

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ ШЛЯХОМ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ НОРМАЛЬНИХ РЕАКЦІЙ ҐРУНТУ ПО ОСЯХ

Поляшенко С.О., к.т.н., доц., Єсіпов О.В., к.т.н., доц., Погорєлов О.В., інж.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Роляк О.А., к.т.н., доц.

Подільський державний аграрно-технічний університет

Проаналізована ефективність полноприводних колісних тракторів, з шинами рівного розміру шляхом перерозподілу нормальних реакцій ґрунту по осях.

Вступ. Ефективність і підвищення продуктивності сільсько-господарського виробництва нерозривно пов'язані з підвищенням енергоозброєності і продуктивності праці, вдосконалення використання існуючої сільськогосподарської техніки і паливо-енергетичних ресурсів, впровадження прогресивних технологій на базі нової вискоєфективної техніки. Повне використання тягово-зчіпних можливостей полнопривідних тракторів, з шинами рівного розміру, що дозволяє скоротити, як чисельний, так і марочний склад тракторного парку, і тим самим понизити капітальні вкладення в сільське господарство.

Тому підвищення тягово-зчіпних показників полноприводних колісних тракторів з шинами рівного розміру по своїй економічній доцільності має велике народно-господарське значення.

Аналіз публікацій. Проблема підвищення тягово-зчіпних властивостей тракторів, прохідності МТА зниження ущільнюючої дії рушіїв МТА на ґрунт є актуальною [1, 2]. Розподіл вертикальних навантажень по осях колісних тракторів робить істотний вплив на взаємодію пневматичних коліс з ґрунтом. Даною проблемою займалися Гуськов В.В., Ксеневич І.П., Скотников В.А., Водяник І.І., Лясько М.І., Полетаєв А.Ф. Шевцов В.Г. і багато інших вчених. В.В. Гуськов провів велику роботу за визначенням оптимального розподілу навантаження на осі колісного трактора, які забезпечують максимальне значення його к.п.д. [2]. А.Ф. Полетаєв [3] при теоретичному розгляді дотичного зусилля і опору коченню жорсткого колеса по деформуємому основанню, робить вивід про те, що для забезпечення максимальної тяги вертикальне навантаження на передню і задню осі трактора зі всіма однаковими ведучими колесами повинне розподілятися рівномірно. У теорії автомобіля [4] вказується, що розподіл навантажень по осях двовісного автомобіля з метою забезпечення мінімуму опору коченню повинен вироблятися залежно від характеристик деформуємого ґрунту, в межах від $\lambda = 0,43 \div 0,5$, де λ – відношення вертикального навантаження на передню вісь до суми

вертикальних навантажень на передню і задню осі. Наведені дані значно відрізняються, оскільки різні характеристики досліджуваних об'єктів. Крім того розподіл вертикальних навантажень по осях колісних машин істотно впливає на ущільнення ґрунту.

Мета і постановка завдання. Проаналізувати ефективність полноприводних колісних тракторів, з шинами рівного розміру шляхом перерозподілу нормальних реакцій ґрунту по осях.

Вирішення питання. Розглянемо колісний трактор 4К4 при виконанні роботи з навантаженням на крюку (рис.1). Склавши рівняння моментів для визначення реакцій на колесо, маємо [5]:

$$Y_3 = \frac{1}{2} \cdot \frac{G_{\text{тр}}(L_1 + a_n) + P_{\text{кр}} \cos \gamma_{\text{кр}} \cdot h_{\text{кр}} + P_{\text{кр}} \sin \gamma_{\text{кр}} \cdot (L_{\text{кр}} + L_{\text{б}} + a_n)}{L_{\text{б}} + a_n - a_3},$$

$$Y_{\text{п}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{G_{\text{тр}}(L_2 - a_n) - P_{\text{кр}} \cos \gamma_{\text{кр}} \cdot h_{\text{кр}} - P_{\text{кр}} \sin \gamma_{\text{кр}} \cdot (L_{\text{кр}} + a_n)}{L_{\text{б}} + a_n - a_3},$$

де: $Y_{\text{п}}, Y_3$ – нормальні складові реакції ґрунту на передні і задні колеса відповідно, кН;

$G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН;

a_n, a_3 – зсув нормальних складових реакції ґрунту для передніх і задніх коліс відповідно, м;

$P_{\text{кр}}$ – навантаження на крюку, кН;

$h_{\text{кр}}$ – відстань від опорної поверхні до лінії дії горизонтального складового навантаження на крюку, м;

$L_{\text{кр}}$ – відстань від осі заднього колеса до вертикального складового навантаження на крюку, м;

L_1 – відстань від центру тяжіння до осі переднього колеса, м;

L_2 – відстань від центру тяжіння до осі заднього колеса, м.

