

УДК 629.113

ЄФИМЕНКО А.М., аспірант
Донецька академія автомобільного транспорту

ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ МОМЕНТІВ, ЩО ДІЮТЬ У СИЛОВОМУ ПОЛІ ПЛЯМИ КОНТАКТУ ШИНИ З ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Проведено аналітичне дослідження моментів у плямі контакту колеса з дорогою за інформацією наукових джерел. Розроблено класифікацію зазначених моментів за різними критеріями.

Ключові слова: курсова стійкість руху, стабілізація, еластичне колесо, момент

Постановка проблеми

Існує проблема підвищення рівня безпеки руху автомобілів. Є науково-практична задача – використання динамічного (силового) поля, що діє в площині та навколо плями контакту еластичного колеса з опорною поверхнею, для поліпшення курсової стійкості руху й керованості руху автомобіля. Зазначене сприятиме зниженню ймовірності ДТП під час руху транспортних потоків. Певну роль у силовій взаємодії відіграють моменти, створювані в площині плями контакту.

Мета статті

Аналітичне дослідження дії моментів у плямі контакту за інформацією наукових джерел.

Проблема організації безпеки руху на автомобільному транспорті виникла з появою перших автомобілів і залишається актуальною й нині. Підвищення рівня безпеки швидкісного переміщення АТЗ стали приділяти увагу науковці з 30-х років ХХ сторіччя при суттєвому збільшенні швидкості автомобілів, тому що визначився недостатній рівень їх курсової стійкості руху (КСР). Автомобіль повинен зберігати напрямок свого руху, не відхиляючись від нього під дією збурюючих впливів, тобто бути стійким. Одним із факторів, який впливає на КСР, є стабілізація керованих коліс – властивість керованих коліс зберігати займане при прямолінійному русі положення нейтральне або відразу повертатися до нього.

Під час руху автомобіля виникає момент (рис. 1), який прагне повернути керовані колеса в нейтральне положення, а автомобіль до прямолінійного руху. Зазначений момент називається стабілізуючим [1].

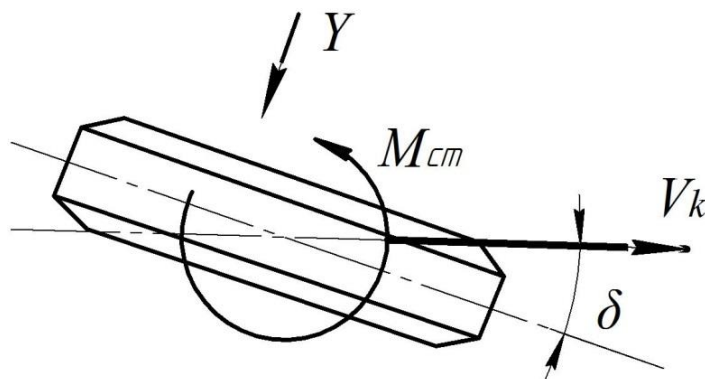


Рис. 1. Вплив стабілізуючого моменту на кут відведення:

$M_{ст}$ – стабілізуючий момент; V_k – лінійна швидкість руху центру колеса;
 Y – бічна сила; δ – кут відведення

Якщо ж колеса під дією цього моменту, прагнуть далі відійти від нейтрального положення, викликаючи більш крутий поворот автомобіля, то момент називається дестабілізуючим.

В статті [2] було розглянуто питання аналізу існування сукупності складових загального моменту, що впливають на поворот керованих коліс та їх дію на КСР автомобіля. За результатами проведеного аналізу літературних джерел було виокремлено три складових загального стабілізуючого моменту [2]: ваговий, швидкісний та момент, що залежить від пружних властивостей шини. Але, у ході подальшого ознайомлення з науковими працями дослідників, а саме проф. Є.В. Балакіної [3], яка у своїх роботах стверджує, що існують одинадцять моментів, які повертають керовані колеса навколо осей шворнів, до аналізу була приєднана низка інших складових. У зазначеній роботі рекомендовано розділити їх на три групи за певними критеріями:

- моменти, що збурюють кероване колесо (КК) в площині, перпендикулярній вісі шворня – паразитні моменти, що не створюються спеціально (можуть мати також позитивну функцію);
- моменти, що стабілізують КК у площині, перпендикулярній вісі шворня, – потрібні моменти, що створюються спеціально (завжди мають позитивну функцію);
- момент, ініційований водієм для доцільного повороту КК у площині, перпендикулярній вісі шворня.

