



УДК 631.313.6

Бендера І.М.
д.п.н., професор

Скоробогатов Д.В.
к.т.н., в. о. доцента

*кафедра фізико-математичних та загальнотехнічних
дисциплін Інженерно технічний факультет
Подільський аграрно-технічний університет
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: ivan_bendera@mail.ru
E-mail: dskorobogatov@i.ua*

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ САДОВИХ ДИСКОВИХ ЗНАРЯДЬ З ПЕРЕМІННИМ ДІАМЕТРОМ

Обробіток ґрунту в садах, характеризуються специфічними агротехнічними вимогами, і вимагає використання специфічної техніки. Необхідно використовувати пристрої, які дозволять максимально наблизитись до стволів дерев. При цьому обробіток ґрунту слід вести на різну глибину, щоб не пошкодити кореневу систему дерев. При наближенні до стовбура дерева, глибина обробітку ґрунту має бути мінімальна, а при віддаленні від стовбура, глибина обробітку має зростати.

Для вирішення цієї проблеми запропоновано конструкцію дискового знаряддя з перемінною величиною діаметра дисків для обробітку ґрунту в приствольових полосах, визначено основні технологічні параметри дискового знаряддя перемінного діаметру – діаметр дисків по ширині захвату, віддалі між дисками на батареї, конусність батареї, умови стабільності ходу дискового знаряддя з перемінним діаметром.

Наведено методику технологічного проектування дискових знарядь з перемінним діаметром для використання їх в садах.

Ключові слова: *обробіток, ґрунт, батарея, диск, дерево, сад, коріння, кут атаки, пошкодження.*

Вступ. Обробіток ґрунту в садах досить трудомісткий процес, характеризується специфічними агротехнічними вимогами, а відповідно використанням специфічної техніки.

Як правило попередньо проводиться скошування і подрібнення рослинних решток подрібнювачами та косарками (МПП-1,9, КС-3А, КРС-1,5), подрібнення верхнього шару фрезями (ФДС-1), дисковими знаряддями (БДСТ-1,5).

Для обробітку полос між стволами дерев, використовують автоматичні пристрої які дозволяють максимально наблизитись до стволів дерев.

Однак, системним недоліком вказаних знарядь є те, що вони обробляють ґрунт на однакову глибину, що як правило не достатньо в зоні середини рядів дерев і небезпечно

для приствольних полос в яких близько до поверхні розміщена коренева система.

Відповідно диференціювання обробітку ґрунту в міжряддях плодових дерев є актуальною проблемою. Особливо це відноситься до використання найбільш поширеної ґрунтообробної садової техніки – дискових знарядь, борін, лушпильників, плугів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням вивчення роботи дискових знарядь присвячені наукові дослідження провідних вчених країни.

Значний внесок в удосконалення конструкції робочих органів дискових знарядь зробили Б. А. Шелудченко, В. О. Шубенко [2]. Зокрема, В. В. Погорілий, С. А. Чуб, О. П. Гуцол провели кінематичний аналіз дискових робочих органів [3]. С. А. Кушнар'єв розробив поліноміальні моделі взаємодії сферичних дисків з ґрунтом [4]. В. М. Булгаков, М. О. Шубенко розробили методологію технолого-конструктивного розрахунку дискових знарядь [5].

Взаємодію сферичних дисків з ґрунтом, силовий аналіз робочих органів і конструкції в цілому вивчали Н. А. Лучинський [7], П. С. Нартов, Г. Н. Синеоков [8, 9, 10], Я. С. Гуков [11]. Питання підвищення стабільності ходу дискових знарядь розглядають у своїх працях І. М. Бендера, Б. П. Польовий, О. П. Гриценко [12, 13].

В основному наукові дослідження дискових робочих органів проводились для дискових знарядь, глибина обробітку яких однакова по всій ширині захвату.

Однак ареол розміщення кореневої системи плодових дерев по глибині неоднаковий, в межах 1,5 – 2 м, починаючи від ствола дерева, де коріння знаходиться близько до поверхні, з нульової відміткою, отже, подальші необхідні дослідження розвідки.

Відповідно до вимоги глибина обробітку ґрунту по ширині полоси міжряддя змінюється від нульової відмітки (ствол дерева лівого ряду до нормальної зона 1 (рис. 1).

