



УДК 621.01

© З.А. Рустамов, докт. техн. наук, доцент (Азербайджанський технічний університет),

© О.Ф. Волков, канд. техн. наук, доцент (НТУ), заст. зав. випроб. лаб-рії (ДП "ДержавотрансНДІпроект")

КРИТИЧНА ШВИДКІСТЬ ПЕРЕКИДАННЯ АВТОМОБІЛЯ

Анотація. Проведено аналіз впливу співвідношення кутів повороту керованих коліс на маневреність та стійкість автомобіля. Для розкриття особливостей нової конструкції рульового механізму RZAO здійснено структурний синтез спільної роботи елементів цього механізму з рульовим керуванням та зроблено відповідні висновки.

Ключові слова: рульове керування; рульовий механізм; стійкість; маневреність, ексцентричний; концентричний, шестірня.

Аннотация. Проведен анализ влияния соотношения углов поворота управляемых колес на маневренность и устойчивость автомобиля. Для раскрытия особенностей новой конструкции рулевого механизма RZAO осуществлен структурный синтез совместной работы элементов этого механизма и рулевого управления с соответствующими выводами.

Ключевые слова: рулевое управление; рулевой механизм; устойчивость; маневренность; эксцентрический; концентрический; шестерня.

Annotation. In work, following presence of the correlation between corners operated travel about, was analyzed influence given correlations on maneuverability and stability of the car. For improvement of maneuverability and increasing to stability of the motor transport is offered new constructive RZAO decision helmsmen management and independent lavalier. Hereinafter, revealing essence to new design, is organized structured syntheses of mechanism element collaboration with corresponding to conclusion.

Key words: steering; the steering mechanism; eccentricity; concentricity; gear wheel.

Вступ

Добре відомо, що рульове керування призначено для зміни напрямку руху автомобіля та його безпечності. Тому до рульового керування завжди ставлять досить високі вимоги, однією з яких є забезпечення мінімального бокового ковзання керованих коліс під час повороту автомобіля, що суттєво впливає на його маневреність та стійкість.

Основна частина

У роботах [1, 2, 3] зазначено, що для забезпечення високої керованості та підвищення стійкості автомобіля "управляемые колеса при его повороте должны катиться без бокового скольжения" або "рулевой привод должен обеспечивать правильное соотношение углов поворота управляемых колес".

Під час маневру центр повороту автомобіля перебуває на перетині ліній продовження задньої осі та перпендикулярів, проведених до векторів швидкостей керованих коліс, якщо не враховувати кутів бокового уводу коліс, якими для спрощення розрахунків та доступнішого викладу матеріалу можна знехтувати.

Варто вважати доведеним, що внутрішнє кероване колесо завжди повинно бути повернуте на

більший кут, ніж зовнішнє. Чим крутіший поворот, тим більша різниця між кутами, на які керовані колеса повинні бути повернуті. Також на високій швидкості руху правильне співвідношення кутів повороту керованих коліс визначає стійкість автомобіля, а на низькій швидкості – його маневреність.

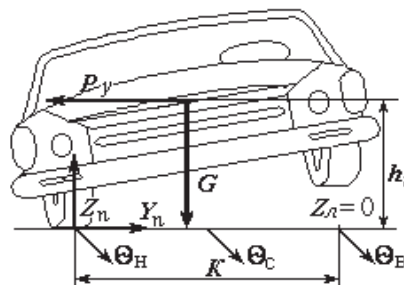


Рис. 1. Критична швидкість автомобіля

Під час криволінійного руху внутрішні колеса під дією відцентрової сили розвантажуються (рис. 1), а зовнішні, навпаки, довантажуються. Межею курсової стійкості автомобіля є момент відриву внутрішнього керованого колеса від поверхні дороги під дією зазначеної сили. Із цього моменту внутрішнє колесо стає бездіяльним,



тобто не керує напрямком руху автомобіля. Звідси, критична швидкість перекидання автомобіля під час виконання повороту повинна визначатися з використанням значення кута повороту зовнішнього керованого колеса θ_H – формула (1), а не значення кута повороту θ_C формула (2), як показано в роботі [1].

$$\vartheta_o = \sqrt{\frac{6,5g \cdot L \cdot K}{h_{ц} \theta_H}} \quad (1)$$

$$\vartheta_o = \sqrt{\frac{6,5g \cdot L \cdot K}{h_{ц} \theta_C}} \quad (2)$$

Якщо врахувати, що кут повороту зовнішнього колеса найменший, тобто $\theta_H < \theta_C < \theta_B$, а також наявність необхідного і правильного співвідношення кутів повороту керованих коліс, яке здатен забезпечити механізм RZAO [4], то не безпідставно можна стверджувати про зростання у цьому разі критичної швидкості перекидання автомобіля на повороті, тобто збільшення його курсової стійкості.

