

**В. Б. Онищенко<sup>1</sup>, В. М. Барановський<sup>2</sup>, М. І. Деняченко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування  
України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя,  
м. Тернопіль, Україна

<sup>3</sup>Малинський фаховий коледж, с. Гамарня Житомирської обл., Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ТА ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ФРЕЗЕРНОГО КУЛЬТИВАТОРА КВФ-4.0 ПРИ ОБРОБЦІ МІЖРЯДЬ МОЛОДИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ**

*Основні напрямки економічного і соціального розвитку в Україні передбачають розширення виробництва машин і знарядь з активними робочими органами. У зв'язку з цим конструкторам сільськогосподарської техніки ставиться завдання створити і підвищити технічний рівень фрезерних машин та комбінованих агрегатів, при допомозі яких впроваджувати дрібно-операційні технологічні процеси з використанням машин, побудованих за модульним принципом з серійними уніфікованими вузлами та агрегатами.*

*У галузях народного господарства фрезерні ґрунтообробні машини застосовують при освоєнні лучно-болотних задернелих ґрунтів, обробітку ґрунтів з важким механічним складом. Експериментальна ріжуча кромка ножа фрезерного культиватора, яка має активний робочий орган з вертикальною віссю обертання, зменшує зусилля різання ґрунту, покращує самоочистку робочого органу, дозволяє на 15-20% підвищити продуктивність праці, зменшити затрати палива.*

**Ключові слова:** вертикальний фрезерний робочий орган, ножетримач, обробіток ґрунту, ґрунтообробна фреза, зовнішня кромка ножа.

В Україні ґрунтообробні машини з активними робочими органами (які широко використовують при обробітку ґрунту в лісових насадженнях: фрези, фрезерні культиватори) не перевищують 10% від загальної номенклатури ґрунтообробних машин і знарядь, які випускаються на заводах сільськогосподарського машинобудування. В той же час за кордоном (Франція, Італія, США і інші) такі машини складають 20 – 30% від загальної кількості ґрунтообробних машин [1, 2].

Таке широке застосування фрезерних машин за кордоном, які виконують декілька технологічних операцій за один прохід (рихлення, вирівнювання, прикочування, та інше), призводить, в порівнянні із одно- операційними машинами, зниження: затрат праці на 30 – 50%, витрат палива на 20 -30%, матеріаломісткість на 20 – 25% [1, 2, 3].

<sup>1</sup>Онищенко Володимир Борисович, д-р. тех. наук, доцент. E-mail: [vb0505838317@gmail.com](mailto:vb0505838317@gmail.com) ;

<sup>2</sup>Барановський Віктор Миколайович, д-р тех. наук, професор. E-mail: [baranovskiyvm@ukr.net](mailto:baranovskiyvm@ukr.net);  
<http://orchid.org/0000-0002-0218-8874>;

<sup>3</sup>Деняченко Михайло Іванович, спеціаліст вищої категорії. E-mail: [miiichaaa@ukr.net](mailto:miiichaaa@ukr.net).

Конструктивними особливостями таких машин є наявність робочих органів із горизонтальною та вертикальною осями обертання. Перевагою останніх, перед машинами із горизонтальною віссю обертання робочих органів є те, що робочий орган із вертикальною віссю обертання постійно працює в ґрунті, тобто працює по принципу зубової борони (яка постійно використовується в рослинництві і зарекомендувала себе на протязі довгого часу із позитивної сторони [1, 2]); відбувається процес рихлення ґрунту без вивертання нижніх вологих прошарків ґрунту у верхні горизонти, немає різних ударних навантажень на скибу ґрунту, що суттєво знижує його розпилення [4, 5].