Середня частина міжряддя (зона 2) і знову зменшується до польової (ствол дерева правого ряду) – зона 3.

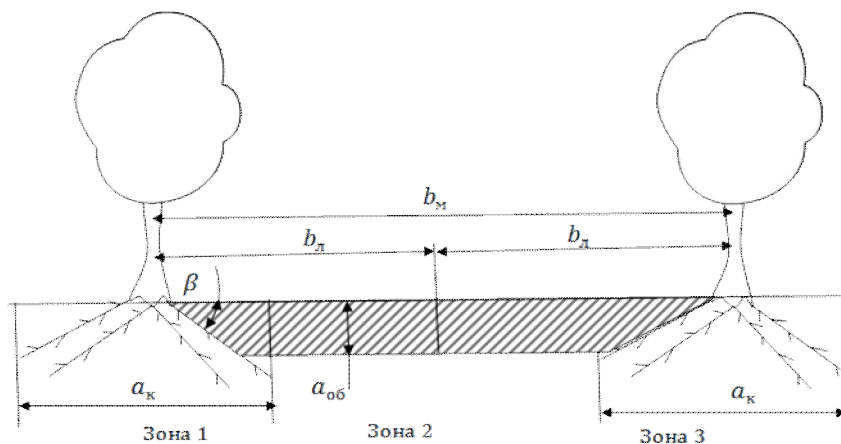


Рис. 1. Обґрунтування зони обробітку міжрядь плодових дерев

Зону обробітку міжрядь ABCDEF можна розділити на три частини: ABE – зона з перемінною глибиною обробітку лівої сторони, BCFE – зона однакової глибини обробітку, CDE – зона з перемінною глибиною обробітку правої сторони.

Деформація зони в цілому може бути забезпечена дисковим знаряддям поперечна проекція якого закриває контури зони (рис. 2, 3).

Основними технологічними параметрами дискових знарядь є розміри дисків. Віддаль між дисками в межах батареї, розміщення батареї по відношенню напрямку руху з огляду на забезпечення стійкості руху.

Мета. Виходячи з особливостей обробки ґрунту в садах як об'єкту досліджень та необхідності подальшого удосконалення дискових ґрунтообробних машин як предмету досліджень, метою наукового дослідження є розробка та технологічне обґрунтування конструкції борони садової з дисками перемінного діаметру.

