

УДК 631.31.006.26

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

Карташов С.Г. к.т.н.,

Дядя В.М. к.т.н.,

Дудка В.С<sup>1</sup>., аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (061) 422-132

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

**Ключові слова** – геометричні параметри, стенд, параметри розрахунку, ґрунт.

*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 [11, 12].

*Постановка завдання:* пропонується розрахунок геометричних параметрів ґрунтообробних каналів для випробування та зняття основних характеристик робочих органів сільськогосподарських ґрунтообробних та посівних машин.

---

<sup>1</sup> - науковий керівник к.т.н., доц. С.Г. Карташов

*Основна частина* – Для того щоб виготовити стенд треба визначитися з його мінімальними геометричними параметрами стенду 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 [1,2]. 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. [3]

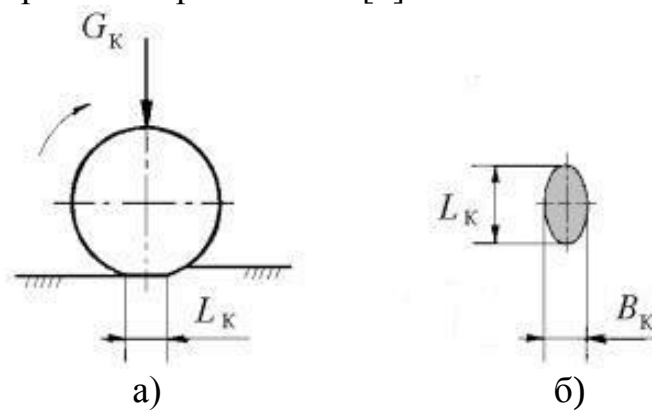


Рисунок 1 – Формування колії котком. а – повздовжній перетин котка; б – опорна площадка котка,  $G_k$  – сила ваги котка, Н;  $L_k$  – довжина опорної площадки котка, м;  $B_k$  – ширина опорної площадки котка, м.

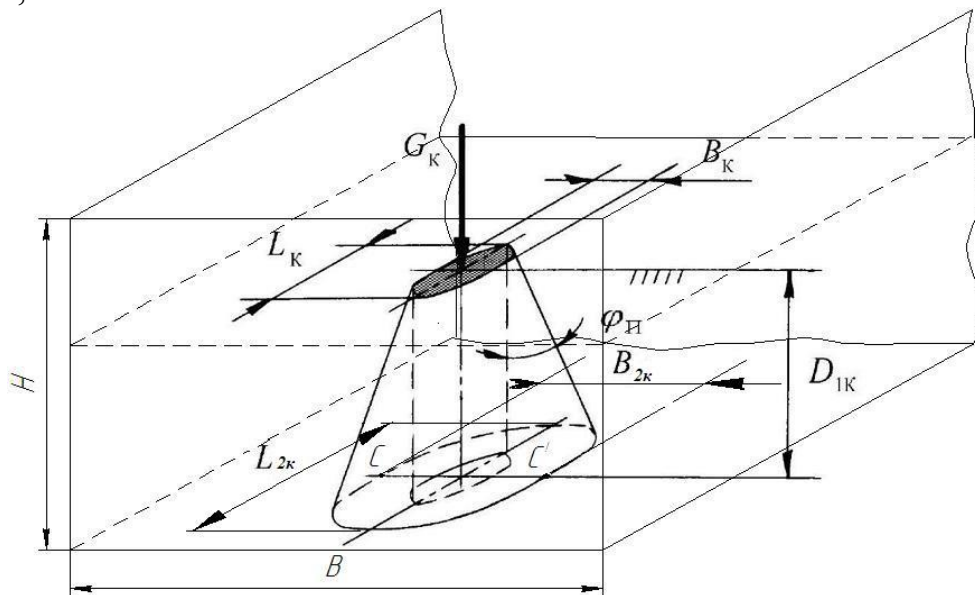


Рисунок 2 – Розрахункова схема для визначення глибини розповсюдження в ґрунті напруження  $D_{1k}$ , яке створює прикочуючий коток [9].

Глибина розповсюдження напруження в ґрунті при першому проході котка  $D_{1к}$  (рис. 2) визначається по формулі:

