

**Maria Babiy, applicant, Pavlo Popovich, Prof., DSc., Anatoly Matviyishyn, Assos. Prof., PhD tech. sci., Andriy Babiy, Assos. Prof., PhD tech. sci.**

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, Ukraine*

#### **Investigation of the blade-back service life of the segment-pin cutting device**

The objective of investigation is to calculate real blade-back service life basing on the carried out theoretical and experimental investigations of the segment-pin cutting unit mower with crank drive taking advantage of the device for reducing dynamic forces.

The calculation of the segment-pin mower blade-back service life has been carried out and its correspondence to the standard was determined. According to the analysis of the drive mechanism operation additional device for reducing of the disadvantageous affect of inertia alternating forces on mower cutting device and its drive elements has been proposed. The obtained result increases the blade-back service life sufficiently.

The advantage of our investigation is that application of power-saving drive mechanism makes possible not only to save energy consumed by the mower drive, but to increase the service life of important part of the cutting device – blade back.

**drive, cutting device, concentrator, cyclic fatigue, service life**

Одержано 04.11.15

**УДК 631.312; 631.316.22**

**В.М. Сало, проф., д-р техн. наук, С.М. Лещенко, доц., канд. техн. наук, В.А. Пашинський, проф., д-р техн. наук, Р.В. Ярових, студ.**

*Кіровоградський національний технічний університет, м.Кіровоград, Україна, serafsgm.ua@mail.ru*

## **Аналіз процесів чизелювання ґрунтів з застосуванням різних комбінацій робочих органів**

В роботі доведена доцільність проведення глибокого рихлення ґрунту чизельними глибокорозпушувачами на етапі основного обробітку з метою збереження вологи, руйнування ущільненої підорної подошви та зменшення механічної дії на агротехнічно цінні агрегати, що в кінцевому результаті повинно сприяти уповільненню процесів обезструктурування ґрунту. Проведено огляд конструкцій чизельних лап, що можуть забезпечити ефективний перебіг процесу розпушування, в ході якого визначена необхідність поєднання в одному робочому органі як вертикальних, так і горизонтальних деформаторів. Представлено аналіз ефективності кришення ґрунту за глибиною його залягання залежно від послідовного впливу на нього різних наборів робочих органів, використаних в складі комбінованого чизельного глибокорозпушувача.

**ґрунт, чизельний обробіток, зубчастий коток, крила, лапа, якісний показник обробітку**

**В.М. Сало, проф., д-р техн. наук, С.М. Лещенко, доц., канд. техн. наук, В.А. Пашинський, проф., д-р техн. наук, Р.В. Ярових, студ.**

*Кіровоградський національний технічний університет, г. Кіровоград, Україна*

#### **Анализ процессов чизелирования почвы с применением различных комбинаций рабочих органов**

В работе доказана целесообразность проведения глубокого рыхления почвы чизельными глибокорыхлителями на этапе основной обработки с целью сохранения влаги, разрушения уплотненной подпахотной подошвы и уменьшения механического воздействия на агротехнически ценные агрегаты, что в конечном итоге должно привести к замедлению процессов разрушения структуры почвы. Проведен обзор конструкций чизельных лап, которые могут обеспечить эффективность процесса рыхления, в ходе которого определена необходимость сочетания в одном рабочем органе как вертикальных, так и горизонтальных деформаторов. Представлен анализ эффективности измельчения почвы по глубине ее залягания в зависимости от последовательного воздействия на нее различных наборов рабочих органов, которые могут использоваться в составе комбинированного чизельного глибокорыхлителя.