У наведеному переліку присутній також стабілізуючий момент, що залежить від пружних властивостей шини (M_{y2}); його відносять до групи збурюючих (паразитних моментів)[3].

Моменти, діючі в контактні колеса з дорогою, вивчали відомі дослідники: Є.А. Чудаков, Н.В. Расеїка, Р. Zeranski, А.С. Литвинов, В.О. Іларіонов та інші. У роботі А.С. Литвинова [4] розглянутий сумарний стабілізуючий момент, котрий було представлено у вигляді двох складових: поперечного стабілізуючого моменту шини, рівного добутку рівнодіючої поперечних сил на довжину перпендикуляра, опущеного із центру площі контакту на зазначену рівнодіючу, а також повздовжнього стабілізуючого моменту шини, що дорівнювався добутку рівнодіючої по-здовжніх сил на довжину перпендикуляра, опущеного із центру площі контакту на наведену рівнодіючу (рис.2).

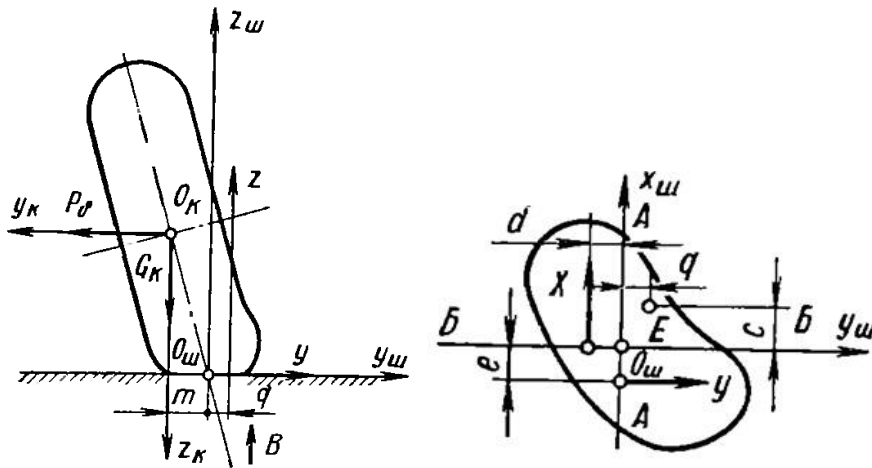


Рис. 2. Схема сил, діючих на колесо

Ґрунтуючись на проведені дослідження, А.С. Литвинов, робить висновок про те, що найбільше значення з них має поперечний стабілізуючий момент. Найчастіше зазначений момент у різних наукових джерелах розуміється як функція кута відведення з нормальним навантаженням у якості параметра $M_c = f(\delta)$ [4,5]. При збільшенні кута відведення δ стабілізуючий момент зростає: при малих кутах відведення – приблизно пропорційний цьому куту, далі досягає максимуму, а потім зменшується, як показано на рис.3 [5].

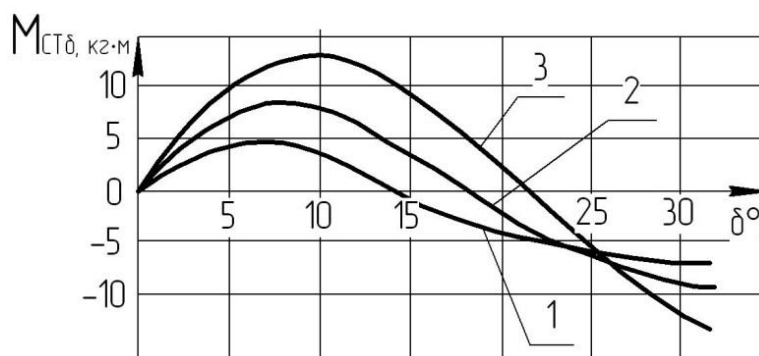


Рис. 3. Залежність стабілізуючого моменту $M_{ст}$ від кута відведення δ :

1 — 70% номінального значення навантаження та 150% номінального значення внутрішнього тиску в шині; 2 — номінальні умови; 3 — 130% номінального значення навантаження та 50% номінального значення внутрішнього тиску в шині.

