

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ВП НУБІП УКРАЇНИ «НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ»**



**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, ЕЛЕКТРИЧНОЇ
ІНЖЕНЕРІЇ І ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В
СИСТЕМІ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
№ 24**



**23-24 квітня 2026 року
м. Ніжин**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ВП НУБІП УКРАЇНИ «НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ»**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, ЕЛЕКТРИЧНОЇ
ІНЖЕНЕРІЇ І ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
№ 24**

23-24 квітня 2026 року

м. Ніжин

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

УДК 62; 63 ББК 30;
40.3; 41.4
Я431

Рекомендовано до друку вченою радою
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут» 29
квітня 2026 протокол № 10

Проблеми сучасної механізації, енергетики і транспортних технологій в
системі природокористування: збірник тез доповідей Всеукраїнської
науково-практичної конференції, м. Ніжин, 23-24
квітня 2026 року. – Ніжин: ВП НУБіП України «НАТІ», 2026. № 24. – 92 с.

У збірнику тез надруковані матеріали учасників міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій в системі природокористування», у яких наведені результати конструкторських, теоретичних, експериментальних досліджень машин та засобів для механізації і автоматизації агропромислового виробництва, нових технологій у тваринництві, енергетиці, природокористування та підготовці фахівців для АПК, проведених науково-педагогічними працівниками, науковими співробітниками, аспірантами, магістрами та студентами. Тексти тез друкуються в авторській редакції. Відповідальність за інформацію, подану в науковому дослідженні, несуть автори статей.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Організаційний комітет:

- Лукач Василь Степанович**, кандидат педагогічних наук, професор, директор ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут" – голова оргкомітету;
- Адамчук Валерій Васильович**, професор, д.т.н., академік НААН України, директор Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України;
- Братішко Вячеслав Вячеславович**, старший науковий співробітник, д.т.н., декан механіко-технологічного факультету НУБіП України;
- Роговський Іван Леонідович**, професор, д.т.н., декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Булгаков Володимир Михайлович**, професор, д.т.н., академік НААН України, завідувач кафедри механіки НУБіП України;
- Панченко Ольга Дмитрівна**, доцент, доктор філософії, заступник директора з науково-педагогічної роботи, гуманітарної освіти та міжнародних зв'язків;
- Savelii KUKHARETS**, Professor, Doctor of Technical Sciences, Vytautas Magnus. University, Lithuania;
- Mykola OHSENKO**, Professor, Doctor of Technical Sciences, Department of Management AAS-AMA in Opole, The Academy of Applied Science –Academy of Management and Administration in Opole (AAS-AMA in Opole), Opole, Poland;
- Włodzimierz Kozyrski**, Profesor, Doktor Nauk Technicznych, ALOTEK TECHNOLOGY SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Orlę, Polska;
- Ікальчик Микола Іванович**, доцент, к.т.н., в.о. декана факультету інженерії та транспортних технологій;
- Ковалишин Степан Йосипович**, професор, к.т.н., декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій Львівського національного університету природокористування;
- Кравчук Володимир Іванович**, д.т.н., професор, завідувач лабораторії науково-технічного забезпечення технологій виробництва, переробки та використання біомаси. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН;
- Савченко Лілія Анатоліївна**, доцент, к.т.н., завідувач кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;
- Головко Володимир Михайлович**, професор, д.т.н., професор кафедри відновлювальних джерел енергії, КПІ ім. І.Сікорського;
- Степаненко Сергій Петрович**, старший науковий співробітник, д.т.н, старший науковий співробітник Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України;
- Синявський Олександр Юрійович**, доцент, к.т.н., доцент кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій НУБіП України;
- Макарець Валерій Володимирович**, доктор філософії, в.о. завідувача кафедри агроінженерії та транспортних технологій;
- Калініченко Роман Андрійович**, доцент, к.т.н., завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- Герасименко В'ячеслав Панасович**, доцент, к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

© ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

© автори статей

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Voinalovych O.V., Khmelovskyi V.S., Motruch M.M., Kovalchuk D.V. Analysis of occupational risks in mechanized processes in livestock production | 7 |
| Адамчук О.В., Онищенко В. Б., Онищенко Б В. Обґрунтування основних конструктивних параметрів шнекового розсівального робочого органа машин для внесення твердих мінеральних добрив | 9 |
| Адамчук О.В., Онищенко В. Б., Онищенко Б В. Удосконалення конструкції пневматчної висівної системи машин для внесення твер- дих мінеральних добрив | 11 |
| Вечера О.М., Теслюк Б.В., Куянов В.В. Перспективи технологій точного землеробства у трансформації сучасності | 13 |
| Герук С.М., Міненко С.В., Онищенко В. Б., Онищенко Б В., Мельник Т.О. Удосконалення сепаруючого пристрою картоплезбиральних машин | 15 |
| Заболотній О.А. Пожежна безпека при роботі з електрообладнанням | 17 |
| Ікальчик М.І. Модернізація колісно-пальцевих граблів | 19 |
| Ікальчик М.І. Модернізація конструкції жатки для збирання соняшнику | 22 |
| Ікальчик М.І. Модернізація ріжучого апарату ротаційної косарки | 24 |
| Ікальчик М.І. Розробка конструкції оливовловлювача індивідуальної доїльної установки | 26 |
| Коп'як Н.В., Матвеева Н.В., Шматова Т.В. Екологічні аспекти та напрямки зниження впливу вантажних автомобільних перевезень у контексті сталого розвитку | 28 |
| Коп'як Н.В., Пузік В.В. Організаційно-технологічні особливості перевезення масових вантажі автомобільним транспортом | 31 |
| Коп'як Н.В., Ткалич Е.О. Організаційно-технологічні аспекти маршрутизації дрібнопартійних перевезень вантажів автомобільним транспортном | 33 |
| Кузьменко В. Ф., Онищенко В. Б., Онищенко Б В. Аналіз роботи самохідної косарки | 35 |

| Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій в системі природокористування» | |
|---|----|
| Кузьменко В. Ф., Онищенко В. Б., Онищенко Б В. Удосконалення ротаційних різальних апаратів кормозбиральних машин | 37 |
| Лавська Н.В. Вплив розпушування ґрунту на формування продуктивної маси рослин | 38 |
| Литовченко В.П., Головецький І.І. Обґрунтування вибору типу вулика як елемента механізації процесів на пасіці | 40 |
| Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В. Мінімізація втрат енергії частотно-керованого електроприводу механізму переміщення мостового крана | 42 |
| Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В. Параметрична оптимізація механізму переміщення мостового крана за динамічним критерієм | 44 |
| Лукач В.С., Ікальчик М.І. Розробка дисково-анкерних сошників смугового посіву | 47 |
| Майбородіна Н.В., Герасименко В.П. Динаміка та темпи зміни використання електричної енергії підприємствами чернігівської області | 49 |
| Макарець В. В., Ярмоленко М.І. Мехатронний модуль стабілізації горизонтального положення широкозахватного культиватора на схилах | 51 |
| Марченко М.П., Заболотній О.А. Алкоголь та наркотики за кермом: наслідки | 53 |
| Мороз А.І. Розробка конструкції зубового розпушувача | 54 |
| Мороз А.І. Розробка конструкції картоплесаджалки | 56 |
| Онищенко В. Б., Онищенко Б В. Удосконалення конструкції розпилювальних пристроїв обприскувача польових культур для внесення рідких мінеральних добрив | 59 |
| Онищенко В. Б., Онищенко Б В., Кудря В.О. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми навісного модуля до розкидача органічних добрив | 60 |
| Пономар Ю. В., Насонов В. А., Онищенко В. Б., Онищенко Б В. Удосконалення робочих органів диско-чизельного агрегату для основного обробітку ґрунту з одночасним внесенням твердих мінеральних добрив | 62 |

| Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій в системі природокористування» | |
|---|----|
| Ратушний В. В., Онищенко В. Б., Онищенко Б. В. Аналіз роботи протруювачів насіння сільськогосподарських культур | 64 |
| Ребенко В. І. Засоби транспортування гною з тваринницьких приміщень до гноєсховищ: переваги та недоліки | 65 |
| Сподоба М.О., Сподоба О.О. Вимірювальне обладнання для проведення експериментальних досліджень зброджування сировини у біогазовому реакторі | 70 |
| Сподоба М.О., Сподоба О.О. Живлення вимірювального обладнання при експериментальних дослідженнях | 72 |
| Федорина Т.П. Аналіз сучасних технологій зберігання зерна: методи та тенденції | 74 |
| Федорина Т.П. Перспективні напрямки підвищення ефективності управління аграрним підприємством | 76 |
| Фришев Г.С. Модернізація дискового культиватора | 78 |
| Хропост В.І., Кресан Т.А. Математичне обґрунтування параметрів друку зносостійких робочих органів | 80 |
| Шейко Н.В. Історія розвитку теплотехніки | 82 |
| Шейко Н.В. Розвиток двигуна внутрішнього згорання | 84 |
| Шейко Н.В. Становлення та розвиток науки про метали | 86 |
| Шейко Н.В. Фадєєв М.М. Етапи розвитку плугобудування в Україні | 89 |

УДК 331.45

ANALYSIS OF OCCUPATIONAL RISKS IN MECHANIZED PROCESSES IN
LIVESTOCK PRODUCTION

Voinalovych O.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
voinalovich@nubip.edu.ua, Khmelovskiy V.S., Doctor of Technical Sciences, Professor,
hmelvas@ukr.net, Motruch M.M., PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
motrych@nubip.edu.ua, Kovalchuk D.V., student, runacrowford21@gmail.com
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Most mechanized work in the livestock sector of agriculture is not classified as high-risk work, but for livestock operators, the risk of mechanical and electrical injuries and thermal burns is quite high. To outline the production factors that may affect occupational risk in mechanized work in livestock farming, this paper analyzes the causes of industrial injuries and occupational morbidity in livestock farming, dividing them into traditional groups: organizational, technical, sanitary-hygienic, and psychophysiological [1].

