

## РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТЕНДУ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ ТА ПОСІВНИХ МАШИН

Карташов С.Г., к.т.н., Дядя В.М., к.т.н., Дудка В.С., асп.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*В роботі приведений приклад розрахунку геометричних параметрів стенду для випробування робочих органів ґрунтообробних та посівних машин.*

**Постановка проблеми.** При створенні нових ґрунтообробних і посівних машин невід’ємними вимогами є проведення досліджень взаємодії робочих органів сільськогосподарських ґрунтообробних машин із ґрунтом, розробка та випробування нових сільськогосподарських машин. Для отримання правдивих силових та кінематичних показників необхідно проводити випробування сільськогосподарських знарядь в полі. Однак погодні умови не завжди дозволяють провести експерименти в постійних по вологості і щільності ґрунту умовах, а також забезпечити постійну швидкість руху знаряддя. Важливими умовами при організації та проведенні експериментальних досліджень є забезпечення постійної швидкості руху знаряддя і постійних властивостей ґрунту. У землеробстві для визначення більшості параметрів роботи сільськогосподарських агрегатів розробляють ґрунтові канали (рухомі та нерухомі). Будівництво обладнання, утримання і експлуатація ґрунтових каналів – справа в умовах обмеженого фінансування дуже затратна, і сьогодні в Україні практично не залишилося жодного діючого ґрунтового каналу [5,12].

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз теоретичних та практичних напрацювань, показали, що більша кількість авторів пропонують методику визначення ширини стенду, яка базується на статичних характеристиках розповсюдження перешкод [11] і теорії розповсюдження напруження в ґрунті [10], згідно якій напруження в ґрунті розповсюджується під кутом внутрішнього тертя «ґрунт-ґрунт» на відстань, де величина їх вирівнюється з природнім опором ґрунту зминанню. Для розрахунку геометричних параметрів вводиться ряд припущень, які не впливають на загальну модель взаємодії робочих органів ґрунтообробних та посівних машин з ґрунтом: стенд горизонтальний, мала швидкість руху [3,7].

**Постановка завдання.** На основі проведеного аналізу останніх досліджень пропонується розрахунок геометричних параметрів ґрунтообробних каналів для випробування та зняття основних характеристик робочих органів сільськогосподарських ґрунтообробних та посівних машин.

Для того щоб виготовити стенд треба визначитися з його мінімальними геометричними параметрами необхідними для проведення експерименту.

Для визначення геометричних параметрів каналу приймаємо, що центр тяжіння коткуючого робочого органу розміщений над геометричною проекцією

його повздовжньої осі на ґрунт. При цьому контакт з ґрунтом котка відбувається по опорній площадці, близької по формі до еліпса, в якому одна з осей розміщена в центральній повздовжній площині котка [7,1]. Тиск в опорній площадці (рис.1) рівномірний. Повздовжня жорсткість котка менша по відношенню до поперечної жорсткості, виходячи з цього ширина опорної площадки  $B_k$  приймається рівній ширині котка. [13]

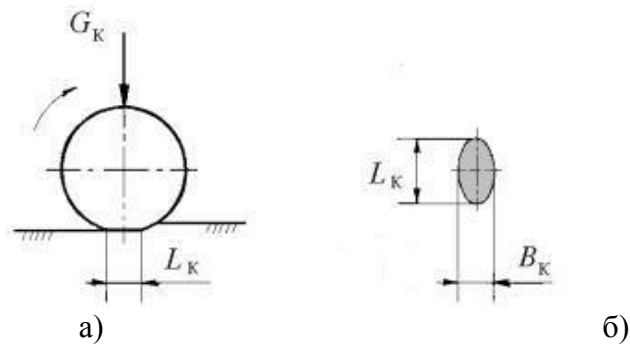


Рис. 1 – Формування колії котком: а – повздовжній перетин котка; б – опорна площадка котка,  $G_k$  – сила ваги котка,  $H$ ;  $L_k$  – довжина опорної площадки котка, м;  $B_k$  – ширина опорної площадки котка, м

