

## МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

УДК 631.316

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ РОБОЧИХ  
ОРГАНІВ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА НА РАМІ ЗНАРЯДДЯ

*Алієв Ельчин Бахтияр огли к.т.н., завідувач науково-виробничої лабораторії механізації і  
полівництва*

*Лабатюк Юрій Михайлович к.т.н., науковий співробітник  
науково-виробничої лабораторії механізації і полівництва  
Інститут олійних культур НААН України*

*Aliev E.*

*Labatuk Yu.*

*Institute of Oilseed Crops NAAS*

**Анотація:** побудована математична модель функціонування глибокорозпушувача з пошаровим обробитком ґрунту, дослідження якої дозволили визначити розміщення чизельних робочих органів на рамі знаряддя.

**Ключові слова:** ґрунт, глибокорозпушувач, чизель, розміщення, модель.

### **Вступ**

В результаті взаємодії робочих органів глибокорозпушувача (чизелів) з ґрунтом виникають сили опору, які впливають на положення основної рами. В зв'язку з тим, що робочі органи жорстко зв'язані з основою рами, то зміна її положення приведе до зміни глибини ходу та опору їх. Тому коливання рами глибокорозпушувача під час роботи будуть сприяти погіршенню якості обробітку ґрунту та підвищенню тягового опору машини у цілому [1-4].

### **Мета досліджень**

Побудувати математичну модель функціонування глибокорозпушувача з пошаровим обробитком ґрунту, дослідження якої дозволять визначити розміщення чизельних робочих органів на рамі знаряддя.

### **Результати випробувань**

Для визначення впливу параметрів глибокорозпушувача та конструкції на величину коливань рами і значення сили її опору, складемо розрахункову модель функціонування глибокорозпушувача. Еквівалентна схема машини показана на рис. 1.

При цьому приймаємо, що трактор переміщується прямолінійно з постійною швидкістю, а глибокорозпушувач переміщується прямолінійно в горизонтальній площині. Конструкція з'єднання глибокорозпушувач з трактором забезпечує коливання її у вертикальній площині відносно точки з'єднання причепа глибокорозпушувача та нижніх тяг механізму навіски трактора. Глибокорозпушувач розглядаємо як систему твердих тіл. На еквівалентній схемі приводимо місця розміщення центру мас та точки прикладання приведених рівнодіючих сил опору ґрунту робочим органам машини.

Вибираємо нерухому декартову систему відрахування системи XOZ (рис. 1). Для спрощення перетворень під час складання розрахункової моделі приймаємо додаткову рухому декартову систему координат  $X_1O_1Z_1$ , центр якої розташований в точці з'єднання причепа машини з трактором і горизонтальна вісь якої пов'язана з коливальною основною рамою машини. Приведені рівнодіючі будемо розглядати через їх проекції на вісі рухомої системи координат.

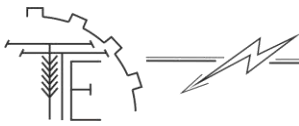
При таких умовах система має одну ступінь вільності руху, а відповідно і одну узагальнену координату. В якості останньої зручно прийняти кут повороту рами відносно точки кріплення машини до трактора. Тоді диференціальне рівняння Лагранжа 2-го роду має вид:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q_{\varphi}, \quad (1)$$

де  $T$  – кінетична енергія системи твердих тіл, Дж;

$Q_{\varphi}$  – узагальнена сила (момент сили), Н·м;

$\varphi$  – узагальнена координата (кут повороту рами відносно точки кріплення



глибокорозпушувача до трактора), рад.

Кінетична енергія системи твердих тіл визначається:

$$T = \frac{1}{2} M_c (\dot{X}_c^2 + \dot{Z}_c^2) + \frac{1}{2} I_{o1} \dot{\varphi}^2, \quad (2)$$

де  $M_c$  – маса системи твердих тіл, кг;

$\dot{X}_c, \dot{Z}_c$  – швидкість руху центра мас системи в проекціях на вісі координат, м/с;

$I_{o1}$  – момент інерції системи твердих тіл відносно центру її обертання,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ .

