011 р.