**почва, чизельная обработка, зубчатый коток, крылья, лапа, качественный показатель обработки**

© В.М. Сало, С.М. Лещенко, В.А. Пашинський, Р.В. Ярових, 2015

**Постановка проблеми.** В останні роки, за умов зміни клімату на більш посушливий, та в результаті інтенсивного використання плужного обробітку ґрунту, сформувалися негативні наслідки, основним проявом яких є нестача вологи на весь термін вегетації культурних рослин. В центральних регіонах України ґрунти представлені здебільшого важкими суглинками, які за своєю природою дуже важко поглинають вологу, а з урахуванням наявності десятиріччями сформованої плужної підшови, проникнення дощових чи талих вод в нижні горизонти взагалі не представляється можливим. Незначні ж запаси вологи в верхніх шарах ґрунту швидко випаровуються з першими весняними променями сонця. Крім цього, постійне використання відвальних та дискових знарядь призвело до інтенсивного руйнування агротехнічно цінних агрегатів ґрунту, та, як наслідок, до переущільнення родючого горизонту ґрунту, загострення проявів ерозій і стійкої втрати родючості [1, 2, 3].

Одним із шляхів покращення даної ситуації може бути, бодай періодичне, використання основного чизельного обробітку. Хоча досвід впровадження безвідвальних технологій обробітку ґрунту доводить, що повна заміна відвальної оранки та операцій дискування на глибоке розпушування дозволяє не тільки сприяти реалізації системи ресурсозберігаючого землеробства, а й започаткувати основи збереження та відновлення родючості ґрунту [2, 3]. Технічне забезпечення даних процесів представлено у всіх розвинених країнах десятками різноманітних конструкцій, від простих чизелів до комбінованих машин, з різними типами і конструкціями робочих органів. Незважаючи на значне різноманіття конструкцій, з'явилася нова тенденція поєднання в одному основному робочому органі як типових широко розповсюджених вертикальних, так і горизонтальних деформаторів [1–5].

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Відомо, що основними робочими органами машин і знарядь для чизелювання є стояк і вузька розпушувальна лапа (для покращення повноти розпушування на стояку встановлюють змінні стрілочасті лапи або закрилки), від глибини роботи та щільності розміщення яких змінюється не лише якість обробітку, а й енергоємність процесу. В залежності від глибини чизелювання розрізняють: чизель-культиватори (глибина рихлення 16–25 см), чизель-плуги (глибина рихлення до 40–45 см), чизель-глибокорозпушувачі (до 60 см).

Незважаючи на значну кількість конструктивних рішень чизельних лап, всі вони поділяються на робочі органи загального призначення та робочі органи з додатковими функціями (рис. 1), причому переважна більшість робочих органів машин загального призначення виготовляється з прямим стояком, що насамперед пов'язане із простотою їх виготовлення і обслуговування. Проте, існуючі конструктивні рішення не завжди забезпечують виконання агротехнічних вимог до означених робіт, що особливо чітко проявляється на важких обезструктурених ґрунтах та ґрунтах із нестачею чи надлишком вологи. Тому питання адаптації робочих органів чизельних машин до існуючих умов та проведення, в залежності від зовнішніх факторів, чіткої диференціації як основних робочих органів, так і допоміжних є доцільним.

В результаті огляду існуючих конструкцій серійних машин встановлено, що основні діапазони зміни параметрів чизельних лап із прямим стояком (рис. 2) наступні: кут нахилу робочої поверхні долота до дна борозни  $\beta = 15...45^\circ$ ; кут нахилу передньої частини стояка до дна борозни  $\beta_1 = 15...60^\circ$ ; задній (потилочний) кут  $\varepsilon = 0...10^\circ$ ; кут розхилу передньої кромки лапи  $2 \cdot \gamma = 60...150^\circ$ ; виліт передньої кромки долота чи лапи відносно стояка  $L = (0, 2...2, 0) \cdot H$ , де  $H$  – глибина обробки; ширина долота  $b = 45...100$  мм; товщина стояка  $b_2 = 25...35$  мм; висота стояка  $H_{cm} = 450...900$  мм. [6]. Причому основне призначення стояка – нести деформатори (долото або лапу) і забезпечити певне винесення деформаторів відносно нижньої частини рами. В зв'язку з тим, що

конструктивна ширина долота  $b$  є значно меншою за ширину міжсліддя суміжних робочих органів і технологічну ширину захвату чизельної лапи, в окремих випадках з метою розширення зони розпушення і покращення підрізання рослинних решток, зону деформації розширюють шляхом встановлення долота з розширювачем (лапою), при цьому ширина лапи становить  $b_1 = 100...350$  мм.