Organizational reasons include: lack of (poor quality of) training on occupational safety; failure to ensure proper control over occupational safety on livestock farms; violation of the requirements of occupational safety instructions, technological regulations, rules for operating equipment, mobile means of mechanization and tools; violation of the frequency and rules of planned and preventive repairs of equipment and machines; use of equipment, mechanisms and tools for purposes other than their intended purpose, etc.

Technical reasons: non-compliance with safety requirements or malfunction of mechanisms, mobile mechanization equipment, tools; imperfection of technological processes; structural defects of equipment, imperfection or absence of protective fences, safety devices, signaling and locking devices, etc.

Sanitary and hygienic reasons: increased content of harmful substances in the air of livestock farms; insufficient (irrational) level of lighting; increased levels of noise and vibration; unsatisfactory microclimatic conditions; violation of personal hygiene rules, etc.

Psychophysiological causes: erroneous actions due to employee fatigue due to excessive difficulty and intensity of work; sick condition of the employee; carelessness; inconsistency of the employee's psychophysiological or anthropometric data with the equipment used or the work performed, etc.

Having considered the production factors in their entirety, we can talk about the multifactorial nature of the process of the course of a traumatic situation in livestock farming, which is characterized by the participation of various factors at different stages of this process and which are fundamentally of technical and human origin, and sometimes also the influence of the production (natural) environment. A comprehensive approach to the selection and use of risk assessment methods is presented in DSTU EN IEC 31010:2022 "Risk management - Risk assessment methods", which presents a comparative analysis of risk assessment methods. This standard is basic for choosing an appropriate risk assessment method, and is not limited to the field of technogenic and environmental safety or occupational safety, but is general in the field of risk management.

Research objective: To investigate, assess, and systematize hazards and occupational risks in mechanized processes in livestock farming.

To analyze industrial hazards and occupational risks, methods of systematization and structuring were used, which allows us to identify the most significant occupational risks, recognize the presence of typical and other dangerous and harmful factors, and determine their characteristics [2].

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

This work investigated the hazards and occupational risks for the following mechanized processes in livestock farming: a) cleaning of automatic waterers in the premises of a cattle farm; b) cleaning manure in a livestock farm with a scraper conveyor; c) mechanized milking of cows; d) distribution of feed. The research was conducted on the farms of the livestock complex of the Agricultural Research Station of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.

Potential (existing) hazards at workplaces were systematized and expertly assessed for the following facilities (with subcategories): a) hazards during mechanized work; b) hazards of used machines (equipment); c) maintaining order (cleanliness) at the workplace; d) adverse factors of the production environment; e) compliance with ergonomics requirements; e) condition of passages; f) availability of rescue equipment in emergency (dangerous) situations.

To identify and document the identified hazards, experts (qualified specialists in livestock mechanization) and farm workers (engineering and technical personnel and machine operators) were asked to fill out questionnaires with the above blocks. The statistical evaluation of 5 experts and 5 livestock farm workers involved was generalized. It should be noted that the number and content of subcategories are not fixed, they can be changed for individual objects of observation in the questionnaires for determining (identifying) hazards.

It was also taken into account that a feature of the performance of the specified mechanized works by employees is the change of location of workplaces within the farm premises. During the hazard assessment, the results were generalized for other mechanized workplaces in the livestock farm.

In this work, the method of expert assessments was used to study occupational risks and develop safety measures for mechanized processes in livestock farming, which allows determining the probabilities of dangerous events taking into account expert assessments [3]. The value of occupational risks R in points was determined by the formula:

$$R = P \cdot D \cdot V. \quad (1)$$

where P is the probability of an adverse event (injury, poisoning or occupational disease); D is the consequence of an adverse event; V is the expert assessment of the level of influence of the probability of adverse events and their consequences on occupational risk. A 5-point gradation of the coefficients of formula (1) was proposed.

The results of determining the probabilities of a hazardous event, its consequences with corresponding characteristics, calculated values of occupational risk levels, as well as proposed safety measures were presented in the relevant tables for the specified mechanized processes in livestock farming.

