

УДК 631.316

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛИ ОПОРУ ПЕРЕКОЧУВАННЮ ОПОРНИХ КОЛІС ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Коломієць С.М., к.т.н., доцент

(Таврійський державний агротехнологічний університет)

У статті наведені дослідження сили опору перекочуванню опорних коліс ґрунтообробних машин, викладено методику визначення реакцій опорних коліс на ланки агрегату, отримано залежності між силами, що діють на колеса і реакціями коліс на ланки агрегату.

Постановка проблеми. В нашій державі аграрний сектор економіки має суттєвий вплив на економічну стабільність держави. У сільському господарстві особливе місце займає рослинництво, як гарант продовольчої безпеки за рахунок забезпечення продуктами харчування як безпосередньо галузі рослинництва, так і опосередковано галузі тваринництва. Новітні технології в галузі рослинництва потребують суттєвої модернізації. Запровадження нових технологій передбачає використання нових технологічних операцій – підготовка стану поверхні поля до мінімального обробітку чи прямої сівби – мульчування чи подрібнення рослинних решток крупностеблових культур. Якість і ефективність цих операцій в певній степені залежать від взаємодії причепних ґрунтообробних знарядь з ґрунтом робочими органами і опорними колесами [1].

Аналіз останніх досліджень. При коченні пневматичних коліс по поверхні ґрунту виникають пружні деформації його шин, які, викликаючи коливання агрегату, впливають на сталість його руху. Рух стає коливальним, погіршується якість обробітку ґрунту. Для протидії пружним деформаціям шин реакції опорних коліс бажано мати такими, які б забезпечували сталий рух причіпної сільськогосподарської машини. Для ґрунтообробних агрегатів, з їхніми відносно низькими швидкостями руху і великими моментами інерції і масами, у багатьох випадках використовуються спрощені теорії перекочування пневматиків. Тому, визначення реакцій опорної поверхні, діючих на колеса, є важливим етапом у дослідженні руху ґрунтообробних машин. Роботи [2, 3, 4, 5] присвячені дослідженню впливу різних чинників на силу опору перекочуванню коліс по ґрунтах, що деформуються.

Ціль роботи. Мета даного дослідження полягає у визначенні залежностей між силами, діючими на колеса при коченні, і реакціями опорних коліс на ланки агрегату.

Результати досліджень. Розрізняють три основні види деформації шини: лінійна бокова деформація, що призводить до появи ефекту бокового ведення

колеса; вертикальна деформація, що викликається наявністю вертикального навантаження і чинить істотний вплив на величину ведення колеса у випадках установки його з розвалом; кутова деформація, що полягає в скручуванні шини щодо вертикальної осі.

Бокова деформація Δ призводить до появи сил пружності. Рівнодіюча сил пружності T зв'язана з боковою деформацією Δ лінійною залежністю [3]

$$T = c \cdot \Delta, \quad (1)$$

де c – коефіцієнт бокової жорсткості шини.

Кутова деформація Ψ викликає появу елементарних сил пружності з моментом M .

Залежність між величинами M і Ψ також лінійна

$$M = f\Psi, \quad (2)$$

де f – коефіцієнт кутової жорсткості шини.

Кутова деформація Ψ зв'язана з боковою деформацією Δ залежністю

$$\Delta = \frac{\Psi}{k}, \quad (3)$$

де k – коефіцієнт зв'язку деформацій шин.

Отримаємо формулу для визначення кутової деформації Ψ . Зв'яжемо рухому систему координат XOY з рамою ґрунтообробної машини: вісь OX співпадає з подовжньою віссю симетрії, а вісь OY – спрямована уздовж осі обертання коліс (рисунк 1).

