

УДК 629.113

ЗМІНА КУТІВ СХОДЖЕННЯ КОЛІС НА ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

А.В. Щербина, ст. викладач, ЗНТУ

Анотація. Представлено обладнання для дослідження експлуатаційних показників автомобіля та розглянута зміни кутів сходження коліс на перехідних режимах руху автомобіля.

Ключові слова: автомобіль, підвіска, сходження коліс, розгін, гальмування.

ИЗМЕНЕНИЕ УГЛОВ СХОЖДЕНИЯ КОЛЕС НА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

А.В. Щербина, ст. преподаватель, ЗНТУ

Аннотация. Представлено оборудование для исследования эксплуатационных показателей автомобиля и рассмотрено изменение углов схождения колес на переходных режимах движения автомобиля.

Ключевые слова: автомобиль, подвеска, схождение колес, разгон, торможение.

CHANGE TOE-IN ANGLES OF THE WHEELS ON TRANSITION MODE OF MOVEMENT CAR

A.V. Shcherbyna, senior lecturer ZNTU

Abstract. Presented equipment for research exploitation indicators of car and examined the change toe-in angle on transition mode of movement car.

Keywords: car, suspension, toe-in, acceleration, braking.

Вступ

Характерною рисою розвитку сучасного суспільства є масова автомобілізація населення, тобто автомобільний парк країни постійно збільшується. Ріст кількості моделей супроводжується безперервним вдосконаленням конструкції агрегатів, розробкою нових конструкцій, які відповідають сучасному рівню розвитку світового автомобілебудування. Основна тенденція розвитку конструкції агрегатів направлена на забезпечення паливної економічності, тягової і гальмівної динаміки, активної та пасивної безпеки руху, комфортності і інших показників. Реалізація вказаних властивостей в значній мірі визначається процесом взаємодії колеса із дорогою, оскільки саме в контактні коліс із

опорною поверхнею відбувається безпосередня реалізація рушійних сил та моментів. Таким чином процес взаємодії коліс з дорогою оказує суттєвий вплив на тягово-швидкісні властивості автомобіля, його керованість та стійкість, паливну економічність і довговічність шин.

Стрімке збільшення швидкостей руху автомобілів призводить до збільшення тяжко постраждалих і навіть загиблих в автомобільних катастрофах, тому питанням вдосконалення параметрів агрегатів автомобіля приділяється все більше уваги. Важливе місце в цьому напрямку посідають питання активної безпеки, яка в значній мірі визначається досконалістю конструкції агрегатів ходової системи, рульового керування та шин. В умовах

високих швидкостей руху, колеса і шини автомобіля працюють при лінійних швидкостях 120 – 160 км/год, при цьому динамічний радіус і опір коченню повинні змінюватись на малу величину, тобто шини повинні забезпечувати стабільні гарні тягові і економічні показники. На ці показники суттєво впливають параметри встановлення коліс тобто кути розвалу та сходження.

Аналіз публікацій

Більшість авторів [1, 2, 3, 4] вбачають основне призначення сходження коліс у нейтральній компенсації негативного впливу кута розвалу зменшенням елементарних бічних реакцій, що діють у контакті шини з дорогою.

Автори [5], аналізуючи параметри установки шворня, дійшли висновку, що так як велика кількість факторів створює тенденцію до розходження передніх коліс (позитивний кут розвалу і плече обкату), чим до їхнього сходження (позитивний кут поздовжнього нахилу шворня), то керованим колесам необхідно додати деяке сходження. При русі автомобіля зазори, що наявні в шарнірах рульових тяг, вибираються і колеса котяться прямо. Аналогічні міркування зустрічаються в інших роботах [3, 5, 6, 7].

Огляд робіт [1, 8, 9, 10] дозволяє визначити вплив деяких конструктивних і експлуатаційних факторів на величину сходження коліс. Так, при коченні колеса в певному шарі шини створюється спрямована назад поздовжня сила, яка прагне відхилити колесо назад на плечі, рівному радіусу повороту колеса щодо осі шворня, доти, поки це дозволяє поперечна тяга рульового керування. Таким чином, колесо відхиляється від деякого свого початкового положення завдяки зазорам у підшипниковому вузлі колеса, шворньовому з'єднанні та в шарнірах поперечної рульової тяги. Величина цього відхилення компенсується величиною сходження колеса.