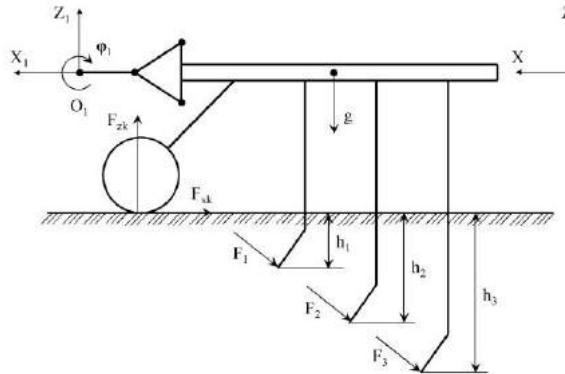


Рис. 1. Еквівалентна схема глибокорозпушувача

Використовуючи формули переходу координат з однієї системи до другої отримаємо:

$$X_c = X_{1c} \cdot \cos \varphi - Z_{1c} \cdot \sin \varphi + V t, \quad (3)$$

$$Z_c = X_{1c} \cdot \sin \varphi + Z_{1c} \cdot \cos \varphi, \quad (4)$$

де  $V$  – поступова швидкість агрегату, м/с.

Після диференціювання рівнянь (2) і (3) за часом будемо мати:

$$\dot{X}_c = -X_{1c} \dot{\varphi} \cdot \sin \varphi - Z_{1c} \dot{\varphi} \cdot \cos \varphi + V, \quad (5)$$

$$\dot{Z}_c = X_{1c} \dot{\varphi} \cdot \cos \varphi - Z_{1c} \dot{\varphi} \cdot \sin \varphi. \quad (6)$$

Момент інерції системи відносно вісі її обертання визначається:

$$I_{o1} = \sum_{i=1}^N I_i + \sum_{i=1}^N [M_i (X_{cli}^2 + Z_{cli}^2)], \quad (7)$$

де  $M_i$  – маса елементів машини, кг;

$X_{cli}, Z_{cli}$  – координати центра мас елементів машини в проекціях на вісі координат, м;

$N$  – кількість елементів машини;

$I_i$  – момент інерції системи елементів машини відносно центру її обертання,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ .

З урахуванням рівнянь (2), (4), (5), (6) будемо мати формулу для визначення кінетичної енергії системи:

$$T = \frac{1}{2} M_c \left[ V^2 - 2V \dot{\varphi} (X_{1c} \sin \varphi + Z_{1c} \cos \varphi) + \dot{\varphi}^2 (X_{1c}^2 + Z_{1c}^2) \right] + I_{o1} (\dot{\varphi})^2. \quad (8)$$

Тоді:

$$\frac{dT}{d\dot{\varphi}} = M_c \left[ \dot{\varphi} (X_{1c}^2 + Z_{1c}^2) - V (X_{1c} \sin \varphi + Z_{1c} \cos \varphi) \right] + I_{o1} \dot{\varphi}, \quad (9)$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) = \ddot{\varphi} [M_c (X_{1c}^2 + Z_{1c}^2) + I_{o1}] - V M_c \dot{\varphi} (X_{1c} \cos \varphi - Z_{1c} \sin \varphi), \quad (10)$$

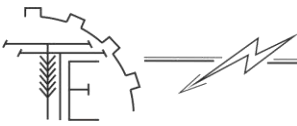
$$\frac{dT}{d\varphi} = -V M_c \dot{\varphi} (X_{1c} \cos \varphi - Z_{1c} \sin \varphi). \quad (11)$$

З урахуванням останнього отримаємо:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{d\varphi} = \ddot{\varphi} [M_c (X_{1c}^2 + Z_{1c}^2) + I_{o1}]. \quad (12)$$

Узагальнююча сила визначається:

$$Q_\varphi = -F_{x1} Z_{1a1} + F_{z1} X_{1a1} - F_{x2} Z_{1a2} + F_{z2} X_{1a2} - F_{x3} Z_{1a3} + F_{z3} X_{1a3} + M_c g (X_{1c} \cos \varphi - Z_{1c} \sin \varphi) - F_{zk} Z_{1k} - F_{zk} X_{1k}, \quad (13)$$