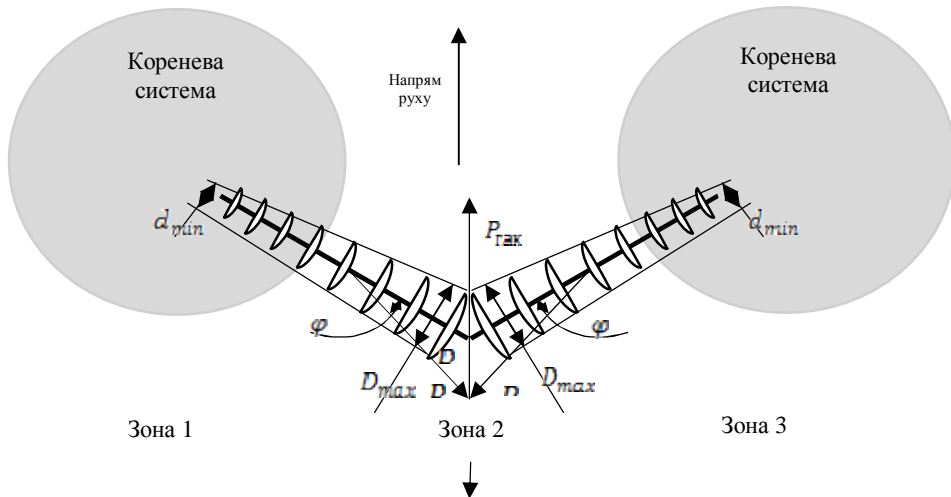


Рис. 2. Технологічна схема симетричного дискового знаряддя

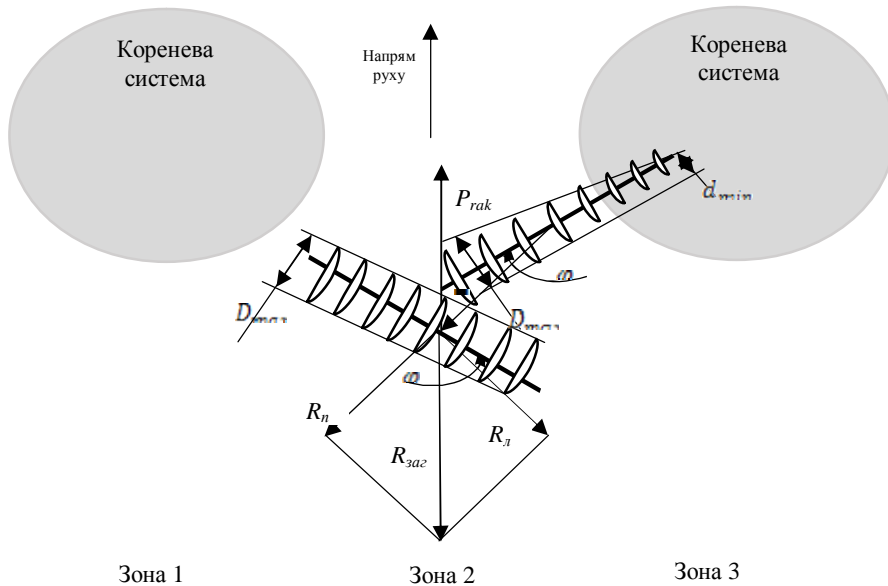


Рис. 3. Технологічна схема бокового дискового знаряддя

де R_p – реакція ґрунту на праву секцію; R_l – реакція ґрунту на ліву секцію;
 $R_{заг}$ – результуюча реакція ґрунту; $P_{гак}$ – габаритне зусилля трактора.

Методологія. Відповідно до об'єкту предмету та мети задачі досліджень вирішувались за допомогою наступних методів: аналізу (аналіз технологічні схеми ґрунтообробних машин з огляду забезпечених виконання агротехнічних вимог), конструювання (пропозиції щодо конструкції дискового знаряддя із диференційованими діаметрами дисків, які б не пошкоджували кореневу систему плодкових дерев); моделювання (моделювання умов динамічної стабільності роботи ґрунтообробного агрегату).

Результати. Основними технологічними параметрами дискових знарядь є діаметр дисків D_d . Віддаль між дисками на батареї B , кількість дисків, кута атаки дисків θ та установочні розміри робочих елементів знаряддя з огляду на забезпечення стабільності ходу.

Діаметр дисків визначається через заплановану глибину обробітку. Для батареї з постійним значенням a_x :

$$D = K \cdot a_x, \quad (1)$$

де K – коефіцієнт глибини. $K=3,0 \dots 3,5$ плуги; $K=4,0 \dots 6,0$ борони; $K=5 \dots 6$ луцильники.

Для дискової батареї, які обробляють приствольні ділянки:

$$D_i = K \cdot x_i, \quad (2)$$

Враховуючи, що коренева система розміщується під кутом β до горизонту (рис. 4).

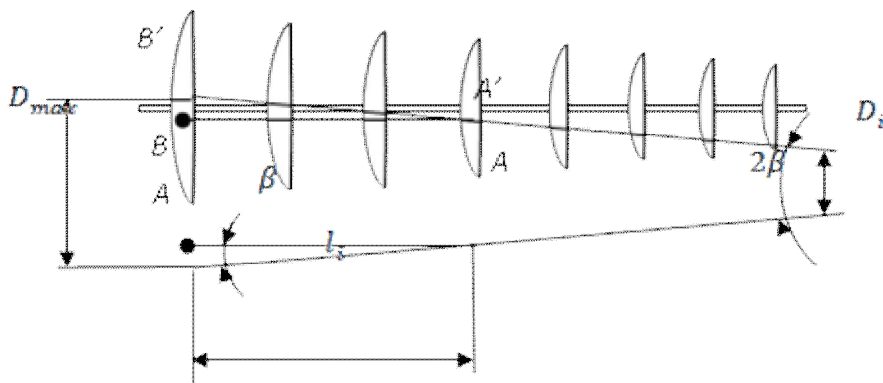


Рис. 4. Схема визначення величина діаметру D_i .