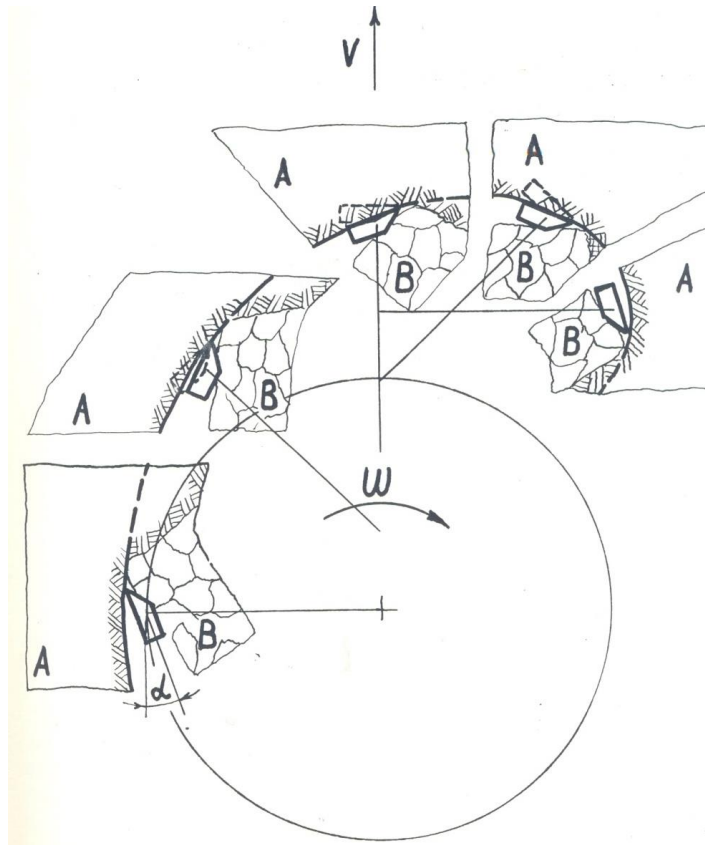
Таким чином ґрунтообробні машини, які мають активний робочий органи із вертикальною віссю обертання, доцільно використовувати для якісного обробітку ґрунтової поверхні лісових насаджень. Тому є потреба в розробці і застосуванні ґрунтообробних машин із вертикальною віссю обертання робочих органів [1, 2, 3].

Головним в конструкції і роботі вертикальнофрезерного культиватора є параметри роботи зубового робочого органа і режими його роботи [4]. Аналітичними дослідженнями [4, 5] робочого органу культиватора, призначеного для рихлення скиби встановлено, що при розміщенні поздовжньої осі ножа перпендикулярно радіусу обертання (що спостерігається у зарубіжних агрегатів: культиваторів фірми «KÜHN» (Франція) і «PEGORARO» (Італія) відбувається затирання зовнішньою кромкою ножа по необробленому моноліті ґрунту (рис. 1, штрихпунктиром показано контур поперечного січення ножа).

При цьому відбувається стирання скиби, грудочки руйнуються за рахунок деформації стиску, що значно енергозатратніше, ніж при зсуві і при розриві. Все це приводить до збільшення енерговитрат і інтенсивного розпилення скиби.

Для усунення цього недоліку необхідно втрати енергії від тертя зовнішньої кромки ножа по моноліту ґрунту (рис. 1) звести до мінімальних значень. Для досягнення цієї мети пропонується повернути повздовжню вісь поперечного січення ножа відносно перпендикуляра до радіуса обертання ріжучою кромкою від центра обертання на деякий кут  $\alpha$  (рис. 1 – контур поперечного січення ножа показано суцільною лінією).

Як видно із рис. 2 максимальний кут між напрямком абсолютної швидкості ножа -  $V_a$  (яка і створює траєкторію руху ножа) і напрямком колової швидкості -  $V_k$  тобто кут  $\beta_{max}$  знаходиться при направленні останньої перпендикулярно напрямку поступальної швидкості -  $V_n$ .



