

В загальному випадку, модель несиметричного тіла волочіння при тиххідному транспортуванні буде відрізнятись від моделі сукупності однакових частинок. Для цього випадку проаналізовано модель із частинкам різної ваги. Встановлено, що тоді, для визначенні кутового параметру розміщення центра ваги тіла волочіння, можна рекомендувати залежність, аналогічну (4)

$$\theta = \arctg[k_m \mu_2 \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\mu 1})], \quad (7)$$

де k_m - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу мас по дузі захоплення вантажу гвинтовою стрічкою, $k_m > \sec(\Delta_m)$. Тут Δ_m - кутовий параметр розхилу тіла волочіння, приблизно рівний половині його дуги охоплення.

Для випадку похилого гвинтового конвеєра, кутовий параметр розміщення центру ваги тіла волочіння визначається розв'язком системи, аналогічній (2) числовими методами. На основі вказаної моделі розроблена принципова модель транспортування вантажу у двовальному конвеєрі, в якій два тіла волочіння в двох руслах кожуха несуть зовнішнє навантаження у вигляді плинного потоку.

Література .

1. Механізми з гвинтовими пристроями / Б.М. Гевко, М.Г. Данильченко, Р.М. Рогатинський та ін. Львів: Світ, 1993. 208 с.
2. Research of horizontal screw conveyors-mixers with rotating casing / Ivan Gevko, Andrii Diachun, Olena Dmytriv, Sergii Koval, Pavlo Leskiv, Roman Okhnivskiy // *Scientific Journal of TNTU*. — Tern. : TNTU, 2024. — Vol 115. — No 3. — P. 130–141. УДК663.17

А.І. Днесь¹, Ю.І. Пипко¹, Т.В. Герман²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ КОЧЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ КУТІВ РОЗВАЛУ ТА СХОДЖЕННЯ

A.I. Dnes, Y.I. Pytko, T.V. Herman

STUDY OF ROLLING RESISTANCE OF VEHICLE STEERING WHEELS UNDER CAMBER AND TOE ANGLES

Встановлення керованих коліс автомобіля під певними кутами розвалу та сходження є важливою складовою забезпечення безпеки, паливної економічності й надійності транспортного засобу. Неправильні кути установки коліс призводять до підвищення опору коченню, нерівномірного зносу шин, погіршення курсової стійкості та зростання витрати палива. Тому дослідження впливу цих кутів на величину опору руху має як теоретичне, так і практичне значення.

Попередні наукові роботи здебільшого обмежувалися експериментальним вивченням конкретних типорозмірів шин, що ускладнювало узагальнення результатів та застосування їх для сучасних автомобільних конструкцій. Водночас розвиток підвісок і зростання вимог до енергоефективності автомобілів вимагають формування теоретично обґрунтованих моделей, здатних пояснити взаємозв'язок між кутами положення коліс та опором руху.

Розвал коліс історично застосовувався для підвищення стабільності руху й зменшення поперечних навантажень у вузлах кріплення. Для жорстких коліс з металевими шинами вплив розвалу на опір руху був практично відсутній. Однак перехід до пневматичних шин, що деформуються під навантаженням по площині контакту, привів до

появи додаткових енергетичних втрат, зумовлених гістерезисними деформаціями. Це спричинило зростання опору коченню та необхідність точного визначення впливу кута розвалу на енергетичні втрати.

Теоретичний аналіз котіння жорсткого колеса з розвалом показує, що при малих кутах (до кількох градусів) точка контакту рухається по колу малого радіуса, а осьове зміщення настільки мале, що не створює додаткового опору. Таким чином, опір руху при котінні жорсткого колеса з розвалом визначається фактично лише традиційним опором коченню. Для пневматичних шин сила опору зростає через деформації бокових зон протектора, що враховується додатковою поправкою до коефіцієнта опору коченню.

Сходження коліс має значно більший вплив на опір руху. На відміну від розвалу, кут сходження змінює напрям вектора переміщення точки контакту колеса, викликаючи бічне ковзання та додаткові втрати енергії. Теоретична модель руху колеса з кутом сходження показує, що сила опору в цьому випадку прямо залежить від коефіцієнта бічного опору шини та кута уводу. Навіть невеликі відхилення кута сходження викликають істотне зростання опору руху, що підтверджується як теоретично, так і експериментально.