де  $F_{x1}, F_{x1}, F_{x3}, F_{xk}$  – проекції сил опору на вісь  $X_1, H$ ;  
 $F_{z1}, F_{z1}, F_{z3}, F_{zk}$  – проекції сил опору на вісь  $Z_1, H$ ;  
 $X_{1a1}, X_{1a2}, X_{1a3}, X_{1k}$  – проекції на вісь  $O_1X_1$  прямих з'єднуючих шарнір  $O_1$  і точки прикладання рівнодіючих сил, м;  
 $Z_{1a1}, Z_{1a2}, Z_{1a3}, Z_{1k}$  – проекції на вісь  $O_1Z_1$  прямих з'єднуючих шарнір і точки прикладання рівнодіючих сил, м.

Проекції рівнодіючих сил на вісь  $X_1$  і  $Z_1$  знаходяться:

$$\begin{aligned} F_{xj} &= F_j (\sin \alpha_j + f \cos \alpha_j), \\ F_{zj} &= F_j (\cos \alpha_j - f \sin \alpha_j), \quad j = \overline{1,3}, \end{aligned} \quad (14)$$

де  $F_j$  – рівнодіюча приведена сила опору ґрунту переміщенню робочого органу, Н;  
 $f$  – коефіцієнт тертя ґрунту по металу;

$\alpha_j$  – кут кришіння ґрунту робочим органом в точці прикладення рівнодіючої, рад.

Значення рівнодіючих сил приймаємо пропорційними глибинам ходу робочих органів в ґрунті:

$$\begin{aligned} F_1 &= K(h_3 + \varphi \sqrt{X_{1a1}^2 + Z_{1a1}^2}), \\ F_2 &= K(h_2 + \varphi \sqrt{X_{1a2}^2 + Z_{1a2}^2}), \\ F_3 &= K(h_3 + \varphi \sqrt{X_{1a3}^2 + Z_{1a3}^2}), \\ F_{zk} &= C_n \cdot \varphi \sqrt{X_{1k}^2 + Z_{1k}^2}, \\ P_{xk} &= C_n \cdot \varphi \cdot f \cdot \sqrt{X_{1k}^2 + Z_{1k}^2}, \end{aligned} \quad (15)$$

де  $C_n$  – деформаційний показник ґрунту, Н/м;

$f_n$  – коефіцієнт кочення;

$h_1, h_2, h_3$  – задана глибина обробітку ґрунту чизельними лапами, м;

$K$  – питомий опір чизельних лап, кН/м.

Сила опору деформації ґрунта робочим органом визначається:

$$K_i = \frac{F_{деф.}^i}{l_i} = \sigma_i \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_i} t, \quad i = \overline{1,3}, \quad (16)$$

де  $F_{деф.}$  – сила опору деформації ґрунту, Н;

$l$  – шлях зминання ґрунту, м;

$\sigma$  – напруженість опору ґрунту, Па;

$a$  – довжина робочої частини розпушуючої лапи чизеля, м;

$\alpha$  – кут кришення лапи чизеля, м;

$V$  – швидкість деформації ґрунту (швидкість руху трактора), м/с.

Тоді, з врахуванням рівнянь (12), (13), (14) і (15), узагальнена сила буде визначатися:

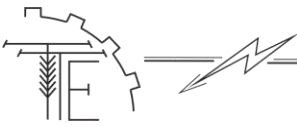
$$\begin{aligned} Q_\varphi &= \sigma_1 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_1} t \cdot (h_1 + \varphi \sqrt{X_{1a1}^2 + Z_{1a1}^2}) \times \\ &\times [(\cos \alpha_1 - f \sin \alpha_1) X_{1a1} - (\sin \alpha_1 + f \cos \alpha_1) Z_{1a1}] + \\ &+ \sigma_2 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_2} t \cdot (h_2 + \varphi \sqrt{X_{1a2}^2 + Z_{1a2}^2}) \times \\ &\times [(\cos \alpha_2 - f \sin \alpha_2) X_{1a2} - (\sin \alpha_2 + f \cos \alpha_2) Z_{1a2}] + \\ &+ \sigma_3 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_3} t \cdot (h_3 + \varphi \sqrt{X_{1a3}^2 + Z_{1a3}^2}) \times \\ &\times [(\cos \alpha_3 - f \sin \alpha_3) X_{1a3} - (\sin \alpha_3 + f \cos \alpha_3) Z_{1a3}] + \\ &+ M_c g (X_{1c} \cos \varphi - Z_{1c} \sin \varphi) - C_n \cdot \varphi \cdot \sqrt{X_{1k}^2 + Z_{1k}^2} (f_n Z_{1k} + X_{1k}), \end{aligned} \quad (17)$$