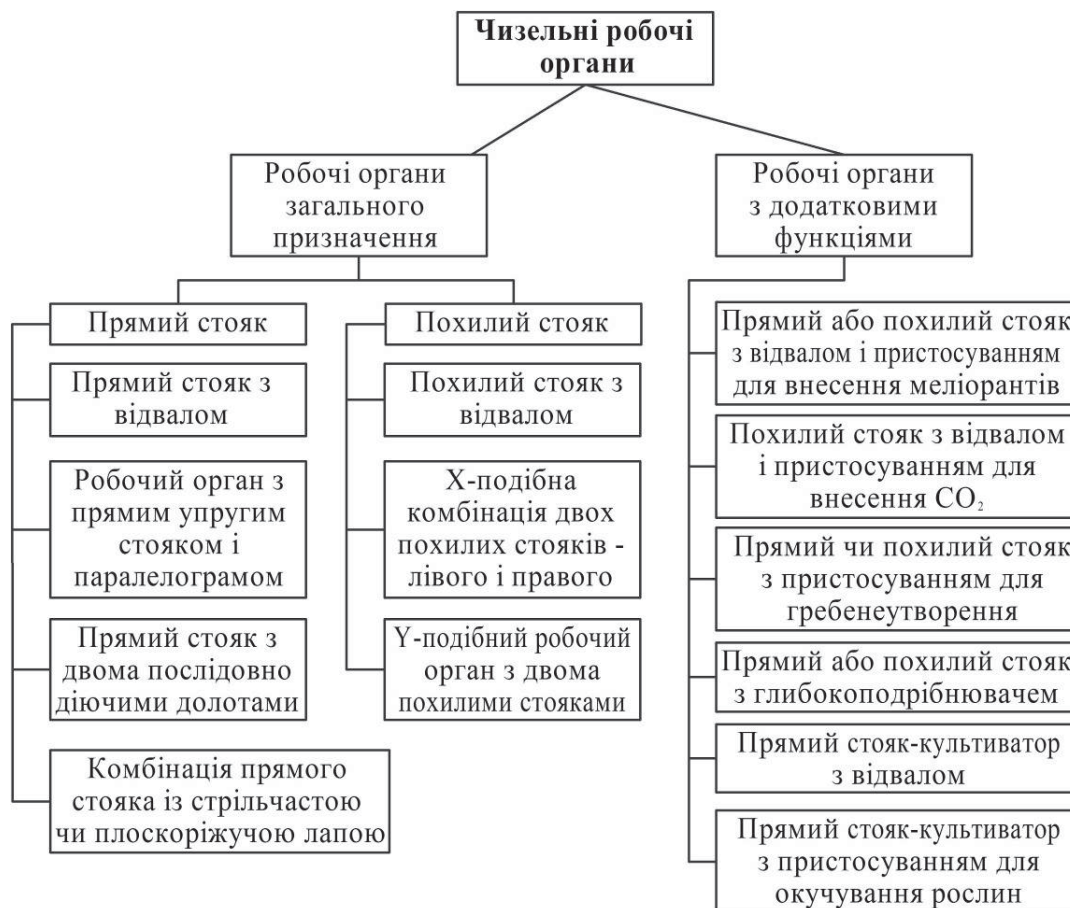


Рисунок 1 – Класифікація чизельних робочих органів

Джерело: розроблено автором з використанням [1, 2]