Визначаючи поперечні сили, що діють на колесо при коченні з різними кутами розвалу та сходження В.М. Трубніков [11] дійшов висновку, що для будь-якого кута розвалу можна підібрати таке значення кута сходження (відведення), при якому сумарна поперечна сила буде практично дорівнювати нулю.

Прихильники такої концепції прагнуть одер-

жати аналітичний вираз для розрахунку величини сходження коліс при заданому куті початкового розвалу. У якості критерію, по якому оцінюється оптимальне співвідношення між ними, деякі автори [1, 3] вибирають силу опору коченню. У цьому випадку вважається, що при наявності кута розвалу опір коченню коліс збільшується, а при установці коліс із сходженням він може бути зменшений.

Для дослідження впливу кутів установки керованих коліс на параметри автомобіля потрібне відповідне обладнання, від якого в подальшому буде залежить достовірність одержаних експериментальних результатів та адекватність розробленої математичної моделі.

Оригінальний спосіб використаний в роботі [12], на спеціально виготовленому стенді стискується задня незалежна підвіска зі зв'язаними важелями. Шляхом визначення кутів установки коліс при продавленні підвіски можна прогнозувати поведінку автомобіля на дорозі.

Відомі складні специфічні конструкції для визначення кутів сходження і розвалу при русі автомобіля, вимірювальні елементи яких можуть закріплюватися на колесах, вузлах підвіски, кузові автомобіля.

В роботі [13] кути сходження передніх коліс визначалися індуктивними диференціальними датчиками, при переміщенні яких вліво або вправо збільшується або зменшується магнітне опір, величина якого пропорційна кутовому переміщенню колеса.

В роботі [14] наводиться опис пристрою для вимірювання кутів сходження передніх коліс при русі автомобіля. Вимірювання проводиться за допомогою реохордних датчиків, встановлених на поворотному кулаці переднього моста автомобіля.

В роботі [15] застосували пристрій для вимірювання кутів сходження передніх коліс з використанням тензодатчиків, які наклеювалися на плоскі пружні пластини, що прикріплюються до поворотних цапф коліс.

Описані способи вимірювання мали істотний недолік, що полягає в тому, що тарировка датчиків подібних вимірювальних систем займає багато часу і не забезпечує необхідної при комплексних дослідженнях точності ви-

мірювання. Як і раніше залишалася актуальною вимога простої і швидко адаптивної вимірювальної системи, яка могла би застосовуватися по можливості на всіх конструкціях досліджуваних автомобілів.

Мета і постановка задачі

Виходячи із вище проведеного аналізу літературних джерел присвячених питанням призначення та виміру кутів встановлення керованих коліс, а також їх впливу на експлуатаційні якості автомобіля видно, що на даний момент характер зміни кутів сходження коліс під час руху автомобіля вивчено не достатньо. Основною складністю в проведенні таких досліджень є відсутність обладнання для дорожніх випробувань, яке дозволило би вимірювати кути сходження під час руху автомобіля. Непостійність відносного положення коліс і кузова при русі автомобіля, що викликано силами збурення з боку дороги, створюють значні перешкоди при визначенні справжньої величини кутів сходження коліс в реальних умовах експлуатації.

Таким чином метою даної роботи є дослідження зміни кутів сходження коліс під час руху автомобіля. Для досягнення поставленої мети необхідно створення відповідного випробувального обладнання.

Зміна кутів сходження коліс при русі автомобіля

Для досягнення поставленої мети на базі автомобіля категорії М1 створено науково-дослідну лабораторію для дорожніх випробувань колісного керуючого модуля з удосконаленим комплексом вимірювальної та реєструючої апаратури з можливістю визначення зміни кутів сходження коліс на різних режимах руху. Вимірювальну та реєструючу апаратуру було закріплено до коліс і крил автомобіля, а також встановлено на алюмінієву плиту з жорстким кріпленням її до кузова автомобіля на місці заднього сидіння (рис. 1 – 5). На рис. 1 – 5 представлено загальний вид автомобіля та апаратури, яку використовували при дорожніх випробуваннях.