Для спрощення послідовних перетворень введемо позначення :

$$(\cos \alpha_i - f \sin \alpha_i) X_{1ai} - (\sin \alpha_i + f \cos \alpha_i) Z_{1ai} = A_i, \quad i = \overline{1,3} \quad (18)$$

Тоді:

$$\begin{aligned} Q_\varphi &= A_1 \cdot \sigma_1 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_1} t \cdot (h_1 + \varphi \sqrt{X_{1a1}^2 + Z_{1a1}^2}) + \\ &+ A_2 \cdot \sigma_2 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_2} t \cdot (h_2 + \varphi \sqrt{X_{1a2}^2 + Z_{1a2}^2}) + \\ &+ A_3 \cdot \sigma_3 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_3} t \cdot (h_3 + \varphi \sqrt{X_{1a3}^2 + Z_{1a3}^2}) + \\ &+ M_c g (X_{1c} \cos \varphi - Z_{1c} \sin \varphi) - C_n \cdot \varphi \cdot \sqrt{X_{1k}^2 + Z_{1k}^2} (f_n Z_{1k} + X_{1k}), \end{aligned} \quad (19)$$



З врахуванням рівняння (1), (11) і (18) отримаємо диференційне рівняння моделі функціонування ґрунтообробної машини:

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi}[M_c(X_{1c}^2 + Z_{1c}^2) + I_{01}] = & A_1 \cdot \sigma_1 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_1} t \cdot (h_1 + \varphi \sqrt{X_{1a1}^2 + Z_{1a1}^2}) + \\ & + A_2 \cdot \sigma_2 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_2} t \cdot (h_2 + \varphi \sqrt{X_{1a2}^2 + Z_{1a2}^2}) + \\ & + A_3 \cdot \sigma_3 \cdot a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \frac{V}{l_3} t \cdot (h_3 + \varphi \sqrt{X_{1a3}^2 + Z_{1a3}^2}) + \\ & + M_c g (X_{1c} \cos \varphi - Z_{1c} \sin \varphi) - C_u \cdot \varphi \cdot \sqrt{X_{1k}^2 + Z_{1k}^2} (f_u Z_{1k} + X_{1k}). \end{aligned} \quad (20)$$

Враховуючи фізико-механічні властивості ґрунту і прийняті конструктивно-технологічні параметри глибокорозпушувача, рішенням диференційного рівняння (19), яке вирішено чисельними методами з використанням програмного пакету Maple 16, є функції, графіки яких зображені на рис. 2.

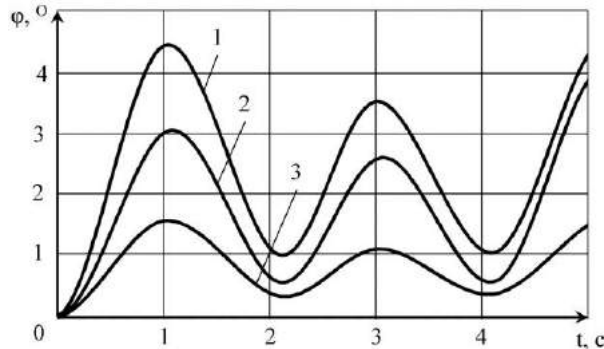


Рис. 2. Коливання кута рами машини в залежності від розміщення робочих органів: 1 –  $x_3 = 0,15$  м,  $x_4 = 0,25$  м; 2 –  $x_3 = 0,2$  м,  $x_4 = 0,6$  м; 3 –  $x_3 = 0,35$  м,  $x_4 = 0,45$  м