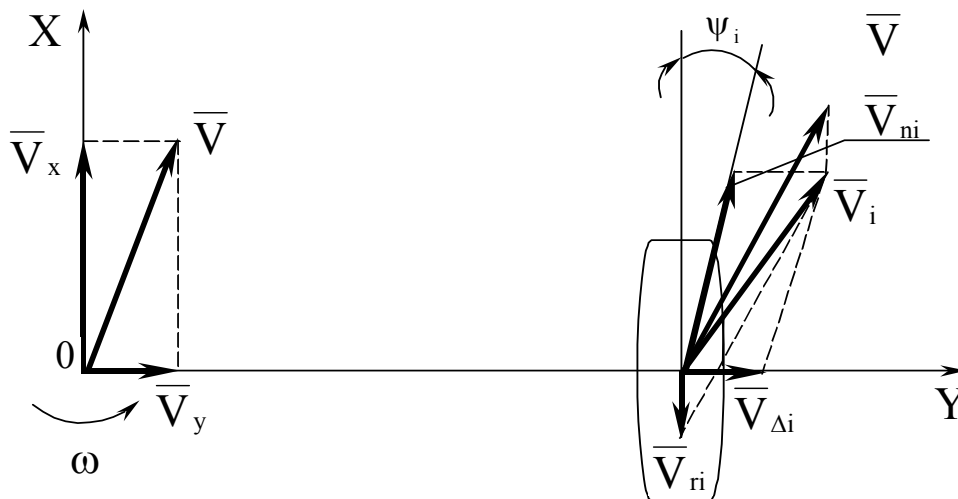


Рисунок 1 – План швидкостей

Визначимо абсолютні швидкості центрів коліс, точок O_i , двома шляхами:

$$\begin{aligned} \bar{V}_i &= \bar{V} + \bar{V}_{ri}; \\ \bar{V}_i &= \bar{V}_{ni} + \bar{V}_{\Delta i}, \end{aligned} \quad (4)$$

де \bar{V} – абсолютна швидкість точки O ;

\bar{V}_{ri} – відносна швидкість точки O_i при обертанні навколо O ;

\bar{V}_{ni} – швидкість переміщення центра контактної площадки колеса по опорній поверхні;

$\bar{V}_{\Delta i}$ – швидкість бокової деформації шини.

Прирівнюємо праві частини цих рівностей

$$\bar{V} + \bar{V}_{ri} = \bar{V}_{ni} + \bar{V}_{\Delta i}, \quad (5)$$

Швидкість бокової деформації $\bar{V}_{\Delta i}$ може досягати значних величин тільки при маневруванні [4]. Так як рух агрегату розглядається у межах прямолінійної ділянки, тому величиною $\bar{V}_{\Delta i}$ в рівності (5) можна знехтувати.

Швидкість обертання точки навколо O можна записати у вигляді

$$V_{ri} = y_i \omega,$$

де y_i – координата Y центру i -го колеса;

ω – кутова швидкість ланки.

Спроектуємо на осі координат рівність (5)

$$V_x - y_i \omega = V_{ni} \cos \Psi_i; \quad (6)$$

$$V_y = V_{ni} \sin \Psi_i. \quad (7)$$

Поділимо рівність (7) на рівність (6), отримаємо залежність

$$\operatorname{tg} \Psi_i = \frac{V_y}{V_x - y_i \omega}. \quad (8)$$

Так як розміри Ψ_i є малими, залежність для визначення величини кутової деформації пневматичного колеса записуємо у вигляді

$$\Psi_i = \frac{V_y}{V_x - y_i \omega}. \quad (9)$$

Проаналізуємо значимість члена $y_i \omega$ формули (9). Похибка визначення кута Ψ_i , при зневазі цим членом

$$N_0 = 1 - \frac{V_y}{V_x} \bigg/ \frac{V_y}{V_x - y_i \omega} = \frac{y_i \omega}{V_x}.$$

Похибка незначна, отже при дослідженні культиватора членом $y_i \omega$ у формулі (9) можна зневажити, тоді вираз для визначення кута Ψ_i

$$\Psi_i = \frac{V_y}{V_x}. \quad (10)$$

Таким чином, залежності сил (1) і (2) при коченні пневматичного колеса з відводом можуть бути представлені у вигляді

$$T = \sum_{i=1}^n \left[\frac{c_i V_y}{k_i V_x} \right], \quad (11)$$

$$M_k = \sum_{i=1}^n \left[\frac{f_i V_y}{V_x} \right], \quad (12)$$

де T, M_k – величини відповідно головного вектора і головного моменту сил пружності пневматичних коліс ґрунтообробної машини;

c_i, k_i, f_i – силові параметри c, k, f коліс i -тої пари.