Інтенсивність руху, постійна і швидка зміна ситуацій на дорогах, особливо на вулицях великих міст, специфіка деяких автотранспортних перевезень (комунальні, спеціальні, спеціалізовані, гоночні) вимагає легкої та чіткої зміни положення автомобіля шляхом покращення його маневреності, що може бути досягнуто завдяки усуненню ковзання керованих коліс.

Наявність необхідної та правильної різниці між кутами керованих коліс на різних радіусах повороту автомобіля усуває таке ковзання на довільних заданих траєкторіях кочення коліс, завдяки цьому досягається підвищення маневреності автомобіля загалом.

На підставі викладеного вище було зроблено висновки 1, 2 та поставлено такі науково-технічні завдання щодо підвищення стійкості та маневреності автомобіля:

- переглянути кінематику рульового керування та передньої незалежної підвіски і запропонувати нові конструктивні рішення;
- обґрунтувати теоретично та підтвердити на практиці працездатність запропонованих конструкцій нових механізмів.

За результатами проведених досліджень розроблено нові конструкції рульового керування RZAO (рис. 2) та незалежної підвіски (рис. 3, 4), оригінальність яких захищено охоронними документами [4, 5], відповідно.

Рульове керування RZAO [4] забезпечує необхідну різницю між кутами повороту керованих коліс у широкому діапазоні зміни радіусів повороту автомобіля завдяки використанню нового конструктивного рішення побудованого на принципі шестірня-рейка (рис. 2, 5). Потрібна різниця кутів тут досягається за рахунок випередження однієї 7

та відставання іншої 8 ексцентричних шестерен (або навпаки) відносно одна одної за рівномірного зворотньо-поступального переміщення рейки 4 з похилими ділянками 5, 6. Можливі варіанти рульових механізмів з однією та двома ексцентричними шестернями, методика визначення їх параметрів та приклади розрахунку наведено в роботах [8, 9, 10]. Тож наведемо повну кінематичну схему нового рульового керування RZAO з позначеними напрямками руху основних елементів (рис. 2) та зазначимо, що запропонований рульовий механізм дає змогу також зменшити зусилля на рульовому колесі завдяки вибору відповідних розмірів шестерен.

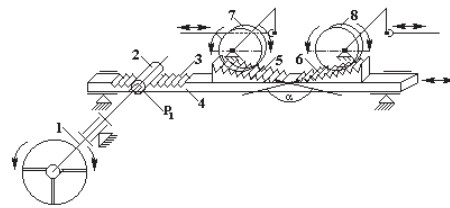


Рис. 2. Кінематична схема рульового керування RZAO

Нова конструкція незалежної підвіски транспортного засобу RZAO, на яку отримано патент Швейцарії [5], дає можливість проводити автоматичне регулювання роботи амортизаторів залежно від кліматичних та експлуатаційних умов (рис. 3). У конструкції незалежної підвіски амортизаційна стійка виконана у вигляді двох рознесених циліндрів, розміщених вертикально-зустрічно на одній осі (рис. 4). Стійка жорстко кріпиться до верхнього та нижнього кронштейнів кузова (рис. 3) або у балці, якщо підвіска залежна (рис. 5), з відповідними циліндрами амортизаторів. Запропоноване технічне рішення дає змогу проводити заміну рідини, дозаправку чи регулювання амортизаторів без зняття їх з автомобіля і, за необхідності та відповідного електронного забезпечення, автоматичне регулювання під час руху автомобіля. Така підвіска не потребує нижніх поперечних важелів кріплення, завдяки чому спрощується конструкція, зменшується кількість шарнірних з'єднань, вузлів та деталей, зменшується металомісткість та трудомісткість технічного обслуговування й одночасно звільняється простір під автомобілем. Можливі варіанти виконання схем перепускання амортизаційної рідини з одного циліндра у другий наведено на рис. 4.

Далі розглянемо спільну роботу “рульового керування RZAO” (рис. 2) та “незалежної підвіски транспортного засобу RZAO” (рис. 3) як оптимального конструктивного рішення щодо покращення маневреності та підвищення стійкості колісних транспортних засобів (рис. 5).