Характеристикою стабільності коливання кута рами машини є його амплітуда. Побудуємо графік залежності амплітуди коливань кута рами машини від відстані (по довжині) між чизелями глибокорозпушувача (рис. 3):

$$\begin{aligned} x_3 &= X_{1a2} - X_{1a1}, \\ x_4 &= X_{1a3} - X_{1a2}, \end{aligned} \quad (21)$$

$$\varphi = 4,4 - 19,9 \cdot x_3 + 93,3 \cdot x_3^2 - 8,3 \cdot x_4 - 48,3 \cdot x_3 \cdot x_4 + 24,9 \cdot x_4^2,$$

де  $x_3$  – розташування робочих органів першого ряду відносно другого по довжині рами, м;

$x_4$  – розташування робочих органів третього ряду відносно другого по довжині рами, м.

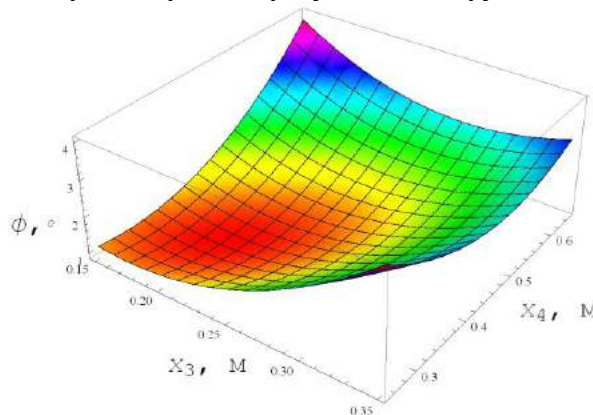
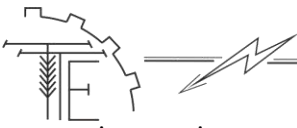


Рис. 3. Графік залежності амплітуди коливань кута рами машини від відстані (по довжині) між чизелями глибокорозпушувача

Провівши аналіз рис. 3 і рівняння (20) було виявлено що найменша амплітуда коливань кута рами машини спостерігається при наступному розташуванні робочих органів по довжині рами:  $x_3 = 0,18 \dots 0,22$  м,  $x_4 = 0,33 \dots 0,37$  м.

### Висновки

Побудована математична модель функціонування глибокорозпушувача з пошаровим обробітком ґрунту, дослідження якої дозволили визначити розміщення чизельних робочих органів по



довжині на рамі знаряддя при яких амплітуда коливань кута повороту рами відносно точки кріплення глибокорозпушувача до трактора є найменшою: відстань між робочими органами першого і другого рядів  $x_3 = 0,18 \dots 0,22$  м, відстань між робочими органами другого і третього рядів  $x_4 = 0,33 \dots 0,37$  м.

### Список літератури

1. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды. – М.: Гостехиздат, 1954.– 243 с.
2. Горячкин В.П. Теория разрушения почв. Собр.соч. / В.П. Горячкин – М.: Колос, 1968. – Т2. С. 335-382.
3. Зеленин А.Н. Основы розрушения грунтов механическим способом / А.Н. Зеленин – М.: Машиностроение, 1968. – 376 с.
4. Kushnarev A., Shevchenko I. Ways of improvement of stability of tillage tools with spring shanks moving in depth // ASAE (94–D–027), EurAgEng “Power, Machinery and mechanization” – Belgium:CIGR, 1994. – V.2.– P. 495-499.

### References

1. Sokolovsky V.V. Statyka сыпучей среды. – М.: Hostekhyzdat, 1954.– 243 s.
2. Horiachkyn V.P. Teoryia razrusheniya pochv. Sobr.soch. / V.P. Horiachkyn – М.: Kolos, 1968. – Т2. S. 335-382.
3. Zelenyn A.N. Osnovy rozrusheniya hruntov mekhanycheskym sposobom / A.N. Zelenyn – М.: Mashynostroenyue, 1968. – 376 s.
4. Kushnarev A., Shevchenko I. Ways of improvement of stability of tillage tools with spring shanks moving in depth // ASAE (94–D–027), EurAgEng “Power, Machinery and mechanization” – Belgium:CIGR, 1994. – V.2.– P. 495-499.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕЛЛЕТ

**Аннотация:** построена математическая модель функционирования глубокорыхлителя с послойной обработкой почвы, исследования которой позволили определить размещение чизельного рабочих органов на раме орудия.