1 – датчик виміру кутів сходження коліс та їх повороту;
2 – «п'яте» колесо вимірювального комплексу

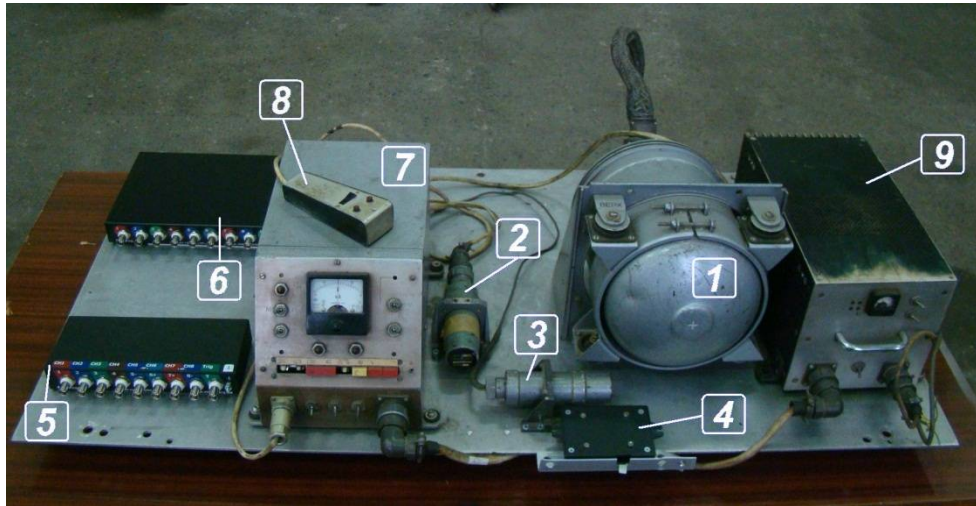
Рис. 1. Загальний вид автомобіля з дослідницьким обладнанням



Рис. 2. Фронтальний вид автомобіля з дослідницьким обладнанням



Рис. 3. Вимірювальна апаратура в салоні автомобіля



1 – гіроскоп ЦГВ-5; 2 – датчик кутових прискорень ДУСУ-45 АС; 3 – акселерометр МП95;
4 – багатодатчиковий модуль Steval-mki062v1; 5 – реєструвальний комплекс MtPro 4;
6 – реєструвальний комплекс MtPro 2; 7 – центральний пульт керування; 8 – дистанційний пульт керування; 9 – блок живлення

Рис. 4. Вимірювально - реєструюча апаратура дослідного автомобіля



Рис. 5. Вимірювальне рульове колесо дослідного автомобіля

При проведенні експериментальних досліджень апаратура фіксує наступні параметри:

- кут сходження коліс;
- бокову силу на керованих колесах;
- кут повороту керованих коліс;
- кут повороту рульового колеса;
- зусилля на рульовому колесі;
- прискорення автомобіля у трьох площинах;
- кути нахилу кузова автомобіля у трьох площинах;
- кутову швидкість повороту повздовжньої вісі автомобіля;
- пройдену відстань автомобілем;
- швидкість руху автомобіля.

Дослідження кутів сходження коліс в більшості випадків виконувалися при постійній швидкості рухомого транспорту. Це було

викликано припущенням про незначну долю нерівномірного руху в загальному обсязі їздового циклу транспортних засобів. Але у сучасних умовах дорожнього руху через постійне збільшення щільності транспортного потоку, зростання швидкісного режиму руху на дорогах збільшується кількість гальмувань та прискорень транспортних засобів. Незадовільний стан проїжджої частини, ремонтні роботи та навіть зміна психоемоційного стану водія також є об'єктивними причинами зміни режиму руху

Режими руху зі змінною швидкістю, включаючи режими розгону і гальмування, так звані перехідні режими руху, на сьогоднішній день можуть досягати 75% всього їздового циклу. Ці явища стають широко поширеними і вимагають глибокого вивчення їх впливу на експлуатаційні якості автомобіля.