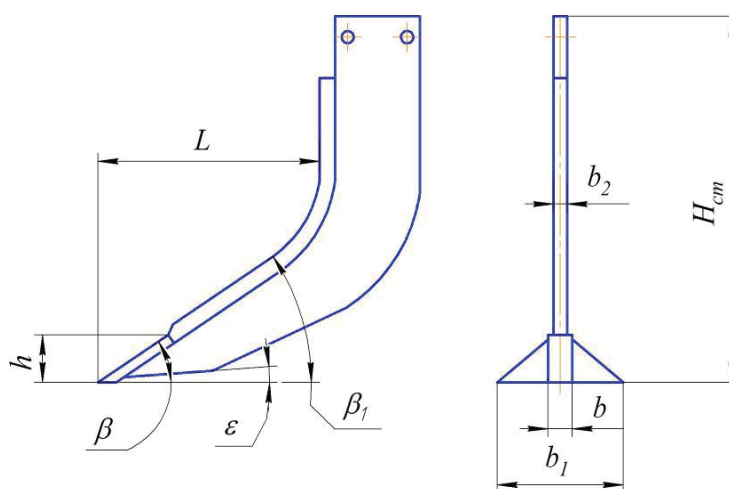


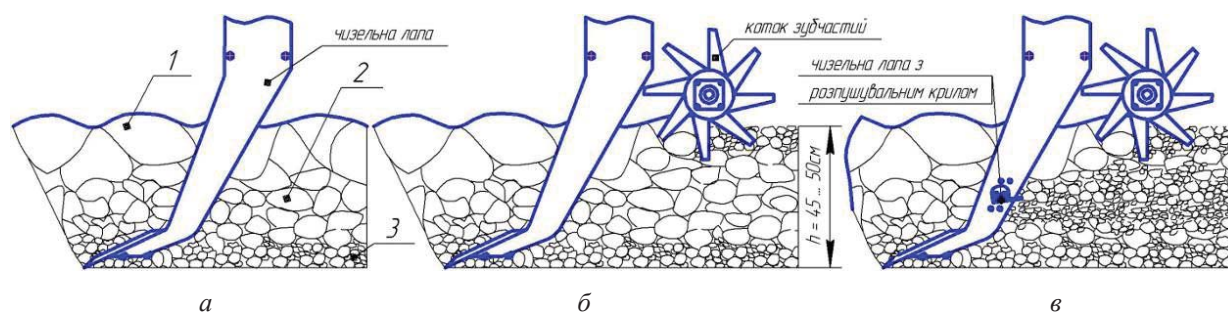
Рисунок 2 – Конструктивні параметри чизельної лапи з прямим стояком

Джерело: [6]

Крім конструктивних параметрів чизельної лапи на якість розпушування впливають і інші додаткові робочі органи, які можуть розміщуватися як безпосередньо на стояку, так і за чизельною лапою.

**Формулювання цілей статті.** Виходячи із наведеного, метою даної роботи є оцінка ефективності чизельної обробки ґрунту в залежності від конструктивних особливостей чизельних лап та наявності додаткових робочих органів.

**Виклад основного матеріалу.** Перед виробниками сільськогосподарської продукції в ряді випадків постає питання вибору тієї чи іншої машини з відповідними конструктивними особливостями. Відповідь на дане питання може надати аналіз показників їх технологічних процесів. Відомо, що для створення сприятливих умов з метою накопичення вологи, ґрунт в процесі обробки повинен бути рівномірно розпушеним по всій глибині, а відсоток окремих грудок розміром до 50 мм повинен бути не меншим за 75...80%. Цей показник є якісним показником обробки ґрунту і називається показником кришення ґрунту  $C$ . Основним недоліком простих чизельних глибокорозпушувачів, обладнаних тільки вертикальним деформатором, є формування в верхніх шарах обробленого ґрунту глибистої крупно-грудкуватої структури (рис. 3, а), яка сприяє інтенсивному випаровуванню залишків вологи. Конструктивне вирішення даної проблеми полягає у введенні до конструкції простих чизелів додаткових робочих органів і переведення їх в ранг комбінованих. Дані робочі органи можуть бути представлені рубчастими, зубчастими, голчастими, планчастими, кільчасто-шпоровими котками, зубовими боронами, дисковими батареями та іншими знаряддями.