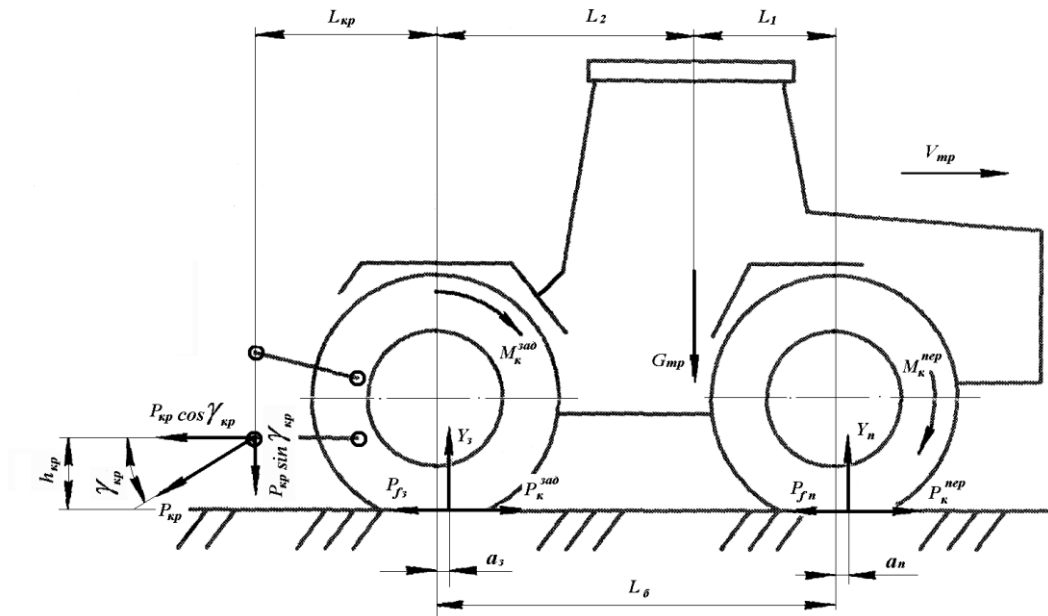


Рис. 1 – Схема сил, що діють на трактор 4К4

Для оцінки впливу розподілу вертикальних навантажень по осях колісного трактора на ущільнюючу дію на ґрунт, визначаємо максимальний тиск одиночного колеса на ґрунт по наступній залежності [1]:

$$q_{\max} = 1,49 \cdot 10^{-5} \frac{E_{ш}^{5/4}}{\sqrt{1 + E_{ш} / E_0}} \cdot \left(\frac{104}{p_w} + 134 \right) \cdot \frac{G_k^{2/3}}{BDk},$$

$$k = 1 - 0,00165x^5, x = D/B \text{ при } D/B \leq 3,4 \text{ і } x = 6,6 - D/B \text{ при } D/B \geq 3,4,$$

де: $E_{ш}, E_0$ – відповідно модулі пружності шини і деформації ґрунту, кПа;

p_w – внутрішній тиск повітря в шинах, МПа;

D, B – зовнішній діаметр і ширина профілю шини, м;

G_k – навантаження на колесо, кН.

Розглянемо на прикладі трактора Т-150К вплив на ущільнюючу дію наступних конструктивних і експлуатаційних параметрів трактора: маса трактора, розподіл її по осях, тип шин і тиск повітря в них, величини і висоти додатка сили тяги на крюку. Вихідні дані по трактору Т-150К представлені в таблиці 1.

Результати розрахунків по формулі (3) з урахуванням формул (1) і (2) показують, що розподіл маси по осях трактора, робить істотний вплив на максимальний тиск коліс на ґрунт. Із збільшенням навантаження на крюку, максимальний тиск на заднє колесо збільшується, а переднє колесо розвантажується (рис.2). Установка здвоєних коліс дозволяє понизити максимальний тиск на 23%. Високе ущільнення ґрунту, відбувається під час виконання весенне-польових робіт, де трактор завантажується на 50-70% від номінальної тяги. У зв'язку з цим тиск переднього колеса на ґрунт перевищує тиск, що надається заднім колесом. При виконанні неенергоємних операцій

(закриття вологи, культивація, посів і ін.) раціонально розподілити вагу трактора по осях можливо за рахунок зміни вертикальної координати приложення сили тяги, тим самим раціонально розподілити вагу трактора по її осях. Із збільшенням вертикальної координати приложення сили тяги від 0,3 до 0,9 м відбувається збільшення максимального тиску створюваного заднім колесом і зниження максимального тиску від переднього колеса (рис. 3).

