

## КОНСТРУКТИВНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОЛІСНОГО РУШІЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЙОГО КОЧЕННЯ

Л.М. Петров , Т.М.Борисенко , П.М. Павлішин , О.В., Лисий О.В.

*Одеський державний аграрний університет*

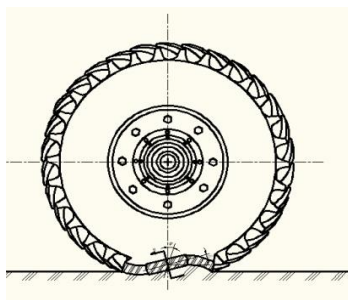
*Розглянуто застосування диференціальних рівнянь до розробки методики розв'язання задач кочення колеса в умовах його зв'язку з прошарками опорної поверхні. Проведено математичний аналіз і отримано дані для описання кочення колісного рушія по опорній поверхні з різними фізичними властивостями при його експлуатації в різних умовах.*

**Ключові слова:** деформація, напруження, прошарок, жорсткість, колісний рушій.

**Вступ.** Ходова частина колісних та гусеничних машин складається з коліс, колісних та гусеничних рушіїв, мостів та підвіски. Вона забезпечує безпосередньо взаємодію машини зі шляхом (грунтом). Тому пристосованість машин до використання в тих чи інших шляхово-грунтових умовах визначається в значній мірі конструкцією ходової частини.

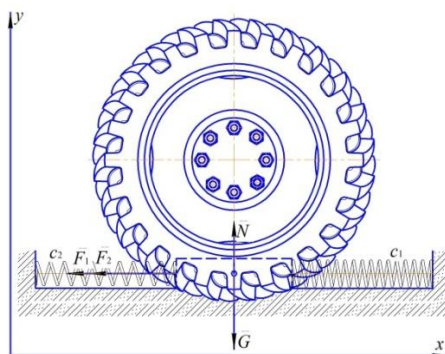
**Проблема.** Для підвищення працездатності та забезпечення високого ККД енергонасичених тракторів на більш високих швидкостях пропонуються застосовувати додаткові технологічні модулі. Актуальним є також застосування динамічного, гравітаційного та потенційного навантаження колісного рушія.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Деформована частина шини, в особливості, динаміка її руху, при коченні колісного рушія у світовій науково-технічній літературі взагалі не розглядається під дією сили ваги автомобіля  $P$ , шина колісного рушія в зоні контакту з негладкою опорною поверхнею деформується. При дії крутного моменту, який прикладається до колісного рушія, деформована частина шини починає свій динамічний рух під дією сили пружності шини та реакції негладкої опорної поверхні  $F$ . Динамічна модель деформованої частини шини колісного рушія має вигляд рис.1.



**Рис. 1.** Динамічна модель деформованої частини шини.

На рисунку 1 момент  $M$  здійснює деформування шини в зоні плями контакту. У початковий момент руху деформована частина шини зміщується на величину  $x$ . Динаміку руху деформованої частини неможливо описати одним диференціальним рівнянням – це можна пояснити тим, що при русі транспортного засобу вперед, деформація частини шини відбувається в протилежному напрямку від руху транспортного засобу, при цьому сила тертя  $F_{\text{тер}}$  спрямована в протилежну сторону від руху транспортного засобу, рис.2. На рисунку 2 показані:



**Рис. 2.** Динамічна модель кочення колісного рушія.

нормальна реакція опорної поверхні  $N$ ; дотична складова сили тертя ковзання  $F_{\text{тер}}$ . При русі транспортного засобу назад, деформація частини шини відбувається в протилежному напрямку від руху транспортного засобу, при цьому сила тертя  $F_{\text{тер}}$  спрямована в протилежну сторону від руху транспортного засобу

$$F_{\text{тер}} = -f \cdot F_{\text{тер}} = -f \cdot P.$$

Згідно цих пояснень диференційні рівняння будуть мати складові  $f \cdot P$  чи  $-f \cdot P$ . Послідовно складаємо та інтегруємо диференційні рівняння руху деформованої частини шини справа на ліво, а потім зліва на право. При цьому кінцеві величини зміщення  $x$  деформованої частини шини та величини швидкості  $\dot{x}$  цього зміщення при її русі з права на ліво,  $x$  одночасно будуть початковими умовами наступного руху з ліва на право, які позначені на рис.2. Диференційне рівняння руху деформованої частини шини в проекції на вісь  $x$  буде мати вигляд:

$$m\ddot{x} = P_x + R_x + F_x + F_{\text{тер}}. \quad (1)$$

Послідовне розв'язання рівняння 1 дозволяє отримати рівняння швидкості руху деформованої частини шини, яке буде мати вигляд

$$\dot{x} = -C_1 \cdot K \cdot \sin kt + C_2 \cdot K \cdot \cos kt. \quad (2)$$

У початковий момент, тобто коли автомобіль не рухався величина деформованої шини складає  $l_0$ , а тому на початку руху автомобіля  $t=0$ ;  $x=l_0$ ;  $\dot{x}=0$ .