- 1 – верхній глибистий шар зрушеного ґрунту; 2 – середній шар зрушеного ґрунту;  
3 – нижній дрібно-грудкуватий інтенсивно розпушений шар ґрунту

Рисунок 3 – Схематичне зображення характеру кришення ґрунту при поєднанні різних типів робочих органів

*Джерело: розроблено автором*

Якщо ж ставити задачу забезпечення максимальної рівномірності розпушування при обробці ґрунту на велику глибину, то цілком логічним є поєднання в конструкції чизельних робочих органів вертикальних і горизонтальних деформаторів (рис. 3, в). Останні конструктивно можуть бути представлені крилами серповидної форми в поперечному до напрямку руху перетині (Італійська фірма Gaspardo) [7] (рис. 4, а), плоскими зі взаємним кутом розхилу лез відносно напрямку руху близьким до  $60^\circ$ , які використовують у власних конструкціях автори [4, 5] (рис. 4, б), чи крилами, сформованими криволінійною робочою поверхнею, запропонованою В.І. Корабельським (рис. 4, в)) [7, 8].



а – крила на чизельних лапах фірми Gaspardo; б – плоскі крила; в – крила з криволінійною робочою поверхнею

Рисунок 4 – Загальний вигляд горизонтальних деформаторів на стояках чизельних лап  
Джерело: розроблено автором з використанням [7, 8]

Об'єктивна оцінка ефективності їх роботи може бути надана тільки за результатами їх порівняльних випробувань, але вже на даний час, спираючись на результати попередніх експериментальних досліджень, можна однозначно стверджувати, що введення даних елементів в конструкцію комбінованої чизельної лапи сприяє підвищенню загальної рівномірності розпушування ґрунту при його обробітці на велику глибину (рис. 5). Так, навіть при надмірно високій твердості ґрунту ( $T = 8...10$  МПа), під час проведення досліджень комбінований чизельний глибокорозпушувач, обладнаний чизельними лапами з плоскими розпушувальними крилами та зубовими котками, забезпечив середній якісний показник кришення ґрунту  $C$  понад 75%. При цьому, нерівномірність кришення, представлена коефіцієнтом варіації  $\delta$ , в різних шарах ґрунту по глибині залягання знаходилася в межах  $\delta = 7,2\%$  порівняно з майже  $\delta = 160\%$  при обробітці лише звичайною чизельною лапою. Порівняно з активними робочими органами, представленими зубовими котками, пасивні крила, закріплені на стояках лап, поступаються ефективністю розпушування середніх шарів ґрунту, але стверджувати про можливу ефективність використання для цього певних конструктивних елементів чи навіть і робочих органів активного типу передчасно.

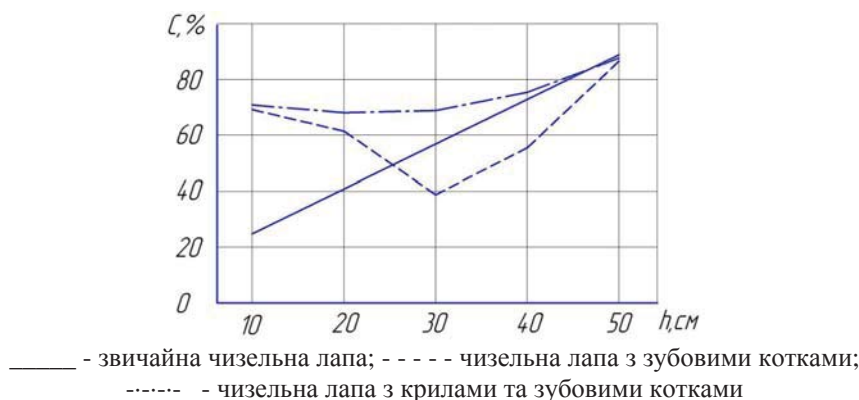


Рисунок 5 – Зміна якісного показника  $C$  по глибині обробітці  $H$ , залежно від набору, типу та конструктивних особливостей робочих органів