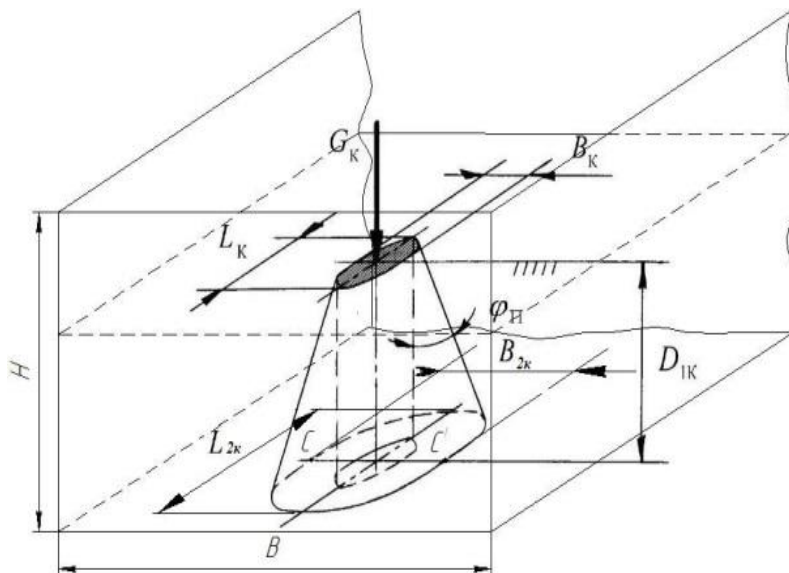


Рис. 2 – Розрахункова схема для визначення глибини розповсюдження в ґрунті напруження  $D_{1k}$ , яке створює прикочуючий коток

Глибина розповсюдження напруження в ґрунті при першому проході котка  $D_{1k}$  (рис. 2) визначається за формулою:

$$D_{1k} = -\frac{B_k + L_k}{4 \cdot f_r} + \sqrt{\left(\frac{B_k + L_k}{4 \cdot f_r}\right)^2 + \frac{\frac{G_k}{\pi \cdot [\delta_{cm}] \cdot 4} \cdot \frac{B_k - L_k}{4}}{f_r^2}}, \quad (1)$$

де  $f_r$  – коефіцієнт тертя в середовищі «ґрунт-ґрунт» визначається за даними графічної залежності  $f_1 = f(q)$ , (рис. 3) [8].

Для розрахунку довжини опорної поверхні прикочуючого котка позначимо через  $F_k$  площу контакту котка з ґрунтом (рис. 2)

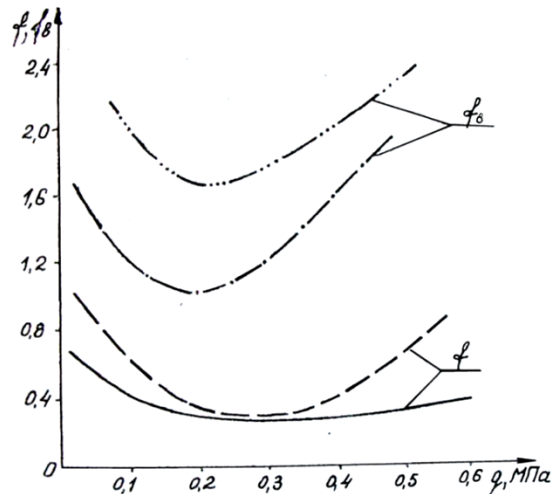


Рис. 3 – Зміни коефіцієнту тертя ґрунту по сталі  $f$ , коефіцієнту тертя ґрунту до ґрунту  $f_0$  в залежності від тиску  $q$

Тоді напруження  $\delta$  у ґрунті під опорною площадкою котка визначається за формулою:

$$\delta = \frac{G_K}{F_K}, \quad (2)$$

Згідно теорії розповсюдження напруження [11] зусилля для заглиблення котка в ґрунт виконується при таких умовах:

$$\delta > [\delta_{CM}], \quad (3)$$

де:  $\delta_{CM} = 10 - 12$  кПа.[8]