Аналіз існуючих механізмів поширених в автомобілебудуванні показує, що застосовувані зубчато-важільні та кулачково-важільні механіз-

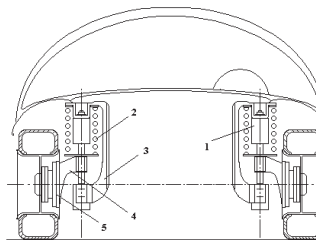


Рис. 3. Незалежна підвіска RZAO

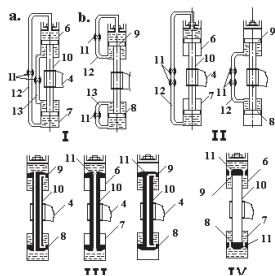


Рис. 4. Принцип дії амортизатора RZAO

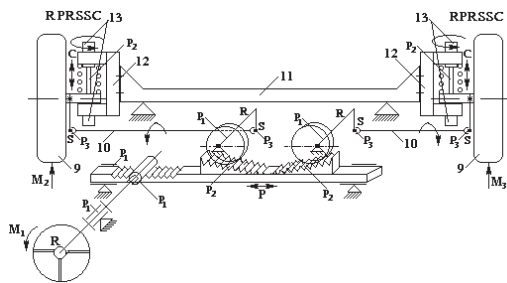


Рис. 5. Кінематична схема рульового керування та підвіски RZAO

ми утворюють часом досить складні замкнуті контури з різними ступенями рухомості.

Проведемо структурний синтез кінематичних схем та дії запропонованого рульового керування і підвіски RZAO. Відомо, що повністю незалежні контури механізмів, які можуть переміщуватися у вільному просторі, мають ступінь свободи $\lambda = 6$. Для механізмів зі змінним значенням λ існує структурна формула (3), наведена у [6, 7]:

$$M = \sum_{i=1}^j f_i - \sum_{k=1}^L \lambda_k + q - j_p \quad (3)$$

де: M – число привідних зусиль, тобто число приводів механізму; j – число шарнірів; $\sum f_i$ – сума рухомостей шарнірів; L – число незалежних контурів; $\sum \lambda_k$ – число ступенів свободи руху незалежних контурів в просторі; q – число надлишкових зв'язків; j_p – число пасивних шарнірів.

Конструкція рульового керування RZAO складається з рульової колонки 1 (рис. 2), на вал якої жорстко насаджена циліндрична шестірня 2, яка контактує із зубцями 3 та переміщує рейку 4 під дією зусилля з боку водія. Далі дві зустрічно похилі рейки 5 та 6 з кутом нахилу α , що жорстко насажені на рейку 4, входять у зачеплення, кожна окремо, із симетрично розташованими ексцентричними шестернями 7 і 8, які своєю чергою з'єднані з колесами 9 за допомогою тяг 10 (рис. 5). Осі обертання ексцентричних шестерень є оберտальними парами двох просторових механізмів виду RSS. Колеса 9, насажені на ведені маточини, з'єднані з передньою балкою 11, або лонжеро-

нами чи кузовом за незалежної підвіски, за допомогою розбірних вилок 12 з двома циліндричними парами 13. Таке кріплення забезпечує можливість вільного повороту коліс, а також їх переміщення вздовж вертикальної осі. Ця частина конструкції відповідає просторовому механізму виду С або RP. В цілому рульове керування RZAO з передньою підвіскою є просторовим механізмом виду RPP • RSSC/RSSC, що діє у двох напрямках.

Умовні позначення простих видів механізмів мають таке значення:

- R – пара обертання;
- P – пара поступального руху;
- S – сферична пара;
- C – циліндрична пара.

Своєю чергою циліндрична пара включає в себе дві пари – оберտальну та поступальну, що мають по одному ступеню свободи кожна, тобто $C = (RP)$. Також відомо, що сферична пара S має три ступені свободи.

На підставі викладеного та скориставшись формулою (3) і рис. 5, визначаємо суму рухомостей шарнірів підвіски та рульового керування RZAO, як для механізму, що діє у двох напрямках:

$$\sum_{i=1}^j f_i = P_1 + P_1 + P_1 + \left\{ \begin{matrix} P_2 + P_1 + P_3 + P_3 + P_2 \\ P_2 + P_1 + P_3 + P_3 + P_2 \end{matrix} \right\} = 25$$

де P_n – ступінь рухомості (кількість ступенів свободи) n-го шарніру.

Далі знаходимо число ступенів свободи в просторі, по якому рухаються незалежні контури лівого та правого колеса:

$$\sum_{k=1}^L \lambda_k = (R+P+R+S+S+C) + (R+P+R+S+S+C)$$

$$\sum_{k=1}^L \lambda_k = (1+1+1+3+3+2) + (1+1+1+3+3+2) = 22$$

Згідно з конструкцією надлишкові зв'язки відсутні, тобто $q = 0$. Привідними зусиллями є момент, прикладений водієм до рульового колеса під час здійснення повороту, та зовнішні сили, що вертикально переміщують колеса вгору та вниз. Отже, число привідних зусиль $M = 3$.

Число пасивних шарнірів механічної системи можемо визначити, якщо перетворити формулу (3) відносно j_p та підставити числові значення вже знайдених параметрів:

$$j_p = \sum_{i=1}^j f_i - \sum_{k=1}^L \lambda_k - M + q$$

$$j_p = 25 - 22 - 3 + 0 = 0$$

Таким чином, було математично підтверджено відсутність у кінематичній схемі RZAO (рис. 5) пасивних шарнірів, тобто конструкція відповідає оптимальному рішення.