List of links

1. Oleksandr Voinalovych, Oleg Hnatiuk, Vasyl Khmelovskiy, Tamara Bilko, Oksana Achkevych. Research of occupational risks on mechanized processes in animal husbandry. *Proceedings International symposium ISB-INMA-TEH. Agricultural and mechanical engineering (Bucharest. 6-7 October 2022)*, 2023. 398-404.

2. Voinalovych O.V., Hnatiuk O.A., Titova L.L., Polischuk O.G. Probabilistic method of analysis of degree of operating hazards of tractors on basis of detection details. *Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine*, 2019. Vol. 10. No. 1. 121-126.

3. Kruzhilko O., Cherneha R., Maystrenko V., Polukarov O., Kalinchyk V. Modelling and forecasting the workplace environmental physical factors values. *Archives of Materials Science and Engineering*, 2019. 100/1- 2. 21-33.

**ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ
ШНЕКОВОГО РОЗСІВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ
ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

О.В. АДАМЧУК к.т.н., ІМА АПВ
В.Б.ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н., Б.В.ОНИЩЕНКО к.т.н.,
НУБІП УКРАЇНИ

Вихідними даними для розрахунку шнекових розподільно-висіваючих систем є доза висіву добрив, насипна маса добрив, кут природного укосу, внутрішнє і зовнішнє тертя, ширина міжрядь, ширина захвату машини і швидкість її руху.

Розрахунок проходить в такій послідовності:

1. Частота обертання падаючого гвинта:

$$n_{\max} = (0,5 \dots 1) \cdot \frac{v_{a \max}}{L_n}$$

де v_a - швидкість руху агрегату, м/с ; $v_a = 10 \dots 12$ м/с.

$L_n = 0,5$ м - довжина контрольної ділянки поля, із якого відбирають

2. Зовнішній діаметр гвинта, що подає:

$$D = \sqrt{\frac{\pi \cdot m \cdot t_a \cdot v_{a \max} \cdot Q_{B \max}}{4 \cdot 10^4 \cdot n_{\max} \cdot \gamma \cdot S \cdot \psi_n} - d^2}$$

де m - кількість туковисівних апаратів встановлених на ділянці системи між проміжною підвісною опорою і периферією системи ; $m = 28$.

t_a - крок установки туковисівних апаратів, м ; $t_a = 150$ мм.

Q_b - доза внесення добрив, кг/га ; $Q_b = 400$ кг/га .

γ - насипна тільність добрив, кг/м³ ; $\gamma = 800$ кг/м³.

S - крок гвинта, м ;

$\psi_n < 0,52$ - коефіцієнт подачі шнека, при якому відсутнє розвантаження туків перед проміжним підшипником ;

d - діаметр вала гвинта, м ; $d = 48$ мм.

3. Крок гвинтової поверхні:

$$S = \lambda_{ш} \cdot D \quad (3)$$

де $\lambda_{ш} = 0,8$ - відносний крок гвинта.

$$S = 0,8 \cdot 0,12 = 0,096 \text{ м.}$$

4. Визначення необхідної подачі надлишків добрив у системах відкритого типу:

$$(4) \quad 2 \cdot V^2 \cdot Q$$

$$Q_u = \frac{V_a^2 \cdot Q}{V_p^2 + V_p^2}$$

де V_a - нерівномірність висіву добрив туковисівними апаратами, % ;

V_p - нерівномірність висіву добрив розкидаючим органом, % ;

$Q_c = 0,5 \cdot Q$ - подача однієї секції шнека системи, кг/с ;

У системах із гравітаційними висівними апаратами $V_a \leq 15$ %, а нерівномірність висіву добрив додатковим розкидаючим органом $V_p = 70 \dots 90$ %...

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

5. Висота стабілізуючих вікон в подавальному гвинті, при застосуванні гравітаційних висівних апаратів :

$$(5) \quad h_0 = \sqrt{f_0^2 \cdot R^2 + \frac{2f \cdot t_a \cdot v_{a \max} \cdot Q_{B \max}}{10^4 \cdot \gamma \cdot \rho \cdot n_{\max}}} + \frac{R(1 - m' \cdot f_0^2)}{m \cdot f_0} - \delta_1$$

де f_0 - коефіцієнт внутрішнього тертя добрив ; $f_0 = 0,67$.

R - гідравлічний радіус горизонтальної проекції живильного вікна висівного апарата, м ;

ρ - довжина горизонтальної проекції периметра зазначеного вікна, м ;

- коефіцієнт рухливості.

$$(6) \quad m' = 1 + 2 \cdot f_0^2 - 2 \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 + f_0^2}$$

6. Кут нахилу бічних утворюючих стабілізуючого вікна і дна жолоба :

$\varphi_0 = \varphi - \alpha_c$, де φ – кут природного укосу добрив в спокої; $\operatorname{tg} 33^\circ = 0,67$.