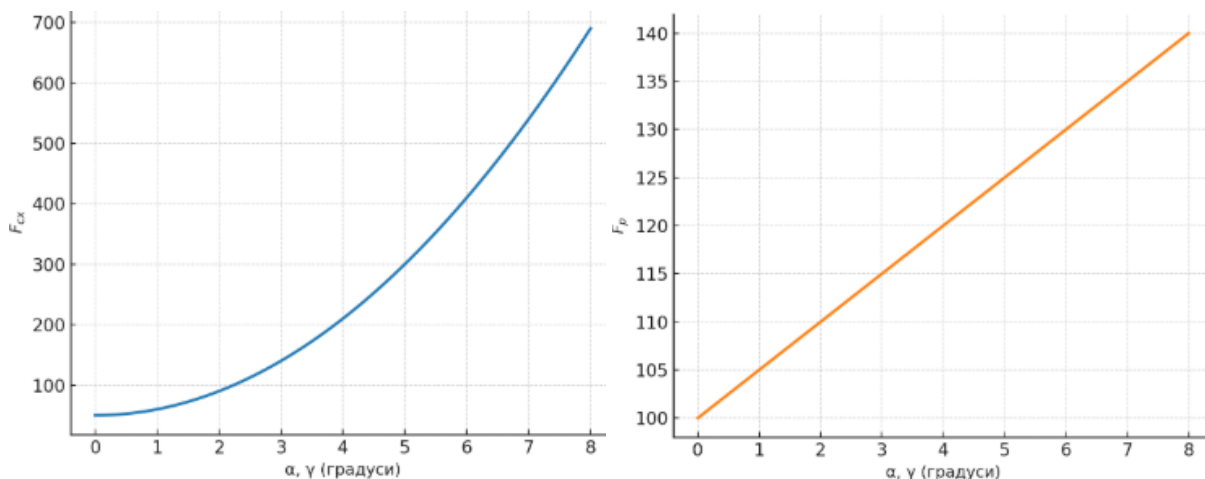
Аналіз кривих залежностей підтверджує:

- розвал впливає слабо і майже лінійно, причому лише через деформацію шини;
- сходження впливає потужно, створюючи значне зростання опору руху навіть при малих значеннях;
- компенсація схемою «розвал + сходження» неможлива, оскільки обидві величини збільшують опір, але за різними фізичними механізмами.

У цьому контексті важливе значення має правильне встановлення й збереження стабільності кутів у процесі експлуатації. Навіть незначне порушення сходження спричиняє перевитрати пального, швидкий знос шин та погіршення керованості автомобіля. На відміну від цього невеликий розвал допустимий і навіть корисний для покращення курсової стійкості, особливо в умовах високих швидкостей.

Також аналіз залежностей показує, що криві опору руху від сходження зростають значно інтенсивніше, ніж від розвалу. Для еластичних шин вплив розвалу проявляється лише при невеликих кутах і пов'язаний з додатковими гістерезисними втратами. Натомість сходження створює значні поперечні сили ковзання, що збільшує опір коченню та зумовлює швидкий знос шин. Як наслідок, компенсація негативного впливу розвалу за рахунок сходження є неможливою, а використання обох параметрів повинно здійснюватися з точним інженерним обґрунтуванням.

Правильний вибір кута розвалу та точне регулювання сходження є принципово важливими для забезпечення безпечної та економічної експлуатації транспортного засобу. Мінімальне допустиме значення сходження забезпечує зниження енергетичних втрат і рівномірність зносу шин. Невеликий розвал допускається й навіть сприяє підвищенню стійкості автомобіля на високих швидкостях, не створюючи суттєвого збільшення опору коченню.



а) – F_{cx} від α

б) – F_p від α

Рисунок 1. Залежності опору руху від розвалу та сходження
($G = 3625$ кг, $f = 0,017$, $k = 540$ кг, $k_{\text{поп}} = 0,001$)

Таким чином, проведений аналіз дозволяє сформулювати ключові закономірності впливу розвалу та сходження на опір коченню керованих коліс. Сходження значно більше збільшує опір руху, тоді як розвал впливає слабо й переважно через деформаційні властивості шини. Отримані висновки можуть бути використані для оптимізації геометрії підвіски, підвищення паливної економічності автомобілів та покращення їхньої керованості й стабільності під час руху.

Література

1. Подригало М. А., Шелудченко В. В. Теорія експлуатаційних властивостей автомобілів і тракторів. Суми: СНАУ, 2015. 213 с.
2. Сахно В. П., Григорашенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
3. Wong J. Y. Theory of Ground Vehicles. – John Wiley & Sons, 2008. 592 p.
4. Pacejka H. Tire and Vehicle Dynamics. Elsevier, 2012. 672 p.

УДК 656.025

М.П. Драпалюк, Д.О. Сторощук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЕРЕВИНИ ІЗ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

M.P. Drapalyuk, D.O. Storoshchuk

DESIGN OF TECHNOLOGY FOR INTERNATIONAL ROAD TRANSPORTATION OF TIMBER FROM WESTERN UKRAINE

Проектування технології міжнародних автомобільних перевезень деревини із Західної України до Австрії є актуальним напрямом досліджень у контексті зростання експорту лісоматеріалів, підвищених вимог до екологічної та транспортної безпеки, а також необхідності оптимізації логістичних витрат у транскордонних перевезеннях. Лісопромисловий комплекс Карпатського регіону формує значну частину сировинного експорту України, однак ефективність транспортування деревини стримується нерівномірністю дорожньої інфраструктури, складними рельєфними умовами, ваговими