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

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

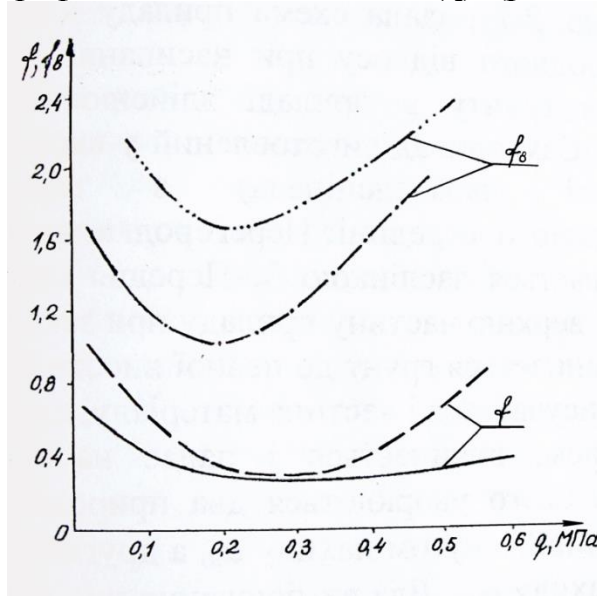


Рисунок 3 – Зміни коефіцієнту тертя ґрунту по сталі  $f$ , коефіцієнту тертя ґрунту до ґрунту  $f_b$  в залежності від тиску  $q$  [8].

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

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

$$\delta = \frac{G_k}{F_k} \quad (2)$$

Згідно теорії розповсюдження напруження [4] зусилля для заглиблення котка в ґрунт виконується при таких умовах:

$$\delta > [\delta_{см}] \quad (3)$$

$$\delta_{см} = 10 - 12 \text{ кПа.} [8]$$

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 [8].

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

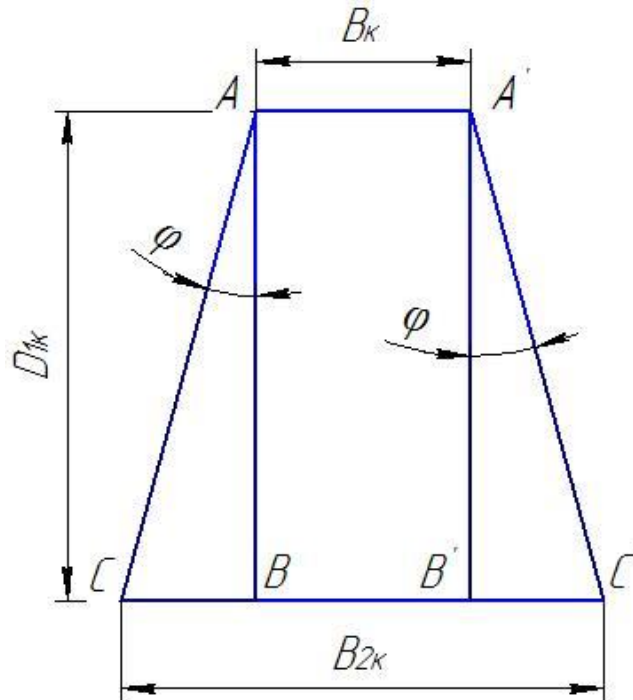


Рисунок 4 – Схема для визначення ширини ущільненої смуги  $B_{2k}$ .

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

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

$$B_{2k} = B_k + 2AB \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (7)$$

$$B_{2k} = B_k + 2D_{1k} \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

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:  $B_k = 0,038$  м;

Коефіцієнт тертя в середовищі «грунт-грунт»:  $f_r = 0,3 - 0,7$ ;

Вага котка  $G_k = 100 - 294$  Н;

Напруження в ґрунті  $\delta_{cm} = 10 - 12$  кПа.

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

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

$$D_{1к} = -\left(\frac{0,038 + 0,027}{4 * 0,7}\right) + \sqrt{\left(\frac{0,038 + 0,027}{4 * 0,7}\right)^2 + \frac{\left(\frac{98}{3,14 * 12000}\right) - \left(\frac{0,038 * 0,027}{4}\right)}{0,7^2}} = 0,049\text{м};$$

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

Враховуючи теоретичні розрахунки та технологічні можливості ширину В та глибину Н 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.