α_c - максимальний кут ухилу поля - 8° .

$$\varphi_0 = 33 - 8 = 25^\circ$$

7. При застосуванні гравітаційних висівних апаратів мінімальна висота прошарку добрив дорівнює :

$$(7) \quad H_{\min} = \frac{R}{m' f_0}$$

$$H_{\min} = \frac{1,6}{m' \cdot 0,67} = 8,5 \text{ мм}$$

8. Визначення подачі гравітаційних туковисівних апаратів системи :

$$(8) \quad q = 10^{-4} \cdot t_a \cdot v_a \cdot Q_B$$

де t_a - крок встановлення туковисівних апаратів, м;

v_a - робоча швидкість агрегату, м/с;

Q_B - доза внесення добрив, кг/м³.

Список використаних джерел:

1. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

2. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.-2000.-№3.- С.10-12.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ ВИСІВНОЇ СИСТЕМИ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

О.В. АДАМЧУК к.т.н., ІМА АПВ
В.Б. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н., Б.В. ОНИЩЕНКО к.т.н.,
НУБІП УКРАЇНИ

Довгий період часу українськими вченими були проведені експериментальні дослідження по створенню машини для внесення твердих мінеральних добрив із застосуванням штангових пневматичних висівних систем. Але вони мали ряд суттєвих недоліків і тому не знайшли широкого впровадження у вітчизняному сільськогосподарському виробництві.

Експериментальний зразок машини з пневматичною висівною системою для внесення твердих мінеральних добрив містить кузов 4 (рис. 1), встановлений на рамі 7, днище 3 який охоплює перфорований живильник 2, котрий включає планково-прутковий транспортуючий робочий орган, змонтований на двох валах 11. Над верхньою ланкою живильника 2 встановлена регулювальна заслінка 1, для зміни дози внесення туків. Під його нижньою ланкою змонтовано жолоб 6, один кінець якого огинає вал 11, а зріз (край) 10 його протилежного кінця виконаний під гострим кутом до повздовжньої осі кузова 4. На рамі 7 встановлено відцентровий вентилятор 5, до якого через повітропровід 12 приєднано матеріалопроводи 14 різної довжини (рис. 2), котрі обладнано ежекторами 9 з лійками 8, що розміщені біля обрізу 10 жолоба 6. Матеріалопроводи 14 розміщені під нижньою ланкою живильника 2, спрямовані упоперек повздовжньої осі кузова 4, а їх вихідні кінці обладнані розсіювачами 13 аеросуміші.

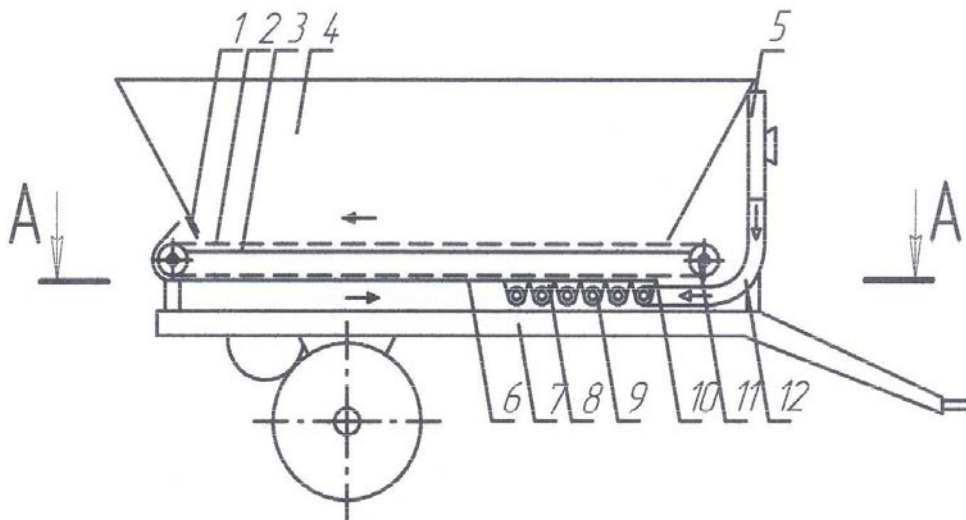


Рис.1. Функціональна схема удосконаленої машини

Під час роботи експериментального зразка машини, завантажені туки виносяться у відрегульованій заслінкою 1 дозі, верхньою ланкою живильника 2 із кузова 4 і подаються на жолоб 6, по якому транспортуються нижньою ланкою живильника 2 у зворотньому напрямку. Стиснуте повітря від вентилятора 5 через повітропровід 12 поступає в матеріалопроводи 14, за ежекторами 9 рухається повітряний потік. Туки, які транспортуються по жолобу 6, при