Геометричне значення D_i визначається зі схеми (рис. 4)

$$D_i = D_{max} - 2 \cdot b_1 \cdot t_q \cdot \beta \quad (3)$$

Технологічне із врахуванням запланованої глибини обробітку.

$$D_{i(техн.)} = K(D_{max} - 2b_1 \cdot b_y \beta) \quad (4)$$

Кількість дисків на батареї з дисками постійного діаметру (рис. 5) визначається через значення віддалі між двома суміжними дисками. Згідно агровимог допустима висота гребнів $h_{гр} = 0,5a$ борони, луцильника; $h_{гр} = 0,4a$ плуга.

Згідно агровимог з $\Delta A_1 B_1 B$ визначаємо $A_1 B_1 = b \cdot b = B B_1 \cdot tg \theta$

$$b = (D - 2h_{гр}) \cdot tg\theta \tag{5}$$

Виконуємо математичні перетворення

$$b = (D - 2 \cdot 0,5a) \cdot tg\theta$$

$$b = (D - a) \cdot tg\theta$$

$$Z = \frac{E_6}{E_4}$$

Кількість дисків на батареї.

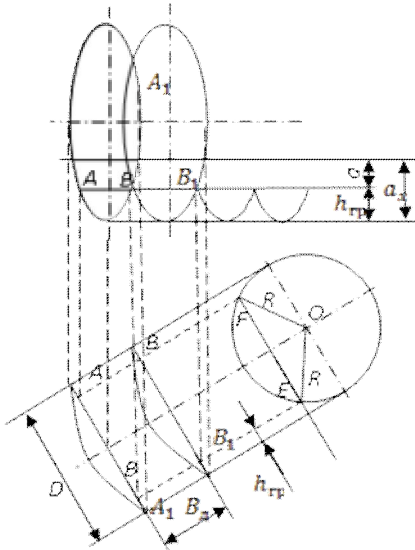


Рис. 5. Визначення віддалі між дисками

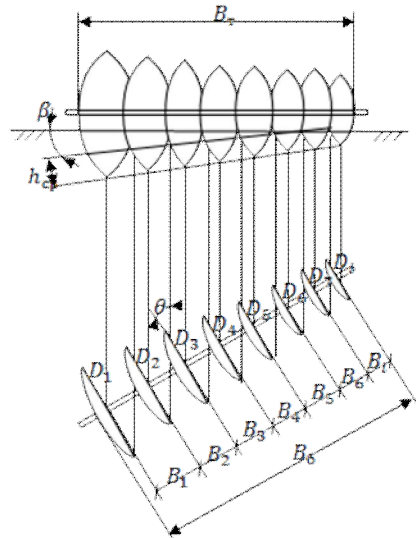


Рис. 6. Схема батареї з дисками перемінного діаметра

Для батареї з перемінним діаметром дисків (рис. 6)

$$b_i = (D_{i-1} - a_x^i) \cdot tg\theta, \tag{6}$$

Специфіка роботи дискових знарядь характерна кутовим розміщенням робочих органів – дисків та батареї в цілому. Це викликає бокові реакції ґрунту. Для симетричної схеми (рис. 1) лівосторонні бокові реакції нейтралізуються правосторонніми. Умовою стабільності ходу в повздовжньому напрямі є приєднання енергетичного засобу до конструкції таким чином, щоб сила тяги $P_{гак}$ співпадала з результируючою реакцією ґрунту правого і лівого крил.

$$\overline{R_{xy}} = \overline{R_{л+}} \overline{R_{п.}}$$

Для асиметричного з'єднання (рис. 7) стабільність руху характеризується наступними взаємними реакціями.

$$\text{З } \triangle ABC \text{ значення кутів: } \alpha = \frac{\pi}{2} - \varphi - \theta, \beta = \pi - 2\alpha = 20 + 2\varphi$$

$$\frac{l}{\sin \beta} = \frac{a}{\sin \alpha}; \alpha = \frac{l \cdot \sin \alpha}{\sin \beta};$$

Із трикутника $\triangle BCK$:

$$\frac{r}{\alpha} = \sin \alpha; B = a \cdot \sin \alpha; B = \frac{l \cdot \sin^2 \alpha}{\sin \beta}$$