Величина  $F_K$  визначається за формулою для розрахунку площі еліпса:

$$F_K = \frac{\pi \cdot B_K \cdot L_K}{4}, \quad (4)$$

Підставляючи у вираз (2) формулу (4), визначаємо величину  $L_K$ :

$$L_K = \frac{4 \cdot G_K}{\pi \cdot B_K \cdot \delta}, \quad (5)$$

де:  $\delta$  приймаємо рівним 12 кПа [4,8].

Для визначення ширини ущільненої смуги складаємо схему (рис. 4).

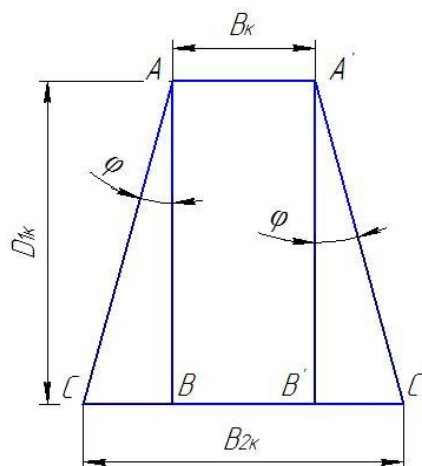


Рис.4 – Схема для визначення ширини ущільненої смуги  $B_{2K}$

Ширина  $B_{2к}$  визначається по осі  $CC_1$  довжини проекції опорної площадки котка.

$$tg\varphi = \frac{CB}{AB}; CB = AB \cdot tg\varphi, \quad (6)$$

$$B_{2к} = B_к + 2AB \cdot tg\varphi, \quad (7)$$

$$B_{2к} = B_к + 2D_{1к} \cdot tg\varphi,$$

де:  $\varphi$  – кут внутрішнього тертя «грунт – грунт»,  $\varphi = 15^\circ - 43^\circ$  град [8,9].

Розрахунок основних геометричних параметрів стенду для випробування робочих органів ґрунтообробних та посівних машин.

Для розрахунків приймаємо такі вихідні данні:

- ширина котка:  $B_к = 0,038$  м;
- коефіцієнт тертя в середовищі «грунт-грунт»:  $f_г = 0,3 - 0,7$ ;
- вага котка  $G_к = 100 - 294$  Н;
- напруження в ґрунті  $\delta_{см} = 10 - 12$  кПа.

На основі даних визначаємо довжину опорної площадки котка  $L_к$ , глибину розповсюдження напруження в ґрунті при першому проході котка  $D_{1к}$  та ширину ущільненої смуги  $B_{2к}$ .

$$L_к = \frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 0,038 \cdot 12000} = 0,279 \text{ м},$$

$$D_{1к} = - \left( \frac{0,038 + 0,027}{4 * 0,7} \right) + \sqrt{\left( \frac{0,038 + 0,027}{4 * 0,7} \right)^2 + \frac{\left( \frac{98}{3,14 * 12000} \right) - \left( \frac{0,038 * 0,027}{4} \right)}{0,7^2}}$$

$$= 0,049 \text{ м};$$

$$B_{2к} = 0,027 + (2 * 0,049 * 0,57) = 0,083 \text{ м}.$$

Враховуючи теоретичні розрахунки та технологічні можливості ширину  $B$  та глибину  $H$  ґрунтового каналу приймаємо:

- ширину ґрунтового каналу  $0,45$  м;
- висоту ґрунтового каналу  $0,28$  м.

Виготовлений стенд зображено на рисунку 5. Технічна характеристика приведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічна характеристика стенду.