Міжнародна науково-практична конференція

«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій в системі природокористування»

проходженні його зрізу 10 просіваються крізь перфорації (міжпругковий простір) нижньої ланки живильника 2 в лійки 8, через які поступають в ежектори 9. В останніх туки змішуються з повітряним потоком, і утворена аеросуміш транспортується по

матеріалопроводах 14 (рис. 2), до розсіювачів 13, якими потік розсівається і у вигляді віяла викидається в атмосферу. Під дією одержаної кінетичної енергії і сили земного тяжіння туки, які перейшли у вільний політ, розсіваються і осідають на поверхню поля.

Завдяки виконанню матеріалопроводів 14 різної довжини і установці розсіювачів 13 з постійним кроком досягається якісне внесення туків за робочою шириною захвата машини.

Висновки. Застосування машини для внесення твердих мінеральних добрив з пневматичною висівною системою дає можливість більш якісного виконання технологічного процесу розсівання добрив по поверхні поля.

А – А

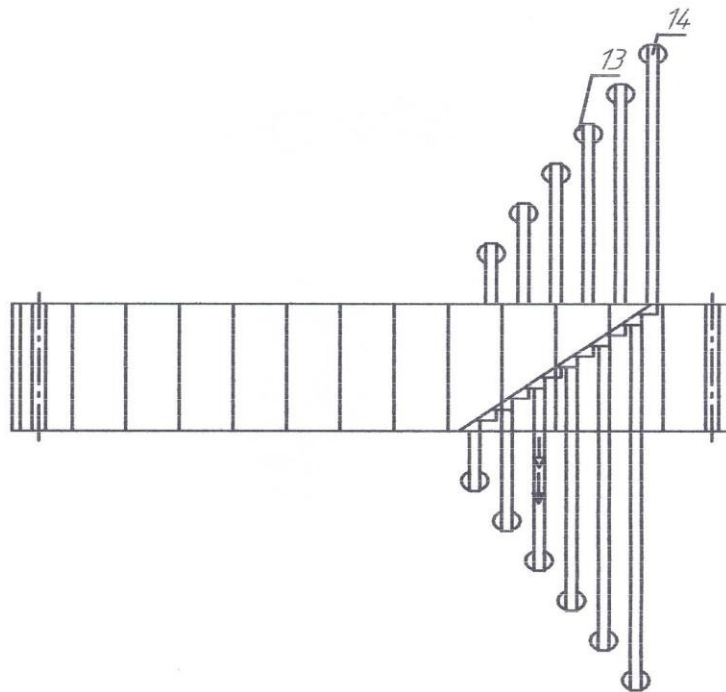


Рис. 2. Функціональна схема удосконаленої машини

Список використаних джерел:

1. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.
2. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хімеліорантів //Техніка АПК.-2000.-№3.- С.10-12.

УДК 338.43:004.9

ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА У ТРАНСФОРМАЦІЇ СУЧАСНОСТІ

ВЕЧЕРА О.М., ст. викладач,

ТЕСЛЮК Б.В., студент,

НУБіП України

КУЯНОВ В.В., к.т.н., с.н.с.

ІПР НААН

E-mail: vecheraoleg@nubip.edu.ua, bogdan_tesluk@gmail.com,
vladimir.kuianov2@gmail.com

В умовах глобалізації та посилення конкуренції на світових продовольчих ринках, ефективність функціонування агропромислового комплексу (АПК) України безпосередньо залежить від рівня його технологічного оновлення. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується переходом до четвертої промислової революції (Industry 4.0), де інформаційні технології стають не просто допоміжним інструментом, а стратегічним ресурсом. Для підприємств АПК впровадження ІТ є ключовим фактором зниження собівартості продукції, оптимізації використання ресурсів та підвищення врожайності [1]. Сучасна аграрна наука постала перед викликом: необхідністю інтенсифікації виробництва продовольства при одночасному зниженні антропогенного впливу на біосферу. Відомо, що традиційні методи суцільного обприскування посівів призводять до того, що значна частина пестицидів (до **40%**) не досягає цільових об'єктів, акумулюючись у ґрунті та ґрунтових водах, на що системи точного землеробства пропонують перехід від концепції «керування полем» до концепції «керування кожною рослиною або мікрозоною».

Питанням цифровізації аграрного сектору присвячені праці багатьох провідних вчених. Проте стрімкий розвиток технологій потребує постійного переосмислення існуючих підходів. Актуальним залишається пошук балансу між капітальними витратами на ІТ-рішення та реальним економічним ефектом у специфічних умовах вітчизняного агровиробництва. Трансформація традиційного сільського господарства в цифрове (Agriculture 4.0) базується на комплексному використанні низки технологічних рішень.

