

ЗАСТОСУВАННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО ЦИКЛУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО РУХУ КОЛІСНОГО РУШІЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Л.М. Петров, канд. техн. наук, В.В. Кружков, студент магістратури

Одеський державний аграрний університет

Розглянуті питання перетворення деформованої частини шини в роботу кочення колісного рушія, які можуть бути використані для оцінки переміщення транспортного засобу.

Ключові слова: силова робота, система, колесо, поверхня.

Вступ. Тягово – транспортний засіб рухається в результаті дії на нього різноманітних сил які можна поділити на сили, які сприяють його руху та сили, які чинять опір його руху. Основною силою, яка сприяє руху тягово – транспортного засобу, є тягова сила прикладена до ведучих коліс. Тягова сила або дотична сила тяги виникає у результаті роботи енергетичного пристрою тягово – енергетичного засобу, який перетворює хімічну енергію палива у механічну, та викликане взаємодією ведучих коліс з опорною поверхнею.

Проблема. Розглянуто рішення задачі передачі енергії від стиснутого участка шини до розтягнутого участка деформованої шини котячогося колеса з подальшим її перетворенням у дотичну силу тяги технологічного процесу переміщення транспортного засоба. Проведено математичний аналіз і отримано результати для енергетичної оцінки можливостей котячогося колісного рушія.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Транспортний засіб характеризують такі основні параметри як: дотична сила тяги, крутний момент та потужність, які визначають якісні показники колісного рушія. У загальному випадку в результаті взаємодії колісного рушія з опорною поверхнею ці параметри можуть змінюватись. Для вивчення процесу переміщення транспортного засобу значний інтерес представляє його вивчення при постійному значенні одного з цих параметрів. Такі процеси віднесемо до основних. До них відносимо: - дотична сила тяги $P = \text{const}$; - крутний момент на колісному рушії $M = \text{const}$. Існує загальний метод дослідження основних робочих процесів, який полягає в наступному: - формулюються особливості які враховують порядок протікання цього процесу; - встановлюються залежності між основними параметрами робочого процесу на його початку та його кінці. Шина дотикається до шляху великою кількістю точок, утворюючи область контакту рівнодіюча елементарних сил, які діють зі сторони шляху на колесо у області контакту, являється реакцією шляху на колесо які можна уявити у вигляді трьох складових: - нормальної Z перпендикулярної до шляху; - дотичної X , яка діє у площині колеса; - поперечної Y , яка лежить у площині шляху та перпендикулярна площині колеса. У колеса, яке котиться рівнодіюча

Z зміщена від вертикального діаметра колеса на деяку відстань. При коченні еластичного колеса по міцному шляху зовнішні витрати відсутні і зміщення рівнодіючої обумовлено витратами енергії на подолання внутрішнього тертя у шині. Нижня частина котячого колеса (шини) то стискається, то розтягується, рис. 1. Між частинами шини виникає тертя, виділяється тепло, яке розсіюється. Робота, яка витрачається на деформацію шини не повертається повністю при наступному відновленні форми шини.

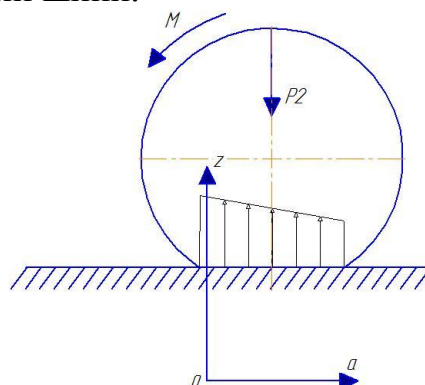


Рис. 1. Опір коченню деформованої шини.

Коли позначити деформацію шини Δ , то її залежність від процесу збільшення навантаження у вертикальному напрямку буде описуватись кривою *orl*, рис. 2. При зменшенні навантаження на шину тим самим деформаціям відповідають менші значення навантажень крива *lmn*. Площа петлі *oln* уявляє собою роботу, яка пов'язана з не обертовими витратами в шині. При коченні колеса деформація у передній частині шини збільшується, а в задній зменшується. Тому, елементарні нормальні реакції у передній частині контакту більше, ніж в задній, що й обумовлює зміщення рівнодіючої Z на відстань *a*.

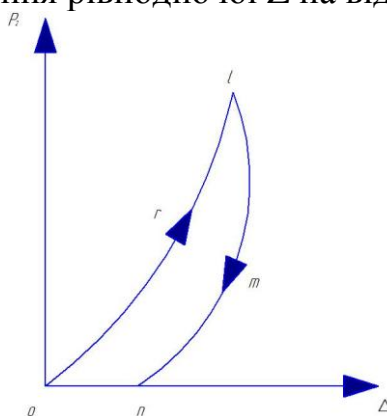


Рис. 2. Залежність витрат в шині від впливу вертикального навантаження на деформацію шини.

Мета досліджень: Розробка енергетичної моделі котячого колісного рушія.

Результати досліджень. Знайдемо співвідношення між роботою змінення шини колісного рушія в зоні плями контакту та корисною зовнішньою роботою колісного рушія, тобто переміщенням транспортного засобу. У диференціальній формі це буде виглядати таким чином:

$$P\delta v = d(P\delta \cdot v) - v dP\delta \quad (1)$$

де $P\delta$ – дотична сила тяги; v – змінення об'єму шини в зоні плями контакту.