Джерело: розроблено автором

**Висновки.** 1. Проведення глибокого розпушування чизельними глибокорозпушувачами є альтернативою традиційній оранці, що дозволяє покращити водний і повітряний режим ґрунту, зменшити руйнування агротехнічно цінних агрегатів ґрунту, забезпечити руйнування ущільненої підорної підшви і знизити енерговитрати на проведення основного обробітку.

2. Незважаючи на значну кількість конструкцій чизельних ґрунтообробних робочих органів, більшість чизельних лап виготовляються у вигляді прямого стояка із додатковими деформаторами різних конструкцій, що дозволяє інтенсифікувати якісні показники кришення ґрунту.

3. Якщо ефективність роботи комбінованих глибокорозпушувачів з точки зору забезпечення рівномірності обробітку ґрунту по глибині та забезпеченню більш сприятливих умов для розвитку культурних рослин не викликає сумніву, то вплив горизонтальних деформаторів, їх типів і форми на енергетику процесу та взаємне співвідношення між якісними та енергетичними показниками потребує подальших досліджень та розробки нових технічних рішень.

## Список літератури

1. Бледных В.В. Устройство, расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий: Учебное пособие [Текст] / В.В. Бледных – ЧГАА, Челябинск – 2010. – 214 с.
2. Дринча В.М. Агротехнические аспекты развития почвозащитных технологий: Монография [Текст] / В.М. Дринча, И.Б. Борисенко, Ю.Н. Плескачев. – Под ред. Кряжкова В.М. – Волгоград: Перемена, 2004. – 145 с.
3. Лещенко С.М. Технічне забезпечення збереження родючості ґрунтів в системі ресурсозберігаючих технологій. [Текст] / С.М. Лещенко, В.М. Сало // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2013. – Вип. 43, ч.1 – С. 96-102.
4. Лещенко С. Состояние вопроса и перспектива интенсификации работы чизельных орудий с целью сохранения естественного плодородия [Текст] / С. Лещенко, В. Сало, А. Васильковский // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. Vol. 16 - №2, Lublin – Rzeszów: Polish Academy of Sciences, 2014. – P. 195-201.
5. Лещенко С.М. Експериментальна оцінка якості роботи комбінованого чизеля з додатковими горизонтальними та вертикальними деформаторами [Текст] / С.М. Лещенко, В.М. Сало, Д.І. Петренко // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. – Харків, 2015. – Вип. 156 – С. 25-34.
6. Ветохин В.И. Системные и физико-механические основы проектирования рыхлителей почвы: Дис. ... д-ра техн. наук: [Текст] / В.И. Ветохин // НТУУ «Киевский политехнический институт», ОАО «ВИСХОМ». – К. - М.: КПИ – ВИСХОМ, 2010. – 284 с.
7. Каталог техніки Gaspardo [Електронний ресурс] // Глибокорозпушувачі. – Назва з титул. екрану. – Режим доступу до каталогу: [http://www.maschionet.com/catalog/category/dissodatori-di-profondita/uk\\_UA.htm](http://www.maschionet.com/catalog/category/dissodatori-di-profondita/uk_UA.htm).
8. Корабельский В.И. Технологические основы формообразования криволинейных рабочих органов рыхлителей [Текст] / В.И. Корабельский, В.В. Погорельый // Труды Таврической гос. агротехн. академии. – Мелитополь, 2006. – Вып.40. – С. 74-82.
9. Корабельский В.И. Математическое обоснование технологичности изготовления саморазвёртывающегося чизеля (СЧ) и плуга-скобы [Текст] / В.И. Корабельский, А.С. Кобец, С.П. Сокол и др. // Науково-теоретичний фаховий журнал «Вісник аграрної науки Причорномор'я» Миколаївського державного аграрного університету. – Миколаїв, 2007. – Вип. 2 (41). – С. 43-48