Зупинимось на найбільш вагомих.

Системи точного землеробства. Це фундаментальний напрям, що базується на використанні даних GPS/GNSS для точного позиціонування техніки. Завдяки цьому досягається:

- виключення перекриттів та пропусків під час посіву, внесення добрив, обприскування; використання RTK-сигналів (корекція в реальному часі) забезпечує точність руху агрегата до **2 – 3 см**, це дозволяє повністю виключити перекриття (повторне обприскування однієї ділянки) та «огріхи» (необроблені зони); лише цей етап дозволяє скоротити витрати препарату на **5 – 15%** залежно від конфігурації поля;

- диференційоване внесення ресурсів, залежно від потреб конкретної ділянки поля; замість єдиної норми внесення для всього поля, система використовує карти-завдання, побудовані на основі індексів вегетації (наприклад NDVI); формула розрахунку норми враховує фактичний стан біомаси:

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

$$Q=ff(S, V, D)dx,$$

де: Q - обсяг внесення,
 S - швидкість руху,
 V - індекс вегетації,
 D - ступінь забур'яненості;

- системи точкового обприскування технології типу *See & Spray* використовують камери та нейронні мережі для ідентифікації бур'янів у реальному часі; форсунки відкриваються лише тоді, коли об'єкт потрапляє в зону дії сенсора, це дозволяє зменшити використання гербіцидів на 60–80% на ранніх стадіях вегетації а також зниження витрат палива на 15–25%;

- **точне землеробство 2.0:** у розвинених країнах понад 70% великих ферм використовують ШІ для моніторингу посівів та автоматизації техніки;

- **автономні машини:** трактори та комбайни, керовані через GPS без водіїв, стають стандартом; технологія **EcoRobotix ARA** дозволяє вибірково обприскувати бур'яни, економлячи до **96%** гербіцидів;

- **прогнозна аналітика:** ШІ аналізує генетичні бази даних та погодні умови для виведення стійких до хвороб сортів рослин і точного прогнозування врожайності.

Екологічний аспект: зменшення обсягів пестицидів знижує ризик резистентності шкідливих організмів та запобігає деградації корисної мікрофлори ґрунту. Крім того, зменшується кількість води, необхідної для приготування робочих розчинів, що є критичним в умовах кліматичних змін.

Впровадження інтернет речей (IoT) та сенсорні мережі. Використання датчиків вологості ґрунту, температури, стану посівів та метеостанцій дозволяє отримувати інформацію в режимі реального часу для оптимізації часу обробки полів.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА):

- дрони стали невід'ємною частиною сучасного АПК. Вони виконують такі функції;
- мультиспектральний аналіз стану рослин (індекс NDVI);
- виявлення осередків шкідників та хвороб;
- створення 3D-карт рельєфу;
- точкове або повне обприскування посівів, що особливо важливо в умовах складного ландшафту.

Великі дані (Big Data) та Штучний інтелект (ШІ):

- сучасне підприємство генерує величезні масиви даних; програмні комплекси на основі ШІ дозволяють аналізувати статистичні дані про врожайність, погодні умови та стан ринків для прогнозування оптимальних термінів технології вирощування та побудови ефективних маркетингових стратегій та планів [2-3].

Висновки та перспективи. Незважаючи на очевидні переваги, широке впровадження систем точного обприскування ще обмежується високою вартістю обладнання та необхідністю спеціальної підготовки персоналу. Проте, згідно з розрахунками, термін окупності таких систем у господарствах площею понад 500 га становить від 1.5 до 2.5 років лише за рахунок економії пестицидів. Результати дослідження показують, що найефективнішими рішеннями є ті, що поєднують збір, обробку та виконання даних, зокрема технології зі змінною швидкістю, автономна техніка та платформи на базі штучного інтелекту [2]. Подальший розвиток алгоритмів штучного інтелекту для ідентифікації патогенів обіцяє ще радикальніше скорочення хімічного навантаження на довкілля.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Ключові пріоритети для України - це розвиток широкосмугового інформаційного доступу в сільській місцевості, фінансові стимули для фермерів, відкриті платформи сільськогосподарських даних та освітні ініціативи для сприяння цифровій грамотності в агропродовольчому секторі. Але для прискорення цього процесу необхідна державна підтримка, наприклад у формі пільгового кредитування на придбання інноваційного обладнання та розвиток освітніх програм для підготовки «агро-ІТ» спеціалістів.