**Ключевые слова:** грунт, глубокорыхлитель, чизель, размещение, модель.

### RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH DESIGN AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE INSTALLATION FOR PELLETS

**Summari:** a mathematical model of the subsoiler with layered soil treatment, the study that will determine placement of chisel work on the frame guns.

**Keywords:** soil, subsoiler, chisel, accommodation, model.

**ТЕХНІКА,  
ЕНЕРГЕТИКА,  
ТРАНСПОРТ АПК**

Журнал науково– виробничого та навчального спрямування  
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою “Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту”.  
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.  
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації  
КВ № 16644– 5116 ПР від 30.04.2010 р..

*Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія:  
Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2015. – №3 (92) – 99 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол  
№ 5 від 29.12.15 р.)*

**Національна редакційна колегія:**

**Головний редактор**

*Калетнік Г.М.* – д.е.н., проф., академік НААНУ,  
Вінницький національний аграрний університет

**Заступник головного редактора**

*Паламарчук І.П.* – д.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

**Члени редакційної колегії**

*Друківаний М.Ф.* – д.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

*Анісімов В.Ф.* – д.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

*Іскович – Лотоцький Р.Д.* – д.т.н., проф.,  
Вінницький національний технічний університет

*Сивак І.О.* – д.т.н., проф., Вінницький  
національний технічний університет

*Огородніков В.А.* – д.т.н., проф., Вінницький  
національний технічний університет

*Бурдо О.Г.* – д.т.н., проф., академік АНТКУ,  
Одеська національна академія харчових технологій

*Гулько І.В.* – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

*Матвійчук В.А.* – д.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

*Цуркан О.В.* – к.т.н., доц., Вінницький  
національний аграрний університет

*Булгаков В.М.* – д.т.н., проф., академік НААН,  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України

*Солона О.В.* – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

*Іванов М.І.* – к.т.н., проф., Вінницький національний  
аграрний університет

*Кондратюк Д.Г.* – к.т.н., доц., Вінницький  
національний аграрний університет

*Любін М.В.* – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

*Пришляк В.М.* – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

*Серета Л.П.* – к.т.н., проф., Вінницький національний  
аграрний університет

*Веселовська Н.Р.* – д.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

*Гевко Р.Б.* – д.т.н., проф., Тернопільський національний  
економічний університет

*Бандура В.М.* – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

**Зарубіжні члени редакційної колегії**

*Володимир Крочко* – д.т.н., проф., Словацький  
аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

*Януш Новак* – д.т.н., проф., Люблінський аграрний  
університет (м. Люблін, Польща)

*Маріан Веселовський* – д.т.н., проф., Люблінський  
природничий університет (м. Люблін, Польща)

*Зденко Ткач* – д.т.н., проф., Словацький аграрний  
університет (м. Нітра, Словачія)

*Семенс Івановс* – д.т.н., проф., Латвійський  
аграрний університет (м. Улброка, Латвія)

*Людвікас Шпокас* – д.т.н., проф., Університет  
Олександра Стулгинського (Литва)

*Марош Коренко* – д.т.н., проф., Словацький аграрний  
університет (м. Нітра, Словачія)

*Ян Франчак* – д.т.н., проф., Словацький аграрний  
університет (м. Нітра, Словачія)

*Володимир Юрча* – д.т.н., проф., Чеський університет  
сільського господарства (м. Прага, Чехія)

*Гражина Езевська– Вітковська* – д.т.н., проф.,  
Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

Відповідальний секретар редакції **Цуркан О.В.**, кандидат технічних наук, доцент

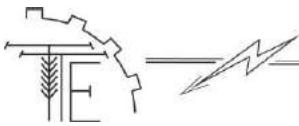
Технічний редактор **Зозуляк О.В.** Графічний дизайнер **Янович В.П.**