**Рис. 1. Схема до визначення зони затирання зовнішньої кромки ножа по необробленій скибі ґрунту**

Поворот повздовжньої осі ножа відносно перпендикуляра до радіуса обертання на кут  $\beta_{max}$  дозволяє знаходитись його задній кромці паралельно напрямку абсолютної швидкості -  $V_a$  (тобто практично паралельно траєкторії руху). Кут  $\beta_{max}$  із указанного положення знаходиться наступним чином:

$$V_k = V_n * ctg\beta_{max} \quad (1)$$

Або:

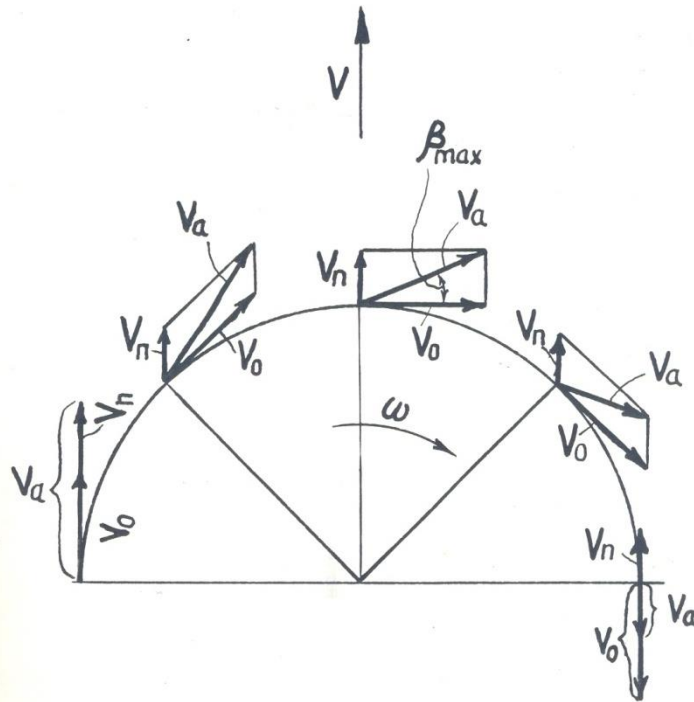
$$\beta_{max} = arcctg \frac{V_k}{V_n}$$

Враховуючи те, що траєкторія руху на всій довжині відносно центра обертання є лінія увігнута, то кут  $\alpha$  повинен бути на 3–5° більше, ніж кут  $\beta_{max}$  (щоб не було часткового затирання задньою частиною зовнішньої кромки ножа по моноліту ґрунту), тобто:

$$\alpha = \beta_{max} + (3 \dots 5^\circ) \quad (2)$$

Тобто, для роботи ножа без затирання зовнішньою кромкою по моноліту ґрунту (без непродуктивних енерговитрат) його поздовжня вісь повинна бути повернута відносно перпендикуляра до радіуса обертання ріжучою кромкою від центра обертання на кут  $\alpha$ , який визначається із виразу:

$$\alpha = arcctg \frac{V_k}{V_n} + (3 - 5^\circ) \quad (3)$$



**Рис. 2.** Схема до визначення максимального кута ( $\beta_{\max}$ ) між абсолютною  $V_a$  і коловою  $V_k$  швидкостями вертикального ножа при відрізанні скиби від моноліту ґрунту.

В таблиці 1 наведено теоретичні значення кута  $\alpha$  (без урахування 3 - 5° на усунення затирання крайньою зовнішньою кромкою по моноліту ґрунту) при різних обертах ротора (200 – 400 об/хв.) діаметр якого 320 мм і поступальній швидкості машини 0,5 – 2,5 м/с (2 – 9 км/год).

*Таблиця 1*

**Теоретичні значення кута –  $\alpha$**   
**(кут відхилення поздовжньої осі ножа від перпендикуляра до радіуса ротора) при різних обертах – ротора (200 – 400 об/хв.) і поступальній швидкості фрезерного культиватора 0,5 – 2,5 м/с (3 – 9 км/год)**

Оберти ротора (об/хв), колова швидкість $V_k$ (м/с)	210 об/хв. 3,5 м/с	300об/хв. 5,0 м/с	390об/хв. 6,5 м/с
Поступальна швидкість машини $V_n$ (м/с)	05, 10, 15, 20, 25	05, 10, 15, 20, 25	05, 10, 15, 20, 25
Теоретичний кут відхилення поздовжньої осі ножа від перпендикуляра до радіуса ротора – $\alpha$ .	8, 16, 23, 30, 36	6, 11, 17, 22, 27	5, 9, 14, 19, 21