Таблиця 1 – Коротка технічна характеристика трактора Т-150К

Параметри	Значення
Тяговий клас	3
Експлуатаційна потужність двигуна, кВт	132
Експлуатаційна маса, кг	
– на одинарних	8320
– на здвоєних колесах	9304
Розподіл маси по осях трактора, кг	
– передня	5350
– задня	2970
Внутрішній тиск повітря в шинах 21,3R24, МПа	
– переднього	0,12
– заднього	0,10
Відстань від центру тягаря до осі переднього колеса, м	1,02
Відстань від центру тягаря до осі заднього колеса, м	1,84
Подовжня база, м	2,86

Величина залежить від типу і конструкції сільськогосподарської машини, і знаходиться в межах від 0,4 до 0,7 м. В процесі виконання весняно-польових робіт можлива зміна за допомогою навісної системи трактора.

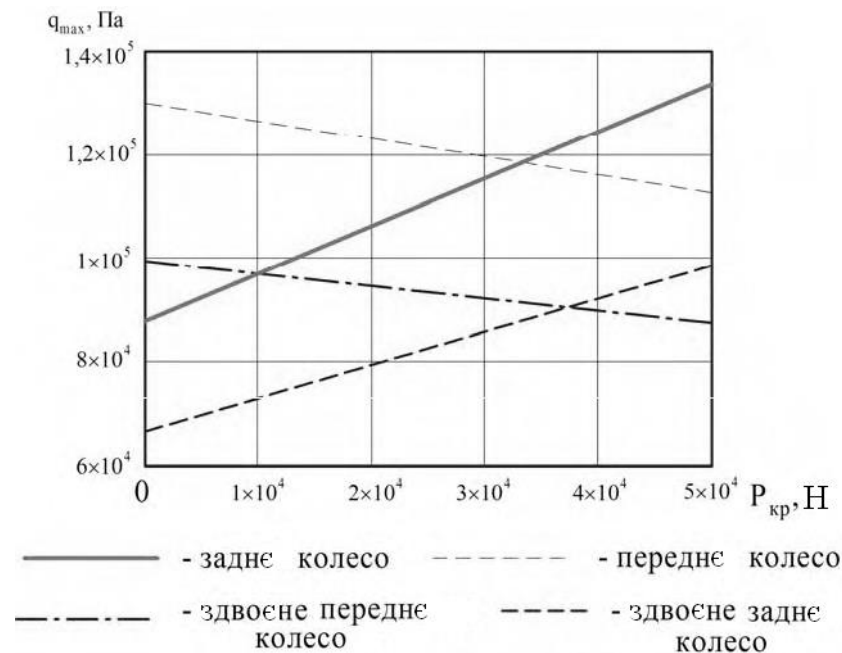


Рис. 2 – Вплив сили тяги на кривокутності трактора Т-150К на величину максимального тиску на ґрунт

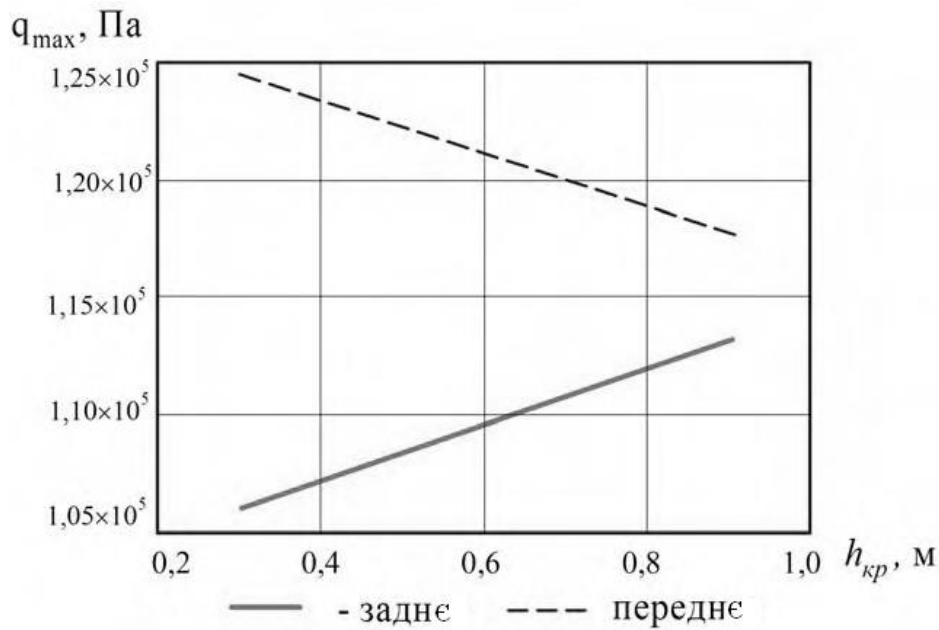


Рис. 3 – Вплив вертикальної координати дії сили тяги на величину максимального тиску рушіїв на ґрунт ($P_{кр} = 20$ кН)

Із збільшенням горизонтальної координати додатка сили тяги на крюку максимальний тиск рушіїв на ґрунт змінюється не значно (рис. 4).