Зі збільшенням тиску повітря в шині поперечний стабілізуючий момент зменшується більш значуще, ніж зі зростанням нормального навантаження. Якщо для кожної шини прийняти нормативні внутрішній тиск і навантаження, рекомендовані заводом-виготовлювачем, то зі збільшенням розмірів шини зростає сумарний стабілізуючий момент [4].

Еластичне колесо контактує з дорогою в багатьох точках, що утворюють область контакту. У кожній із зазначених точок діє елементарна сила, величина й напрямок якої залежать від розмірів й рисунку протектора шини, величини й напрямку сил і моментів, що діють на колесо, а також від внутрішнього тиску повітря в шині й нахилу колеса до дороги. В.О. Іларіонов пропонує всі горизонтальні сили, що діють в контакті шини з дорогою при відведенні, замінити двома силами повздовжньою X та поперечною Y , які прикладені до центру контакту, і моментами L'_X і L'_Y цих сил (рис. 4). Суму моментів L'_X і L'_Y , які виникають під час відведення колеса, позначає через M_δ (рис. 4а), а суму моментів L_X і L_Y викликаних розвалом колеса позначає M_α (рис. 4б), об'єднує їх та дає спільну назву «стабілізуючий момент шини», а саме $M_{ш} = M_\delta + M_\alpha$ [1].

Іларіонов відзначає, що при криволінійному русі автомобіля колесо не котиться вільно, а примусово рухається за деякою кривою, а поперечна реакція дороги Y спрямована до центру повороту автомобіля. У наведеному випадку момент реакцій, що діють у контакті, прагне повернути колесо до нейтрального положення, тобто стабілізує рух.

На жаль, серед науковців немає єдиної думки про те, що слід вважати моментом, котрий залежить від еластичності шини. Отож, А.С. Литвинов [4], Я. Таборек [5] моментом, який обумовлений еластичністю шини, називають поперечний момент, також І.В. Балабін [6] констатує пряму залежність між бічним відведенням керованих коліс і стабілізуючим моментом. В.О. Іларіонов пропонує розглядати вплив «стабілізуючого моменту шини», про який було згадано вище. В.І. Кнороз і В.М. Кленніков [7] момент, що виникає в результаті дії поперечної сили, називають стабілізуючим, а момент викликаний розвалом колеса — повертаючим. В роботах В.Г. Вербицького, Л.Г. Лобаса [8] та В.А. Макарова [9] використовується назва «п'ятковий момент», а в роботі Б.М. Шифрина [10] зустрічається назва поновлюючий момент (момент вертіння). В інших джерелах зустрічаються такі назви, як «tyre aligning moment» відновлюючий момент Н.В. Расејка [11], «Raifen moment» шинний момент у Р. Zeranski [12] та «Rückstellmoment» стабілізаційний момент у Н.Р. Willumeit [13].

Після аналітичного дослідження моментів, виникаючих у плямі контакту шини, доцільно представити аналіз у вигляді блок-схеми (рис. 5):