Тому дослідження зміни кутів сходження коліс при русі автомобіля на перехідних режимах руху є маловивченим і актуальним питанням сьогодення.

За допомогою обладнання представленого на рис. 1 - 5 було проведено ряд випробувань з метою дослідження зміни кутів сходження коліс при русі автомобіля на перехідних режимах руху. Так на рис. 6 представлені результати досліджень зміни кутів сходження коліс при русі автомобіля з прискоренням та різними початковими кутами сходження.

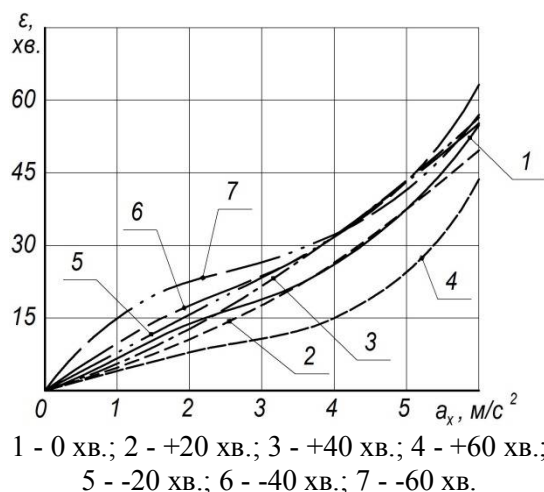


Рис. 6. Зміна кута сходження коліс при русі автомобіля з прискоренням та різними початковими кутами сходження

З отриманих залежностей на рис. 6 видно, що динаміка зміни кутів сходження коліс для початкових кутів установки 0 хвилин крива 1 рис.6, ± 20 хвилин (крива 2 та 5), ± 40 хвилин (крива 3 та 6) має однакову тенденцію до помірного збільшення кутів сходження при прискореннях від 0 до 3 м/с² та більш різкого їх збільшення при значних прискореннях 4 - 6 м/с². При установці коліс із додатніми кутами сходження спостерігається тенденція до меншої зміни кутів при розгоні автомобіля, а при установці коліс із від'ємними кутами сходження спостерігається тенденція до більшої зміни цих кутів при розгоні автомобіля.

При прискоренні автомобіля характерним для всіх графіків, з різними початковими кутами сходження, є те що найбільші зміни сходження керованих коліс спостерігаються при русі автомобіля з міста і можуть досягати в середньому 50 хвилин. При малих прискореннях порядку 1 - 2,5 м/с² зміна кутів сходження має майже лінійну залежність, а при більших прискореннях вона різко збільшується.

Результати експериментальних дорожніх випробувань по визначенню впливу гальмування автомобіля на зміну кутів сходження коліс, представлено на рис. 7.

Аналіз результатів експериментальних дорожніх випробувань автомобіля при гальмуванні показав, що найбільші зміни кутів сходження, від початкових значень, спостерігаються при службовому та екстремому гальмуванні і складає в середньому 80 хвилин.

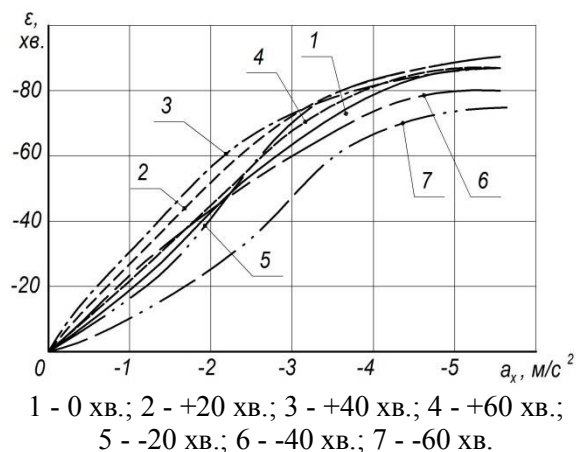


Рис. 7. Зміна кута сходження коліс при гальмуванні автомобіля з різними початковими кутами сходження