**Vasil Salo, Prof., DSc., Sergiy Leschenko, Assos. Prof., PhD tech. sci., Victor Pashinskiy, prof., DSc., Ruslan Yarovyh, stud.**

*Kirovohrad National Technical University, Kirovohrad, Ukraine*

### **The Analysis of the Processes of Soil Chiseling with the Application of Various Combinations of Working Parts**

The objective of the work is to make a preliminary assessment of the efficiency of deep loosening of soil with the application of various combinations of working parts.

The work presents the expedience of carrying out deep soil loosening by chiselling weeders at the stage of the basic soil tilling in order to keep moisture, to break compacted subsoil and to decrease mechanic influence on agro-technical machines. As a result this will provide the deceleration of the soil unstructuralizing processes. We reviewed the designs of chisel leg plows that can provide effective process of soil loosening under which it is a necessity to combine vertical and horizontal drivers in one working part. The analysis of the efficiency of soil crushing relating to its depth and depending on the consecutive influence of different sets of working parts used in the combined chisel weeder was presented.

As a result of the carried out work we proved experimentally the efficiency of application of the combined chisel equipment with additional horizontal drivers and tooth rollers.

**soil, chisel soil tilling, tooth roller, wings, leg plow, qualitative indicator of tilling**

Одержано 09.11.15

**УДК 621.891:631.31**

**В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, А.А. Тихий, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет, м.Кіровоград, Україна,  
tihiy-andrey@mail.ru*

**В.А. Войтов, проф., д-р техн. наук**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, м.Харків, Україна*

## **Фізичні аспекти взаємодії в системі "РОГМ-грунт"**

В статті розроблена функціональна модель процесу взаємодії РОГМ з середовищем ґрунту. Представлені процеси тертя та зношування в ґрунті, які реалізуються на фоні взаємообміну показників самого РОГМ із середовищем ґрунту і являють собою складну сукупність фізико-хімічних явищ.

При розгляді закономірностей взаємодії в ТТС "РОГМ-грунт" враховується як зовнішня структура, так і внутрішня будова. Показано зміну елементного складу прилеглих до РОГМ шарів ґрунту, що свідчить про процеси масопереносу і сегрегації під час взаємодії в ТТС "РОГМ-грунт".

Представлені закономірності протікання процесів тертя і зношування РОГМ в залежності від його структурованості та гранулометричного складу. Досліджено стан ґрунту при дії РОГМ, визначено розподіл його щільності за глибиною оброблюваного шару, за типами ґрунтів виявлено різний характер розподілу щільності, структури, пористості та вмісту гумусу за глибиною, отримано рівняння регресії між щільності ґрунту і вмістом гумусу.

**функціональна модель, триботехнічна система, напруження, елементний склад, контакт, структура ґрунту, знос, робочий орган ґрунтообробної машини**

**В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, А.А. Тихий, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет, г.Кіровоград, Україна*

**В.А. Войтов, проф., д-р техн. наук**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, г.Харків, Україна*

**Физические аспекты взаимодействия в системе "РОПМ-почва"**

В статье разработана функциональная модель процесса взаимодействия РОПМ со средой почвы. Представлены процессы трения и износа в почве, которые реализуются на фоне взаимообмена показателей самого РОПМ со средой почвы и представляют собой сложную совокупность физико-химических явлений. При рассмотрении закономерностей взаимодействия в ТТС "РОПМ-почва" учитывается как внешняя структура, так и внутреннее строение. Показано изменение элементного состава прилегающих к РОПМ слоев почвы, что свидетельствует о процессах массопереноса и сегрегации во время взаимодействия в ТТС "РОПМ-почва".