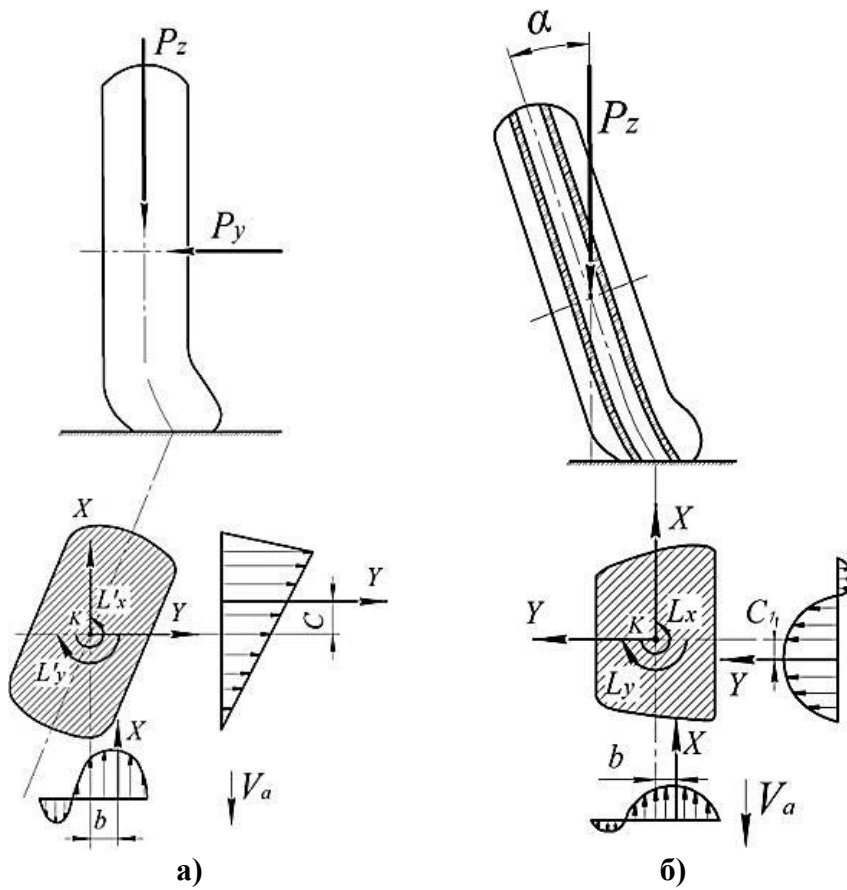


Рис. 4. Сили та моменти в контакті колеса, що котиться:
 а) устанавленого з відведенням; б) устанавленого з розвалом.