При робочій швидкості 0,5 – 1,0 м/с, обертах ротора 200 – 300 об/хв. та з урахуванням 3 - 5° на усунення затирання крайньою зовнішньою кромкою по моноліту ґрунту, що найбільш вірогідно при роботі вертикальних фрезерних культиваторів із тракторами Т – 25, Т – 30, кут відхилення поздовжньої осі ножа від перпендикуляра до радіуса ротора знаходиться в межах:  $\alpha=10 - 20^\circ$ . Отже, в конструкції таких культиваторів кут  $\alpha$  повинен бути не менше  $20^\circ$ .

**Висновки.** При роботі фрезерного культиватора з поступальною швидкістю 1,5 – 2,0 м/с, обертах ротора 300 – 400 об/хв та з урахуванням указаних 3 - 5°, що найбільш розповсюджено для вертикальних фрезерних культиваторів із тракторами класу 1,4кН та 3кН, потребує поздовжньої осі ножа від перпендикуляра до радіуса ротора на кут, який знаходиться в межах  $\alpha=12 - 25^\circ$ . Отже, в конструкції таких культиваторів кут  $\alpha$  повинен бути в межах  $25^\circ$ .

## References

1. Tanchyk S. P. No-till i ne tilky. Suchasni systemy zemlerobstva. K.: Yunivest Media, 2009. 160 s.
2. Saiko V. F., Maliienko A M. Systemy obrobittu gruntu v Ukraini. K.: VD «ЕКМО», 2007. 44 s.
3. Hrechkosii V. D., Shatrov R. V., Bondar S. M. Tekhnika dlia gruntozakhyshnoho zemlerobstva ta efektyvnist yii vykorystannia. Ekonomika APK. 2008. № 6. S. 24-29.
4. Lystopad D. N., Rubtsiv M. P., Liuvasenko O. P. Frezerni gruntoobrobni mashyny. K.: Urozhai, 1985.
5. Panchenko A. N. Analytycheskyi metod opredeleniya tiagovyh soprotivleniy pochvoobrabatyvaiushchyh i zemleroinykh mashyn i otsenka ih efektyvnosti dlia energosberehaiushchih tekhnolohyi. Dnepropetrovsk : Dnypro, 1995. 96 s.
6. Zamoiska K. V. Vplyv fizyko-mekhanichnykh vlastyvostei gruntu na yakist roboty rotornoho kultyvatora. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarnotekhnichnoho universytetu. Vyp.13. Kamianets–Podilskyi : Abetka, 2005. S. 47–478.

**V. B. Onyshchenko<sup>1</sup>, V. M. Baranovsky<sup>2</sup>, M. I. Denyachenko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Ternopil National Technical University named after I. Pulyuya, Ternopil, Ukraine

<sup>3</sup>Malyny Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr region, Ukraine

## STUDY OF WORK PROCESS AND PARAMETERS OF EXPERIMENTAL MILLING CULTIVATOR KVF-4.0 WHEN PROCESSING BETWEEN ROWS OF YOUNG FOREST PLANTS

*The main directions of economic and social development in Ukraine include the expansion of the production of machines and tools with active working bodies. In this regard, the designers of agricultural machinery are tasked with creating and improving the technical level of milling machines and combined units, with the help of which to implement small-operational technological processes using machines built according to the modular principle with serial unified units and units. In the fields of the national economy, milling tillage machines are used for the development of meadow-swamp grassy soils, the cultivation of soils with a heavy mechanical composition. The experimental cutting edge of the milling cultivator knife, which has an active working body with a vertical axis of rotation, reduces the effort of cutting the soil, improves the self-cleaning of the working body, allows you to increase labor productivity by 15-20%, and reduce fuel consumption.*

**Key words:** vertical milling working body, knife holder, tillage, tillage cutter, outer edge of the knife.