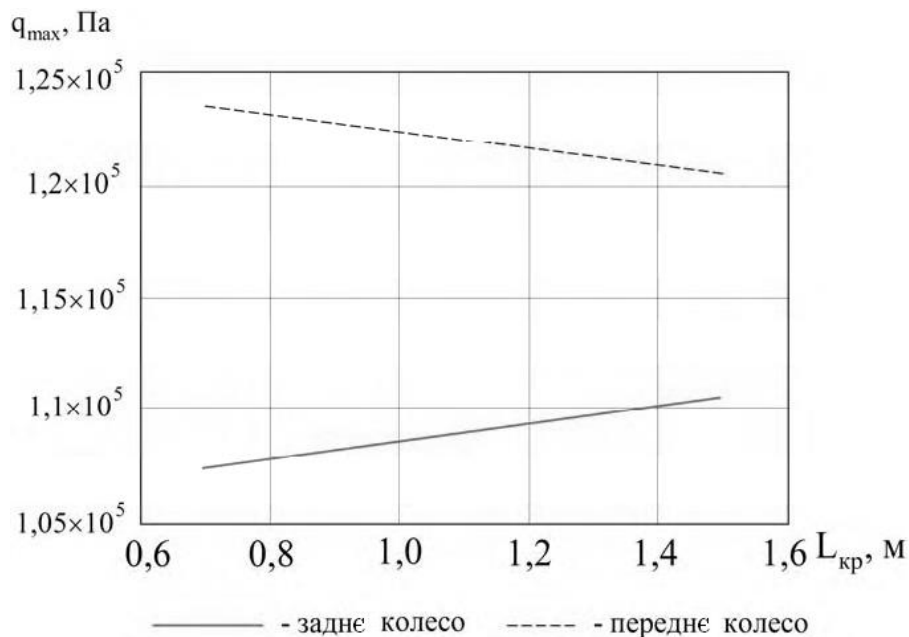


Рис. 4 – Вплив горизонтальної координати додатка сили тяги на величину максимального тиску рушіїв на ґрунт ($P_{кр} = 20$ кН, $h_{кр} = 20$ м)

Висновок. Таким чином, за рахунок перерозподілу нормальних реакцій по провідних осях колісного трактора, з врахуванням розмірів коліс, конструктивних параметрів навісної системи і режимів навантажень роботи МТА, можна істотно понизити максимальний тиск на ґрунт.

Список використаних джерел

1. Ксеневи́ч, И.П. Ходовая система – почва –урожай [Текст]/ И.П. Ксеневи́ч, В.А. Скотников, М.И. Ляско. – М., 1985, – 304 с.
2. Гуськов, В.В. Оптимальные параметры сельскохозяйственных тракторов [Текст] / В.В. Гуськов. – М.: 1966. – 196 с.
3. Полетаев, А.Ф. Основы теории сопротивления качению и тяги жесткого колеса по деформируемому основанию [Текст]/ А.Ф. Полетаев. – М.: Машиностроение, 1971. – 187 с.
4. Бронштейн, Я.И. Проходимость автомобиля [Текст] / Я.И. Бронштейн, Н.А. Бухарин и др. – М.: Воениздат, 1959. – 197с.
5. Гайнуллин, И.А., Маннапов И.М. Повышение эффективности колесных тракторов путем перераспределения нормальных реакций почвы по осям [Текст] / И.А. Гайнуллин, И.М. Маннапов. –Уфа: ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ», 2009. – 324 с.
6. Плужников, С.В. Повышение тягово-сцепных свойств колесных полноприводных тракторов с шинами равного размера путем перераспределения нормальных реакций по ведущим осям [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / С.В. Плужников. – Саратов, 2003. – 152 с.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ПУТЕМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ПОЧВЫ ПО ОСЯМ

Поляшенко С., Есипов А., Погорелов О.

Проанализирована эффективность полноприводных колесных тракторов, с шинами равного размера путем перераспределения нормальных реакций почвы по осям.

Abstract

INCREASE OF EFFICIENCY OF THE WHEELED TRACTORS BY REDISTRIBUTION OF NORMAL REACTIONS OF SOIL ON AXES

S. Polyashenko , A. Esipov, O. Pogorelov

Efficiency of the polnoprivodnykh wheeled tractors is analysed, with the tires of equal size by the redistribution of normal reactions of soil on axes.