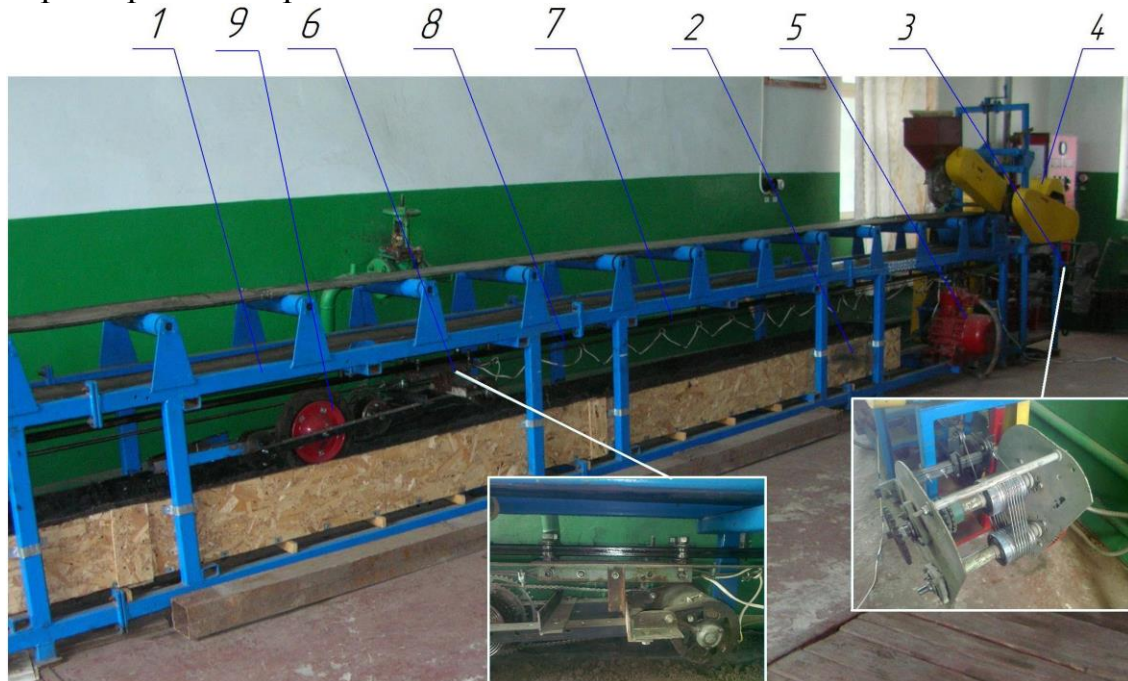


Рисунок 5 – Стенд для випробування ґрунтообробних та посівних машин.

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.

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              |

*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 ЛІТЕРАТУРИ

1. *Смирнов Г. А.* Теория движения колесных машин: Учеб. для студентов автомоб. спец. вузов / *Г. А. Смирнов.* – М.: Машиностроение, 1981. – 271 с.
2. *Беккер М. Г.* Введение в теорию систем местность-машина / *М. Г. Беккер.* – М.: Машиностроение, 1973. – 520 с.
3. *Чистов М. П.* Математическое описание качения деформируемого колеса по деформируемому грунту / *М. П. Чистов* // Изв. вузов. – М.: Машиностроение, 1986. – № 4. – С. 12 – 38.
4. *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.
5. *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 // *Forestry.* – 1998. – № 1. – P. 57 – 66.
6. Сравнительные испытания воздействия машин на лесной участок (колееобразование) / *В. С. Сюнев, Г. А. Давыдов, С. А. Кильпеляйнен* та ін. // Теоретические и экспериментальные исследования машин и механизмов лесного комплекса: Межвуз. сб. научн. трудов. – СПб.: СПбЛТА, 2000. – С. 139 – 144.
7. *Сюнев В. С.* Воздействие машин на лесные почвы / *В. С. Сюнев, Г. А. Давыдов* // Тр. Лесоинженерного факультета ПетрГУ. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. – вып. 3. – С. 88 – 91.
8. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / *Г.А. Хайліс, А.Ю. Горбовий, З.О. Гошко та ін.* – Луцьк: Ред. – вид. відділ ЛДТУ, 1998. -268 с.
9. *Радионов А.В.* Определение ширины технологического коридора глубины колеи для лесных машин. / *А.В. Радионов, Г.А. Давыдов.* Электронный журнал «Исследовано в России» 2004, с. 237-251.

10. *J.S.Rathore, H.J.Mauritsch. Rock Mechanics as a Guide for Efficient Utilization of Natural Resources, /J.S.Rathore, H.J.Mauritsch// Khair,1989Balkema, Rotterdam.*

11. *Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.3. 5-е изд., перераб. и доп. / В.И. Анурьев // -М.: Машиностроение, 1980. -557 с., ил*

12. *Чвартацький І.І. Стенди для дослідження характеристик висівних апаратів / І.І. Чвартацький, П.М. Гнатко, Р.І. Чвартацький // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П.Василенка. – 2008 Т. 1, № 75. – С. 188-193.*

13. *Кугель Р.В. Испытание на надежность машин и их элементов. / Р.В. Кугель // -М., Машиностроение, 1982, - 181 с.*

14. *Протокол испытаний № 07-40-2006 (4200042). Стенд ИУ-91 для испытаний высевяющих аппаратов сеялок точного посева/ Кубанский государственная зональная машиностроительная станция. – Кубань, 2006. – 6 с.*

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

**С.Г. Карташов. В.М. Дядя. В.С. Дудка.**

**Аннотация** – в работе приведен пример расчета геометрических параметров стенда для испытаний рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин.

**Geometrical design of a test bench for working parts of tillage and seeding machines.**

**S. Kartashov, V. Dyadya, V. Dudka.**

### **Summary**

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

Вісник Харківського національного технічного університету  
сільського господарства ім. Петра Василенка «Механізація  
сільськогосподарського виробництва». Випуск 135. с. 297 – 303, 2013  
р.