При цьому застосування гальмування призводить до від'ємного сходження коліс. Потрібно зазначити, що початкові значення кутів сходження суттєво не впливають на динаміку зміни кутів під час руху автомобіля, можна стверджувати, що криві 1-7 рис. 7, кількісно не значно відрізняють, а якісно вони ідентичні. При від'ємних початкових кутами сходження особливо при їх великих значеннях -40 хвилин та -60 хвилин, спостерігається менша зміна початкових кутів сходження, так як при встановленні коліс із розходженням попередньо вже вибрані зазори і при гальмуванні колеса переміщуються на вже меншу величину.

Висновки

На сьогоднішній день саме нерівномірний рух автомобіля, тобто рух на перехідних режимах визначає найбільш характерні умови його експлуатації в сучасному великому місті. Також треба зазначити, що максимальні динамічні навантаження спостерігаються саме на перехідних режимах руху автомобіля. Тому дослідження експлуатаційних властивостей автомобілів на даних режимах є необхідним і обов'язковим елементом розвитку сучасного автомобілебудування.

Дослідження зміни кутів сходження коліс при русі автомобіля на перехідних режимах руху показало значну їх зміну. Таким чином для збереження початкових кутів сходження коліс необхідно застосовувати рульового керування та підвіски автомобіля з більшою жорсткістю, що не завжди є доцільним, або використовувати механічні чи автоматичні

системи підтримки необхідного кута сходження коліс.

Література

1. Иларионов В.А. Стабилизация управляемых колес автомобиля. М.: Транспорт, 1966.- 168с.
2. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. - М.: Машиностроение, 1977, 416 с.
3. Ечеистов Ю.А., Слущкин М.М. Влияние установки управляемых колес на сопротивление движению автомобиля. - Автомобильная промышленность, 1958, № 7, с.13-15.
4. Фалькевич Б.С. Теория автомобиля. М.: Машгиз, 1963. - 239 с.
5. Frazee I., London W., Hafferkamp. G. Automotive Suspensions, Steering and Wheel Alignment. - London. The Techn. Press. Ltd., 1955.
6. Кислицин Н.М. Белов С.А. Максимов Ю.В. К вопросу о долговечности шин. Автомобильная промышленность, 1980, №10, с.16-18.
7. Мирзоев Г.К., Пешкилев А.Г. Исследование кинематики подвески с помощью ЭЦВМ // Автомобильная промышленность - 1980. -№2.-С.34-36.
8. Дронов Ф.А. Исследование углов установки управляемых колес грузовых автомобилей. Сборник "Повышение эксплуатационной надежности автомобилей". 1973, вып. 1.
9. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины. М.: Транспорт, 1976.
10. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. - М.: Машгиз, 1950. - 344 с.
11. Трубников В.М. Качение эластичного колеса, наклоненного к дороге. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук., М., 1952. - 168 с.
12. Борисенко Г. В., Сергиенко А. В. Экспериментальные исследования кинематики задней подвески со связанными рычагами легкового переднеприводного автомобиля // Динамика и прочность автомобиля.: Тезисы докладов III Всесоюзного научно-технического совещания. - М: НАМИ, 1988. - С. 54.
13. Бородин Ю. Е , Магдесян В. Р. Комплекс аппаратуры для исследования колебаний управляемых колес автомобиля // Автомобильная промышленность. - 1985. - N II. - С. 29-30.
14. Голубков В.С. Кнороз В.И. Стрюков И.Л. Исследование стабильности углов установки управляемых колес автомобиля // Автомобильная промышленность, 1961, - №8. с.28-31.
15. Кислицин Н.М. Максимов Ю.В. Определение углов установки управляемых колес при движении автомобиля. // Автомобильная промышленность, 1977, №9, с.26-27.

Рецензент: В.І. Клименко, професор, к.т.н., ХНАДУ.