Висновки

1. З метою уникнення можливості ковзання керованих коліс, підвищення стійкості та маневрності під час повороту колісних транспортних засобів, необхідно досягнути потрібної різниці між кутами керованих коліс, що залежить від радіусу здійснюваного повороту.

2. Підвищення стійкості колісних транспортних засобів можливе шляхом побудови та оптимізації взаємозв'язку між конструктивними параметрами рульового керування, незалежної підвіски та габаритними (база, колія) їх розмірами, за умови врахування довантажування зовнішнього та розвантажування внутрішнього керованих коліс під час повороту.

3. Рульове керування та підвіска RZAO не має пасивних шарнірів, що наближає її конструкцію до оптимальної.

ЛІТЕРАТУРА

1. Артамонов М.Д., Иларионов В.А., Морин М.М. Теория автомобиля и автомобильного двигателя. – М.: Машиностроение, 1968. – 283 с.

2. Геслер В. М., Яуре В.В. Книга самодеятельного конструктора автомобилей. – М.: ДОСААФ, 1989. – 278 с.

3. Рустамов З.А., Ахмедбеков С.Б. “Рулевое управление RZAO”, Российская Федерация, Патент на изобретения № 2142893, Москва, 20.12.1999 г.

4. Rustamov Z.A. “RZAO” INDEPENDENT SUSPENSION FOR TRANSPORT VEHICLES, Patent Cooperation Treaty, WO 01/25036 A2, Switzerland, 12.04.2001.

5. Frenenstein F., Alizade R.I. On the degree of freedom of mechanisms with variable general constraint. IV world IFToMM Congress, England, 1975, P. 51–56.

6. Рустамов З.А. Структурный синтез нового рулевого механизма / Материалы 9-ой Международной научно-практической конференции. Россия. – Владимир, 2006. – С. 152–155.

7. Рустамов З.А., Волков А.Ф. Соотношение углов поворота управляемых колес автомобиля // Автошляховик України. – К., 2009. – № 5. – С. 21–23.

8. Рустамов З.А., Волков О.Ф. Методика визначення первинних параметрів нового рульового механізму//Автошляховик України. – К., 2009. – № 6. – С. 19–21.

9. Рустамов З.А., Волков О.Ф. Особливості нового рульового механізму // Автошляховик України. – К., 2010. – № 4. – С. 12–14.

10. Rustamov Z.A. “Steering and steadiness of vehicles” International Conference on Machine. – Ankara, 2000.

МІНТРАНСЗВ'ЯЗКУ РОЗ'ЯСНЮЄ НОВІ ВИМОГИ ДО СПЕЦІАЛЬНИХ РЕГУЛЯРНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ

У зв'язку з появою останнім часом у деяких ЗМІ тенденційних тлумачень норм Порядку розроблення та затвердження паспорта автобусного маршруту, що вводять в оману як перевізників, так і споживачів їх послуг, Міністерство транспорту та зв'язку України вносить роз'яснення щодо суті прийнятих рішень:

1. Наказ Мінтрансзв'язку № 278 від 07.05.2010 (zareestrovаний у Міністерстві юстиції 17.06.2010 за номером № 408/17703) “Про затвердження Порядку розроблення та затвердження паспорта автобусного маршруту” вступив в силу 02.07.2010.

2. Основна мета впровадження цього документу – введення форми паспорта регулярного спеціального маршруту пасажирських перевезень (до цього часу вона була відсутня).

3. Основна вимога, згідно з прийнятим наказом, до паспорта регулярного спеціального автобусного маршруту – наявність списку пасажирів, що можуть перебувати у салоні автобусу.

4. Дана вимога стосується тільки окремих специфічних перевезень, що здійснюються по одному і тому ж маршруту протягом певного часу з певною метою – регулярних спеціальних маршрутів (наприклад, доставка працівників однієї установи, організації чи підприємства до місця роботи, доставка дітей до шкіл тощо).

Звертаємо увагу: вимога наявності списку пасажирів у паспорті автобусного маршруту *не стосується* регулярних пасажирських перевезень (наприклад, рейсових автобусів та маршрутних таксі) та нерегулярних пасажирських перевезень, якими є разові перевезення, наприклад, на замовлення.

Мінтрансзв'язку зазначає, що введена вимога наявності списку пасажирів у Паспорті автобусного маршруту, розробленого перевізником і узгодженим із місцевим органом ДАІ та в органах виконавчої влади чи в органах місцевого самоврядування, що замовляють такі перевезення, спрямована на поступову легалізацію тіньового ринку пасажирських автоперевезень, його впорядкування та відповідне забезпечення безпеки пасажирських автоперевезень.

За матеріалами Мінтрансзв'язку України