При складанні рівняння руху агрегату, з метою спрощення розрахункових схем, спарені колеса центральної секції об'єднуються в одне, а коефіцієнт опору ведення приймається рівним сумі коефіцієнтів об'єднаних коліс [1].

Крім сил пружності пневматичних коліс розглянемо ще сили, зв'язані з реакціями опорної поверхні на колеса (рисунок 2).

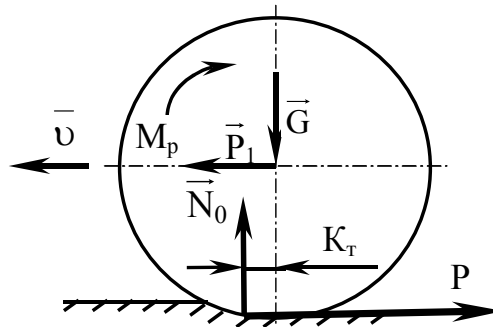


Рисунок 2 – Сили, діючі на колесо при русі по горизонтальній поверхні:

\bar{P} – сила опору перекочуванню колеса; \bar{P}_1 – реакція ланки агрегату на центр колеса; \bar{N}_0 – нормальна реакція опорної поверхні; \bar{G} – вертикальне навантаження на колесо; M_p – момент опору коченню колеса; K_t – коефіцієнт тертя кочення

При русі по горизонтальній рівній поверхні, зі швидкістю руху центра колеса \bar{V} , вираз реакції агрегату на колесо може бути представлений у вигляді

$$\bar{P} = \bar{P}_1 = \bar{N}_0 f_{mp} = f_{mp} \bar{G}, \quad (13)$$

де f_{mp} – коефіцієнт опору коченню.

Висновки. Таким чином, для урахування реакцій опорних коліс на ланки агрегату, у розрахункових схемах для складання рівнянь руху варто вводити головний вектор сил пружності (11), головний момент сил пружності (12), а також силу опору коченню коліс (13) та момент опору коченню. Завдяки отриманим залежностям між силами, що діють на колеса, і реакціями коліс на ланки агрегату стає можливим, з метою забезпечення сталого руху агрегату, обґрунтування і вибір раціональних параметрів ланок причіпної сільськогосподарської машини.

Список літератури

- 1 Булгаков В. Свято землеробської механіки / В. Булгаков // Техніка і технології АПК. – 2014.- №10(61). – С. 6 - 8.
- 2 Гячев Л.В. Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов / Л.В. Гячев. – М.: Машиностроение, 1981. – 206 с.
- 3 Гячев Л.В. Динамика машинно-тракторных и автомобильных агрегатов / Л.В. Гячев. – Ростов-на-Дону: РГУ, 1976. – 192 с.
- 4 Вершков О.О. Теоретичний аналіз зовнішніх силових впливів на мобільний сільськогосподарський агрегат / О.О. Вершков, С.М. Коломієць // Праці Таврійської державної агротехнічної академії: Тематичний науково-технічний збірник. Вип.1. Техніка у сільськогосподарському виробництві. – Мелітополь, 1998, т.4. – С. 37-39.
- 5 Коломієць С.М. Шляхи зменшення енергетичних витрат при використанні безчіпочних широкозахватних культиваторів / С.М. Коломієць // Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Вип. 83, Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2000. – С. 217-220.

Аннотація

ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕРЕКАТЫВАНИЮ ОПОРНЫХ КОЛЕС ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Коломієць С.М.

В статъе приведены исследования силы сопротивления перекатыванию опорных колес почвообрабатывающих машин, приведено методику определения реакций опорных колес на звенья агрегата, получено зависимости между силами, которые действуют на колеса и реакциями колес на звенья агрегата.

Abstract

STUDIES OF RESISTANCE TO ROLLING WHEEL TILLAGE MACHINES

S. Kolomiyets

The article presents the study of the forces of resistance to rolling wheel tillage machines provided a method of determining the reactions of supporting wheels on the parts of the unit, the dependences between the forces that act on the wheels and reaction wheels on the parts of the unit.