Шляхом розв'язання рівняння 2, отримуємо рівняння руху деформованої частини шини:

$$x = \left( l_0 - \frac{fg}{k^2} \right) \cdot \cos kt + \frac{fg}{k^2}. \quad (3)$$

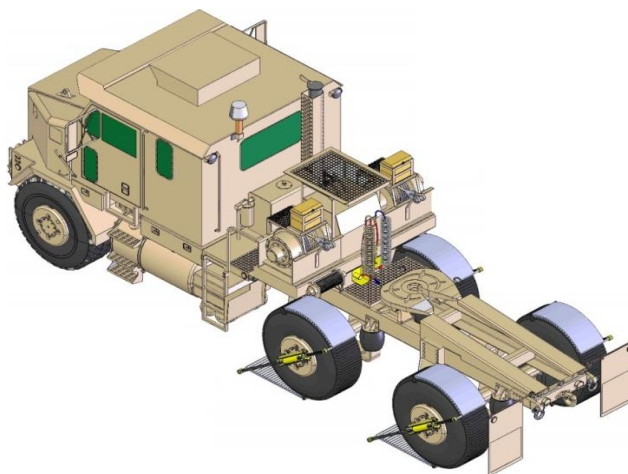
А рівняння швидкості переміщення деформованої частини шини буде мати вигляд:

$$\dot{x} = -k \cdot \left( l_0 - \frac{fg}{k^2} \right) \cdot \sin kt. \quad (4)$$

У дійсних умовах експлуатації автомобіля з великою вірогідністю величина деформованої частини шини під рушіями лівого та правого бортів буде не однаковою, а тому виникає ефект некерованого крутного моменту, який в значній мірі буде впливати та відповідати за безпеку руху автомобіля. Таке явище може також впливати на раптове підвищення тягових можливостей автомобіля, а також на раптову втрату тягових можливостей автомобіля, рис. 2.

**Висновки.** Шляхом теоретичних розрахунків виявлено, що в усіх випадках можливих деформувань шини та руйнувань опорної поверхні під колісними рушіями мобільного засобу встановлено зв'язок з диференціальними

рівняннями. Частина величин деформованих частин шини та прошарків ґрунту описується рівнянням, яке відповідає рухові цих величин по колу.



**Рис.3.** Загальний вигляд мобільного енергетичного засобу з конструктивним вдосконаленням колісного рушія.

Виявлено додаткове підтримання руху колісного рушія за рахунок накладного протектора, рис. 3, що є миттєвим передаванням енергії розтягнутої частини шини (до моменту виникнення зони розтягнутої частини шини) у зону стиснутої частини шини і перетворення її у дотичну силу тяги із збільшенням тягового ККД.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Водяник, И.И. Воздействие ходовых систем на почву (научные основы) / И.И. Водяник. — М.: Агропромиздат, 1990. — 172 с.
2. Воронков, И.М. Курс теоретической механики / И.М. Воронков; под ред. А.П. Колесникова, А.Д. Халанской. — 11-е изд. — М.: Наука, 1964. — 596 с.
3. Бабков, В.Ф. Пройодимостъ колесных машин по ґрунту / В.Ф. Бабков, А.К. Бируля, В.М. Сиденко. — М.: Автотрансиздат, 1959. — 189 с.
4. Вонг, Дж. Теория наземных транспортных средств / Дж. Вонг. — М.: Машиностроение, 1982. — 284 с.
5. Петров, Л.М. Теория колісного рушія для важких умов експлуатації / Л.М. Петров // Аграр. вісн. Причорномор'я: зб. наук. пр. — Одеса, 2009. — № 48. — С. 33—40.
6. Горячкин, В.П. Собрание сочинений / В.П. Горячкин: в 7 т.; т. 2. — М.: Сельхозиздат, 1938. — 528 с.

#### КОНСТРУКТИВНОЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕГО КАЧЕНИЯ

Петров Л.М., Борисенко Т.М., Павлишин П.М., Лысый О.В.

**Ключевые слова:** деформация, напряжение, слой, жесткость, колесный движитель.

#### Резюме

*Рассмотрено применение дифференциальных уравнений к разработке методики решения задач качения колеса в условиях его связи с прослойками опорной поверхности. Проведен математический анализ и получены данные для описания качения колесного движителя по опорной поверхности с различными физическими свойствами при его эксплуатации в различных условиях.*

**CONSTRUCTIVE IMPROVEMENT OF THE WHEEL MOVER WITH THE AIM OF IMPROVING THE QUALITATIVE INDICATORS OF ITS ROLLING**

Petrov L.M, Borisenko T.M., Pavlishin P.M., Lisiy O.V.

**Key words:** deformation, stress, layer stiffness, wheel mover.

**Summary**

*The application of differential equations for the development of methods to solve problems of wheel rolling in connection with the bearing surface layers is considered. The mathematical analysis of the obtained data to describe the paddle wheels rolling on the supporting surface, with different properties for its use in different conditions, is carried out.*