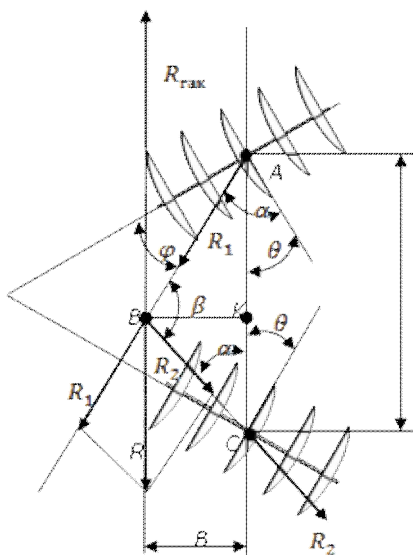


Рис. 7. Розрахункова схема рівноваги несиметричних батарей дисків

Рівнодіюча сил опору зміщена в сторону від осі машини на віддаль b , яка залежить від віддалі між секціями l . Цю особливість використовують в бокових боронах, які трактор переміщую збоку від основної лінії рядка і дає змогу обробляти полоси ґрунту розміщені біля стволів дерев.

Висновки.

1. Проаналізовано стан механізації обробітку ґрунту в садах і визначено, що в конструкціях знарядь не враховуються ареол розміщення кореневої системи .
2. Запропонована конструкція дискового знаряддя з перемінною величиною діаметра дисків для обробітку ґрунту в пристволових полосах.
3. Визначенні основні технологічні параметри дискового знаряддя перемінного діаметру – діаметр дисків по ширині захвату, віддаль між дисками на батареї, конусність батареї.
4. Визначені умови стабільності ходу дискового знаряддя з перемінним діаметром.

Список використаних джерел

1. Войтюк, Д. Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку [Текст] : підручник / Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін. ; за ред. Д. Г. Войтюка. – К. : Вища освіта, 2005. – 464 с.
2. Шелудченко, Б. А. Обґрунтування радіуса кривизни робочої тороїдальної поверхні дискового робочого органу [Текст] / Б. А. Шелудченко, М. П. Фомін, В. О. Шубенко, О. В. Сітовський // Механізація сільськогосподарського виробництва : збірник наукових праць Національного аграрного університету. К. : Вид-во НАУ. – 1998. – Т 4. – С. 97-100.
3. Кушнарєв, С. А. Кинематика точок сферических дисків ґрунтообробяючих орудий при взаємодії з ґрунтом [Текст] / С. А. Кушнарєв, В. В. Погорельий, С. А. Чуб // Вісник ХНТУСГ. – Вып. 75. Т. 1. – Харків, 2008. – С. 121-127.
4. Кушнарєв, С. А. Использование априорной информации для построения номинальных моделей взаимодействия сферических дисків дискортов с ґрунтом [Текст] / С. Кушнарєв, В. Кравчук,

В. Чуб // Техніка і технології АПК – № 2. – С. 20–25.

5. Булгаков, В. М. Обгрунтування міцності конструкції ротаційного кільцевого робочого органу [Текст] / В. М. Булгаков, В. О. Шубенко // Збірник наукових праць Національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва». Т. 5. «Сучасні проблеми механізації сільського господарства». – К. : НАУ, 1999. – С. 356–359.

6. Шевченко, И. А. Математическая модель взаимодействия дискового рабочего органа с почвой [Текст] / И. А. Шевченко // Праці Таврійської державної аграрно-технічної академії. – Мелітополь. ТДАТА, 1999. – Вип. 1. – С. 124-130.

7. Лучинский, Н. Д. О расчете воздействия почвы на плоский и сферической диски [Текст] / Н. Д. Лучинский // Доклады ВАСХНИЛ. 1983. – № 5. С. 38–39.

8. Нартов, П. С. Дисковые повообрабатывающие орудия [Текст] / П. С. Нартов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. – 184 с.

9. Карпов, П. С. Силовые характеристики вращающихся заторможенных сферических дисков [Текст] / П. С. Карпов // Тракторы и сельхозмашины – 1967. – №5. – С. 25–26.

10. Синеоков, Г. Н. Дисковые рабочие органы почвообрабатывающих машин [Текст] / Г.Н. Синеоков. – М. – Л. : Машгиз, 1949. – 86 с.

11. Гуков, Я. С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обгрунтування енергозберігаючих засобів для обробітку ґрунту в умовах України [Текст] / Я.С. Гуков. – К. : Нора-Принт, 1999. – 275 с.

12. Польовий, Б. П. Шляхи вирішення технічних розрахунків дискових ґрунтообробних знарядь [Текст] / Б. П. Польовий // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2009. – Вип. 86. – С. 186-190.