Показник	Значення показника
Тип стенду	Стаціонарний
Діапазон швидкостей, м/с	1-3
Кількість швидкостей в редукторі	18
Максимальне тягове зусилля, Н	3000
Габаритні розміри, мм:	
довжина	7000
ширина	500
висота	750
Потужність електродвигуна	6 кВт

Стенд складається з рами 1, ґрунтового каналу 2, тягової лебідки 3, редуктора 4, електродвигуна 5, універсального тягового пристрою 6, напрямної 7, троса 8, ґрунтообробного котка 9.

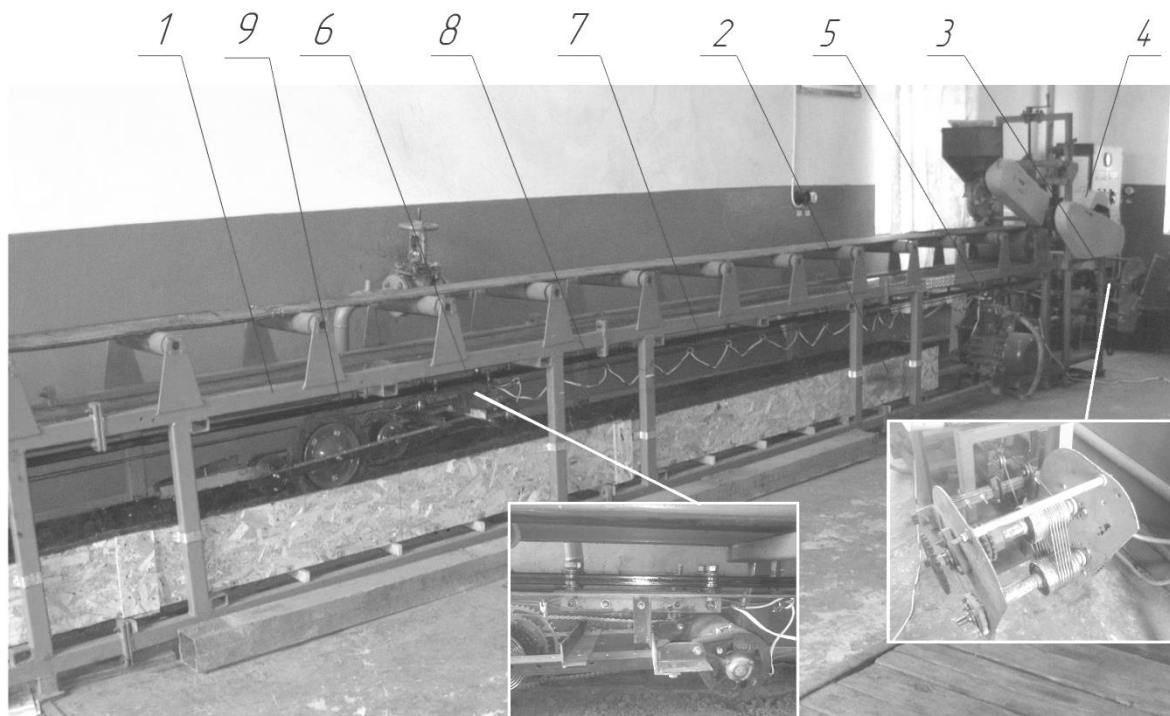


Рис. 5 – Стенд для випробування ґрунтообробних та посівних машин

**Висновок.** Приведений та виконаний розрахунок геометричних параметрів стенду для випробування робочих органів ґрунтообробних та посівних машин. Визначено довжину опорної площадки котка  $L_k = 0,279\text{м}$ ; глибину розповсюдження напруження в ґрунті при першому проході котка  $D_{1k} = 0,049\text{м}$ ; ширину ущільненої смуги  $B_{2k} = 0,083\text{м}$ . Визначені мінімальні характеристики для стенду та з запасом прийняті геометричні параметри: ширину прийнято  $0,45\text{м}$ , а висоту  $0,28\text{м}$ . По даним розрахунків стенд виготовлений на базі кафедри «Сільськогосподарські машини» Таврійського державного агротехнологічного університету.