Проводимо інтегрування обох частин рівняння (1):

$$\int_{v_1}^{v_2} P_d dv = (P_d 2v^2 - P_{\partial 1} v^2)' - \int_{P_1}^{P_2} v dP_{\partial} \quad (2)$$

Зовнішня корисна робота буде знайдено з виразу:

$$l' = - \int_{P_1}^{P_2} v dP \quad (3)$$

Уявимо, що шина та шлях (зовнішнє середовище) знаходиться в термічній та механічній взаємодії. Тоді робочий процес кочення шини по шляху супроводжується обміном енергією між шиною та шляхом здійснюється у формі теплоти та механічної роботи. Робота сил тиску ваги транспортного засобу які діють на деформовану частину поверхні шини від F до $F+dF$, якими визначається елементи деформаційної частини шини. Ця робота чисельно дорівнює енергії, якою елемент деформованої частини шини при переміщенні транспортного засобу буде обмінюватися з недеформованою частиною шини з якої виділено деформовану частину шини. На стиснуту частину шини діє тиск від ваги транспортного засобу P , який рівномірно розподілений по поверхні F , на розтягнуту частину шини діє тиск $-P + dP$. Робота, яка здійснюється силами тиску на обох частинах деформованого елемента шини різна. Робота на стиснутій частині шини математично буде мати:

$$dL_F = - P_T dV = - (P_T \cdot v) dm, \quad \frac{H}{m^2} \cdot m^3 = \frac{H}{m^2} \cdot \frac{m^3}{kg \cdot kg} \quad (4)$$

де v – питомий об'єм деформованої (стиснутої) частини шини; dm – елемент маси стиснутої шини.

Введемо позначення:

$$P_T = f_1(x) \quad (5)$$

$$v = f_2(x) \quad (6)$$

$$\text{Тоді:} \quad P \cdot v = f(x) \quad (7)$$

Аналітично отримуємо формулу для роботи на розтягнутій частині деформованого елемента шини:

$$dL_{F+dF} = f(x + dx) dm \quad (8)$$

Повна робота елемента деформованої частини шини на яку діє маса транспортного засобу dm :

$$dL_F = dL_{F+dF} - dL_F = [f(x + dx) - f(x)] dm \quad (9)$$

Розкладемо функцію $f(x + dx)$ в ряд Тейлора:

$$f(x + dx) = f(x) + f'(x) \frac{dx}{1!} + f''(x) \frac{dx^2}{2!} + \dots + f^n(x) \frac{dx^n}{n!} \quad (10)$$

Коли обмежитись двома першими членами ряду Тейлора получимо:

$$f(x + dx) - f(x) = f'(x) dx \quad (11)$$

$$\text{Інакше:} \quad f(x + dx) - f(x) = d(Pv) \quad (12)$$

Тоді змінення роботи від дії ваги на деформовану частину шини запишеться формулою:

$$dL_p = d(P \cdot v) dm \quad (13)$$

а питомої роботи:

$$dl_p = d(P \cdot v) \quad (14)$$

Питома корисна робота стиснутої шини знайдемо з виразу:

$$l_p = \int_{P_1}^{P_2} v dP \quad (15)$$

На діаграмі $P - v$ рис. 2 ця робота чисельно дорівнює площі фігури. Яка обмежена лінією процесу, абсцисами граничних точок та віссю тиску. Ця робота буде позитивна, коли процес деформації шини йде у напрямку від стиснутої її частини до розтягнутої її частини. При цьому тиск в зоні стиснутої деформованої частини буде зменшуватись у напрямку зони розтягнення деформованої частини шини. Фізичний смисл роботи, яка здійснює деформована шина колісного рушія полягає в наступному. Елемент деформованої частини шини думкою виділений з котячого колісного рушія та сам колісний рушія об'єднуємо у поняття "поступово вивільнена система".

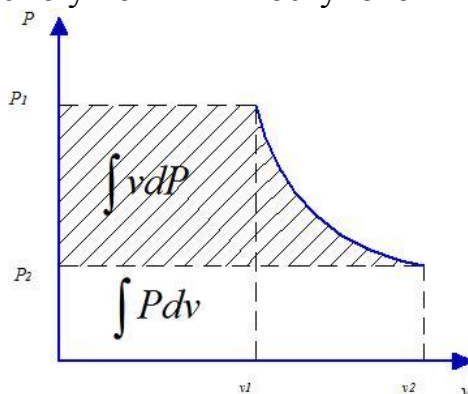


Рис. 3. Діаграма.

Висновки: Взаємодія між деформованою шиною колісного рушія та опорною поверхнею буде виражатися в обміні енергії у формі роботи (dl_p), яка здійснюється деформованим елементом шини проти сил, опору кочення колісного рушія, це приводить до змінення енергії яка накопичується в зоні стиснення шини у напрямку зони розтягнення деформованої шини на величину $d(P \cdot v)$. Таким чином, змінення енергії від зони стиснення до зони розширення елемента шини, який деформований характеризує енергію поступово вивільняємої системи, яка витрачається на переміщення транспортного засобу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена. Процессы переноса в движущейся среде – М.: ЛКИ, 2010. – 330 с.
2. Кудинов В. А., Карташов Э. М., Стефанюк Е. В. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Юрайт, 2011. – 560 с.
3. Баженов С. П., Казьмин Б. Н., Носов С. В. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов. – М.: Академия, 2011 - 336 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТДЕЛЕННОГО ЦИКЛА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Петров Л.Н., Кружков В.В.

Ключевые слова: силовая работа, система, колесо, поверхность.

Резюме

Рассмотрены вопросы преобразования деформированной части шины в работу качения колесного движителя могут быть использованы для оценки перемещения транспортного средства.

**SEPARATE APPLICATION CYCLE STUDY OF CONTINUOUS
MOVEMENT WHEEL MOVERS VEHICLE**

Petrov L.M., Kruzhkov V.V.

Key words: work force, released by the system, the wheel surface.

Summary

The questions of the transformation of the deformed tire in the wheel bearing job engine can be used to assess the movement of the vehicle.