13. Гриценко, О. П. Теоретичні дослідження стійкості руху асиметричної дискової борони [Текст] / О. П. Гриценко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2009. – Вип. 86. – С. 89-100.

14. Бендера, І. М. Аналіз зон деформації ґрунту та роботи дискових знарядь [Текст] / І.М. Бендера, Б. П. Польовий, В. Ф. Панфілов, М. А. Василичин // Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 95. – Глеваха, 2011. – С 107–116.

Referenses

1. Vojtjuk, D. G. (Ed.), Baranovskyj, V. M., & Bulgakov, V. M. (2005). *Sil's'kogospodars'ki mashyny. Osnovy teorii' ta rozrahunku* [Agreecultural machines. Agreecultural equipment. Fundamentals of theory and design]. Kyiv : Vyshha osvita [in Ukr.].

2. Sheludchenko, B.A., Fomin, M. P., Shubenko, V. O., & Sitovskyj, O. V. (1998). Obgruntuvannja radiusa kryvyzny robochoitoroidalnoi poverhni diskovogo robochogo organu [Justification radius of curvature of the working surface of the disk of the toroidal working body]. *Mehanizacija sil's'kogospodars'kogo vyrobnyctva : zbirnyk naukovyh prac' Nacional'nogo agrarnogo universytetu* [Collection of scientific works of the National Agrarian University «Mechanization of agricultural production»], 4, 97-100.

3. Kushnarev, S. A., Pogorelj, V. V., & Chub, S. A. (2008). Kynematyka toček sferycheskyh diskov pochvoobrabaty vajušhyyh orudij pry vzaymodejstvyy s pochvoj [Kinematics points spherical disc tillers in interaction with the soil]. *Visnyk HNTUSG, 75, T. 1*, 121-127 [in Russian].

4. Kushnarev, S., Kravchuk, V., & Chub, V. (2008). Ispolzovanye apyornoj ynformacyu dlja postroenyja nomynalnih modelej vzymodejstvija sferycheskyh diskov dysktorov s pochvoj [Using a priori information to construct the nominal models vzimodeystviya diskorov spherical disks with soil]. *Tehnika i tehnologii* [Machinery and APC technology], 2, 20-25. [in Russian].

5. Bulgakov, V. M., & Shubenko, V. O. (1999). Obgruntuvannja micnosti konstrukcij rotacijnogo kilcevogo robochogo organu [Substantiation of structural strength of the rotary ring working member]. *Zbirnyk naukovyh prac Nacional'nogo agrarnogo universytetu «Mehanizacija sil's'kogospodars'kogo vyrobnyctva»* [Collection of scientific works of the National Agrarian University "Mechanization of agricultural production"], 5, 356-359.

6. Shevchenko, Y. A. (1999). Matematyčeskaja model' vzaymodejstvija diskovogo rabocheho organa s pochvoj [Mathematical model of the disk of the working body of the soil]. *Praci Tavrijs'koi' derzhavnoi' agrarno-tehničnoi' akademii'* [Proceedings Taurian State Agro-Technical Academy], Vol. 1, 124-130. [in Russian].