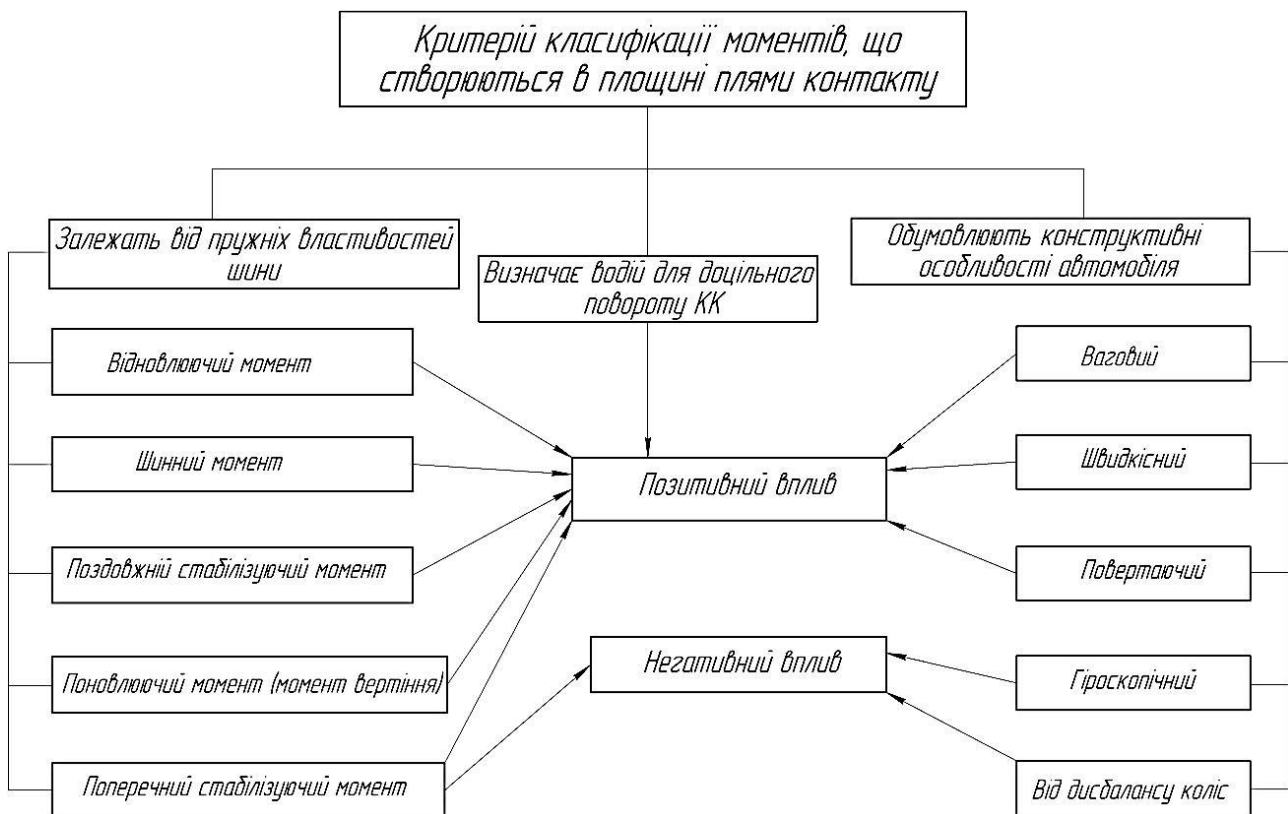


Рис. 5. Блок-схема класифікації моментів

Висновки

Після аналітичного ознайомлення зі значною низкою моментів, котрі досліджують науковці в плямі контакту шини та дорожнього покриття, виникає зацікавленість до більш детального теоретичного та експериментального дослідження даних моментів.

Список літератури

1. Иларионов В.А. Стабилизация управляемых колес. — М.: Транспорт, 1966. — 167 с.
2. Костенко А.В. До питання про вплив стабілізуючих моментів шин на курсову стійкість руху автомобіля / А.В. Костенко, А.М. Єфименко // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. — 2010. — №2. — С. 62-67.
3. Балакина Е.В. Устойчивость движения колёсных машин : монография / Балакина Е.В., Зотов Н.М.; ВолгГТУ. — Волгоград, 2011. — 464 с.
4. Литвинов Л.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. — М.: Машиностроение, 1971. — 416 с.
5. Таборек Я. Механика автомобиля. Пер. с англ. — М.: Машгиз, 1960. — 208 с.
6. Балабин И.В., Путин В.А., Чабунин И.С. Автомобильные и тракторные колеса и шины. — МГТУ «МАМИ», 2012. — 920 с.
7. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины / [под ред. В.И. Кнороза] — М.: Транспорт, 1976. — 238с.
8. Об устойчивости движения транспортных машин с учетом колебаний управляющего колесного модуля / Лобас Л.Г., Вербицкий В.Г. // Прикладная механика — 1995. № 4 — С. 86 — 93.
9. Наукові основи поліпшення курсової стійкості руху легкового автомобіля [Текст]: автореферат... канд. техн. наук, спец.: 05.22.02 — автомобілі та трактори / В.А. Макаров. — К.: Нац. транспортний ун-т, 2011. — 38 с.
10. Шифрин Б.М. Моделирование взаимодействия пневматика с дорожным покрытием [Текст]/Б.М. Шифрин// Держ. льотна академія України.-Кіровоград, 2007.—14с. —Укр.-Деп. в ДНТБ України 16.04.07, №22-Ук2007. Реф. В РЖ «Депоновані наукові роботи» 2007, №1-2.
11. Рачејка Н.В. The magic formula tyre model/Н.В. Рачејка, Е. Bakker//Prog. IstCollog. Models for Vehicle Dynamic Analysis. Delft, 1991.— Amsterdam: Swits and Zeitlinger. — P.1-18.
12. P. Zeranski. Das Reifenmoment, Tire moment. Dresden Technische Universität, Germany DR. 5 p. Kraftfahrzeugtechnik, July 1973, s. 211–215.
13. Н.Р. Willumeit. Modelle und Modellierungsverfahren in der Fahrzeugdynamik / von Hans-Peter Willumeit. — Stuttgart; Leipzig: Teubner, 1998. — 404 s.

Єфименко А.Н. К вопросу анализа моментов, которые действуют в силовом поле пятна контакта шины с опорной поверхностью

Аннотация. Проведено аналітичне дослідження моментів в плямі контакту колеса з дорогою по інформації наукових джерел. Розроблена класифікація розглядаємих моментів по різних критеріях.

Ключевые слова: курсовая устойчивость движения, стабилизация, эластичное колесо, момент

Yefimenko A.M. To the problem of moments analysis operating in the force field of tyre contact spot with the supporting surface.

Abstract. It is conducted an analytical study of moments in the wheel contact spot with the road according to scientific sources. The classification of these moments on different criteria is given.

Keywords: traffic directional stability, stabilization, flexible wheel, moment

Стаття надійшла до редакції 22.09.2013 р.