### Список використаних джерел

1. Беккер М. Г. Введение в теорию систем местность-машина/ М. Г. Беккер. – М.: Машиностроение, 1973. – 520 с.
2. Кугель Р.В. Испытание на надежность машин и их элементов. / Р.В. Кугель // -М., Машиностроение, 1982, - 181 с.
3. Куликов М. И. Основы теории поворота гусеничных машин: Учеб. пособие / М. И. Куликов. А. Ф. Фрейндлинг// – Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского гос. ун-та, 1989. – 88 с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г.А. Хайліс, А.Ю. Горбовий, З.О. Гошко та ін.// – Луцьк: Ред. – вид. відділ ЛДТУ, 1998. -268 с.
5. Протокол испытаний № 07-40-2006 (4200042). Стенд ИУ-91 для

- испытаний высевающих аппаратов сеялок точного высева/Кубанский государственная зональная машиностроительная станция.–Кубань,2006.–6 с.
6. Радионов А.В. Определение ширины технологического коридора глубины колеи для лесных машин. / А.В. Радионов, Г.А. Давидков.// Электронный журнал «Исследовано в России» 2004, с. 237-251.
  7. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин: Учеб. для студентов автомоб. спец. вузов / Г. А. Смирнов. – М.: Машиностроение, 1981. –271с.
  8. Сравнительные испытания воздействия машин на лесной участок (колеобразование) / В. С. Сюнев. Г. А. Давыдков. С. А. Кильпелайнен та ін.// Теоретические и экспериментальные исследования машин и механизмов лесного комплекса: Межвуз. сб. научн. трудов. – СПб.: СПбЛТА, 2000. – С. 139 – 144.
  9. Сюнев В. С. Воздействие машин на лесные почвы / В. С. Сюнев. Г. А. Давыдков // Тр. Лесоинженерного факультета ПетрГУ. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. – вып. 3. – С. 88 – 91.
  15. J.S.Rathore, H.J.Mauritsch. Rock Mechanics as a Guide for Efficient Utilization of Natural Resources, /J.S.Rathore, H.J.Mauritsch// Khair,1989 Balkema, Rotterdam.
  10. Цыпук А. М. Моделирование процессов работы лесокультурных агрегатов на нераскорчеванных вырубках. / А.М. Цыпук. // Учеб. пособие. – Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского гос. ун-та, 1997. – 44 с.
  11. Цыпук А. М. Повышение эффективности лесовосстановительных работ ресурсосберегающей технологией: Автореф. дис. д-ра техн. наук / А. М. Цыпук.// Петрозав. гос. ун-т. – Петрозаводск, 1996. – 32 с.
  12. Чвартацький І.І. Стенди для дослідження характеристик висівних апаратів / І.І. Чвартацький, П.М. Гнатько, Р.І. Чвартацький // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національно технічного університету сільського господарства ім. П.Василенка. – 2008 Т. 1, № 75. – С. 188-193.
  13. Чистов М. П. Математическое описание качения деформируемого колеса по деформируемому грунту / М. П. Чистов // Изв. вузов. – М.: Машиностроение, 1986. – № 4. – С. 12 – 38.
  14. Jansson K.-J., Johansson J. Soil changes after traffic with a tracked and a wheeled forest machine: a case study on a slim loam in Sweden./ Jansson K.-J., Johansson J. // Forestry. – 1998. – № 1. – P. 57 – 66.

## **Аннотация**

### **РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ И ПОСЕВНЫХ МАШИН**

Карташов С.Г., Дядя В.М., Дудка В.С.

*В работе приведен пример расчета геометрических параметров стенда для испытаний рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин*

## **Abstract**

### **GEOMETRICAL DESIGN OF A TEST BENCH FOR WORKING PARTS OF TILLAGE AND SEEDING MACHINES**

S. Kartashov, V. Dyadya, V. Dudka

*The article deals with the example of the design of geometrical parameters of the test bench for tillage and seeding machinery working parts.*