7. Luchyns'kyj, N. D. (1983). O raschete vozdeystviya pochv na ploskyj y sferycheskoj dysky [On the calculation of the soil influence on the flat and spherical disks]. *Doklady VASXNYL* [Reports of the Academy of Agricultural Sciences], 5, 38-39.
8. Nartov, P. S. (1972). *Dyskovye posvoobrabativajushhye orudyja* [Disc tillage]. Voronezh : Y'zd-vo VGU [Publishing house of the Voronezh State University] [in Russian].
9. Karpov, P.S. (1967). Sylovie harakterystyky vrashhajushhyhsja zatormozhennih sferycheskyh diskov [Power characteristics of rotating spherical disks inhibited]. *Traktori y sel'hozmashyni* [Tractors and farm machinery], 5, 25-26.
10. Syneokov, G. N. (1949). *Dyskovie rabochye organi pochvoobrabativajushhyh mashyn* [Disc working organs of tillers]. Leningrad : Mashgyz [in Russian].
11. Gukov, J. S. (1999). *Obrobitok g'runtu. Tehnologija i tehnika. Mehaniko-tehnologichne obg'runtuvannja energozberigajuchyh zasobiv dlja obrobitku gruntu v umovah Ukrainy* [Tillage. Technology and equipment. Mechanical and technological substantiation of energy saving tools for soil cultivation in the conditions of Ukraine]. Moscow : Nora-Prynt [in Russian].
12. Pol'ovyj, B.P. (2009). Shljahy vyrishennja tehnicnyh rozrahunkiv dyskovykh g'runtoobrobnyh znarjad [Solutions technical calculations disc tillers] *Mexanizacija ta elektryfikacija sil's'kogo gospodarstva* [Mechanization and electrification of agriculture], 86, 186–190.
13. Grycenko, O.P. (2009). Teoretychni doslidzhennja stijkosti ruhu asymetrychnoi' dyskovoi' borony [Theoretical studies of the stability of motion asymmetric disc harrow]. *Mexanizacija ta elektryfikacija sil's'kogo gospodarstva* [Mechanization and electrification of agriculture], 86, 89–100.
14. Bendera, I. M., Pol'ovyj, B. P., Panfilov, V. F., & Vasylynych, M. A. (2011). Analiz zon deformacii' gruntu ta roboty dyskovykh znarjad' [Analysis of the deformation zones of the soil and work circular instruments]. *Mexanizacija ta elektryfikacija sil's'kogo gospodarstva* [Mechanization and electrification of agriculture], 95, 107–116.

Дата надходження статті до редакції: 08.01.2016,
рецензування: 22.01.2015, прийняття в друк 29.02.2016.
Received: 08.01.2016 1st Revision: 22.01.2016 Accepted: 29.02.2016

Ivan Bendera
Dr. Sc. (Pedag.) Professor
Dmytro Skorobogatov
PhD (Techn.)
Associate Professor

Department of Agricultural machines
Engineering Faculty
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamenets-Podilsky, Ukraine
E-mail: ivan_bendera@mail.ru
E-mail: dskorobogatov@i.ua

DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF GARDEN TOOLS WITH VARYING DISK DIAMETER

The process of soil cultivation in gardens is characterized by specific requirements and techniques. The authors argue that the devices should be located as close as possible to the trunk of the tree. This cultivation should be conducted at different depths not to damage the root system of trees. When approaching the trunk of the tree, deep tillage is minimized. But when there is a distance from the trunk, the depth of cultivation must rise. We consider options for using disk drives with guns of variable diameters. That will allow to carry out soil, surfacing with variable depth treatment. The construction of storage tool with a variable size diameter discs for cultivation the next trunk of the tree was proposed to solve this problem. Determining key process of disk tool of variable diameter - the diameter of the discs in width, the distance between the wheels on the battery obliquity battery condition stable course of storage instrument with a variable diameter was examined. The technique of circular tool design process with varying diameters for garden needs is given.

Keywords: treatment of soil, battery, disk tree, garden, roots, angle of attack, damage

Иван Бендера

д.п.н., професор

Дмитрий Скоробогатов

к.т.н., и. о. доцента

кафедра физико-математических и общетехнических дисциплин

Инженерно-технический факультет

Подольский аграрно-технический университет

Каменец-Подольский, Украина

E-mail: ivan_bendera@mail.ru

E-mail: dskorobogatov@i.ua

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ САДОВЫХ ДИСКОВЫХ ОРУДИЙ С ПЕРЕМЕННЫХ ДИАМЕТРОМ

Обработка почвы в садах, характеризуются специфическими агротехническими требованиями, и требует использования специфической техники. Необходимо использовать устройства, которые позволят максимально приблизиться к стволам деревьев. При этом обработку почвы следует вести на разную глубину, чтобы не повредить корневую систему деревьев. При приближении к стволу дерева, глубина обработки почвы должна быть минимальной, а при удалении от ствола, глубина обработки должна увеличиваться.

Для решения этой проблемы было предложено конструкцию дискового орудия с переменной величиной диаметра дисков для обработки почвы в приствольных полосах, определены основные технологические параметры дискового орудия переменного диаметра - диаметр дисков в зависимости от ширины захвата, расстояние между дисками на батарее, конусность батареи, стабильность ходу дискового орудия с переменным диаметром. Приводится методика технологического проектирования дисковых орудий с переменным диаметром для использования в садах.

Ключевые слова: *обработка, почва, батарея, диск, дерево, сад, корни, угол атаки, повреждение.*