Редагування, корекція й переклад на іноземну мову **Матієнко О.С.**, **Марцінко Т.І.**

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. 46– 00– 03

Сайт журналу: <http://techjournal.vsau.org/>

Електронна адреса: [tehnovnu@mail.ru](mailto:tehnovnu@mail.ru)



## ЗМІСТ

## МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

*Алієв Ельчин Бахтияр огли, Лабатюк Ю.М.*

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ  
ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА НА РАМІ ЗНАРЯДДЯ.....5**

*Бойко В.Б.*

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ  
В ГІДРО-ПНЕВМАТИЧНОМУ ВИСІВНОМУ АПАРАТІ.....10**

*Грицун А.В., Бабин І.А., Грицун О.А.*

**ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ МОБІЛЬНОГО ПОДРІБНЮВАЧА-РОЗДАВАЧА  
СТЕБЛОВИХ КОРМІВ.....17**

*Дудін В.Ю.*

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНОГО ПОДРІБНЮВАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ..20**

*Павленко С.І.*

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ЛОПАТИ РОБОЧОГО ОРГАНУ  
АЕРАТОРА З ГНОЄ-КОМПОСТНОЮ СУМІШШЮ.....24**

*Твердохліб І.В., Спирін А.В.*

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИТИРАННЯ НАСІННЯ  
ДИСКОВО-ТЕРКОВИМ ПРИСТРОЄМ.....28**

*Теслюк Г.В.*

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПЛУГА-БУКЕРА ДЛЯ  
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СИСТЕМІ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....37**

## ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Борисюк Д.В.*

**ВИМУШЕНІ КОЛИВАННЯ СИЛОВОГО АГРЕГАТА ТРАКТОРА.....40**

*Анісімов В.Ф., Гунько І.В., Борисюк Д.В., Зіменко Д.В.*

**МЕТОДИ БЕЗРОЗБІРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ.....42**

*Калганков Є.В., Кириленко О.І., Герінг І.А.*

**ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГІДРОАБРАЗИВНО-ВТОМНОГО ЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ОБ'ЄМНОГО  
ГІДРОПРИВОДА ТРАНСМІСІЇ.....47**

## ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

*Бандура В.М., Кірієнко О.О.*

**РОЗВИТОК ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗЕРНА.....53**

*Бандура В.М., Наконешинюк В.М.*

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ РІПАКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ  
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....58**

*Крижак С.В., Власенко В.В., Коляновська Л.М.*

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СУЧАСНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА  
СИРОКОПЧЕНИХ КОВБАС ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СПРЯМУВАННЯ.....62**

*Семко Т.В.*

**БЕЗПЕЧНІСТЬ МОЛОКА-СИРОВИНИ.....66**

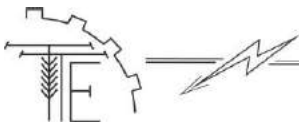
*Янович В.П.*

**РОЗРОБКА ВІБРАЦІЙНОГО МЛИНА ОБ'ЄМНИХ КОЛИВАНЬ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА  
ВИСОКОАКТИВНИХ СУМІШЕЙ ПЕРОРАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ.....69**

## ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

*Дерев'яно Д.А., Мельник В.І., Дерев'яно О.Д.*

**ВПЛИВ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОВШОВОГО ТРАНСПОРТЕРА НА ТРАВМУВАННЯ І  
ЯКІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....73**

**ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ***Алієв Ельчин Бахтияр огли***РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЕЛЕТ АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....79***Лежнюк П.Д., Гунько І.О., Рубаненко О.О.***ВПЛИВ РДЕ НА ВТРАТИ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЛЕС.....84***Рябошапка В.Б.***РОЗРАХУНОК ТА ПОРІВНЯННЯ КРИВИХ ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РОБОТІ НА ДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВІ ТА БІОПАЛИВІ ЗА ДОПОМОГОЮ НОВОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ.....90****АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ***Ловейкін В.С., Шимко Л.С.***ЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ПРОЦЕСАМИ ВИВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЗБИРАЛЬНИХ МАШИН.....96**