Список використаних джерел:

1. Мамчур В. А., Студінська Г.Я. Інноваційний розвиток аграрної сфери в умовах реалізації національної системи стійкості. Економіка та суспільство. 2023. № 56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-144>
2. Грачов О.А. Штучний інтелект в сільському господарстві. Наука і техніка сьогодні, № 12(40) (2024). С.1162-1173. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-12\(40\)-1162-1173](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-12(40)-1162-1173)
3. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, MJ. Великі дані в розумному землеробстві — огляд. Сільськогосподарські системи, №153, С.69-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>

УДК 631.358.44/45

УДОСКОНАЛЕННЯ СЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

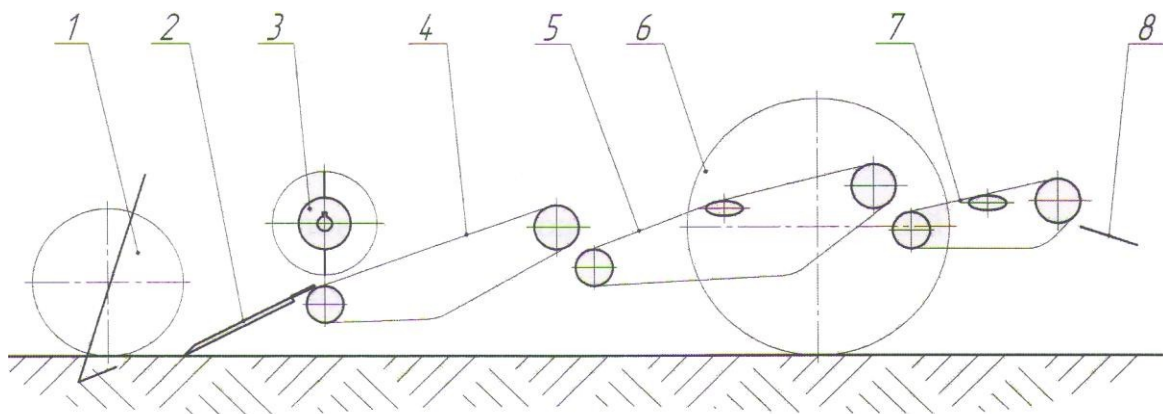
С.М Герук доцент, к.т.н., С.В. Міненко доцент, к.т.н., ЖАТК
В.Б.ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н., Б.В.ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,
Т.О.МЕЛЬНИК студент магістратури, НУБІП УКРАЇНИ

Важливим завданням при обробці потоку картопляного вороху є рівномірне його розподілення по всій робочій ширині пруткового елеватора. Це дає змогу використання повної площі елеватора, а значить досягнення максимальної продуктивності і якості сепарації ґрунтового вороху.

Експериментальні дослідження проводились на картоплекопачі КСТ-1,4А з встановленим на ньому комбінованим сепаратором картопляного вороху (рис.1), який складається з наступних основних вузлів: копіювального колеса 1, за допомогою якого регулюється глибина підкопування гребенів, активних лемешів, що підкопують грядку та коливаються з амплітудою 14 мм та частотою $9,4 \text{ с}^{-1}$, розрихлювача-вирівнювача 3, що разом з швидкісним елеватором 4 складають комбінований сепаратор, основного елеватора 5, що рухається зі швидкістю 2,26 м/с, каскадного елеватора 7, ходових коліс 6 та відбивачів 8, що вкладають бульби у рядок на поверхні поля.

Картоплезбиральна машина працює наступним чином. Під час переміщення машини по полю лемеші, що встановлені на відповідну глибину копання, підрізають два суміжні рядки і спрямовують скибу на швидкісний елеватор.

За рахунок розрихлювача-вирівнювача скиба руйнується та вирівнюється за шириною робочої поверхні швидкісного елеватора і, оскільки його швидкість більша ніж поступальна швидкість агрегату, не створюється нагромадження вороху в приймальній частині машини. На швидкісному елеваторі відбувається інтенсивне відділення домішок від бульб картоплі. Із швидкісного елеватора маса надходить до основного елеватора, де бульби відокремлюються від ґрунту, за рахунок струшування полотна елеватора, еліптичними струшувачами. В подальшому маса потрапляє на каскадний елеватор. Останній спрямовує їх на поверхню поля, а відбивачі звужують валок до ширини 60 - 90 см.



а)

Рис.1. Схема лабораторно-польової установки для випробування комбінованого сепаратора:

1 — копіювальне колесо; 2 - підкопуючі лемеші, 3 - розрихлювач-вирівнювач; 4 - швидкісний елеватор; 5 — основний елеватор; 6 - опорне колесо; 7 каскадний елеватор; 8 — відбивачі.

Комбінований сепаруючий пристрій [1] складається з сепаруючого елеватора та розрихлювача-вирівнювача (рис.2), який активно діє на бульбоносний шар, руйнуючи тверді грудкові утворення та розрівнюючи його по всій ширині сепаруючого елеватора

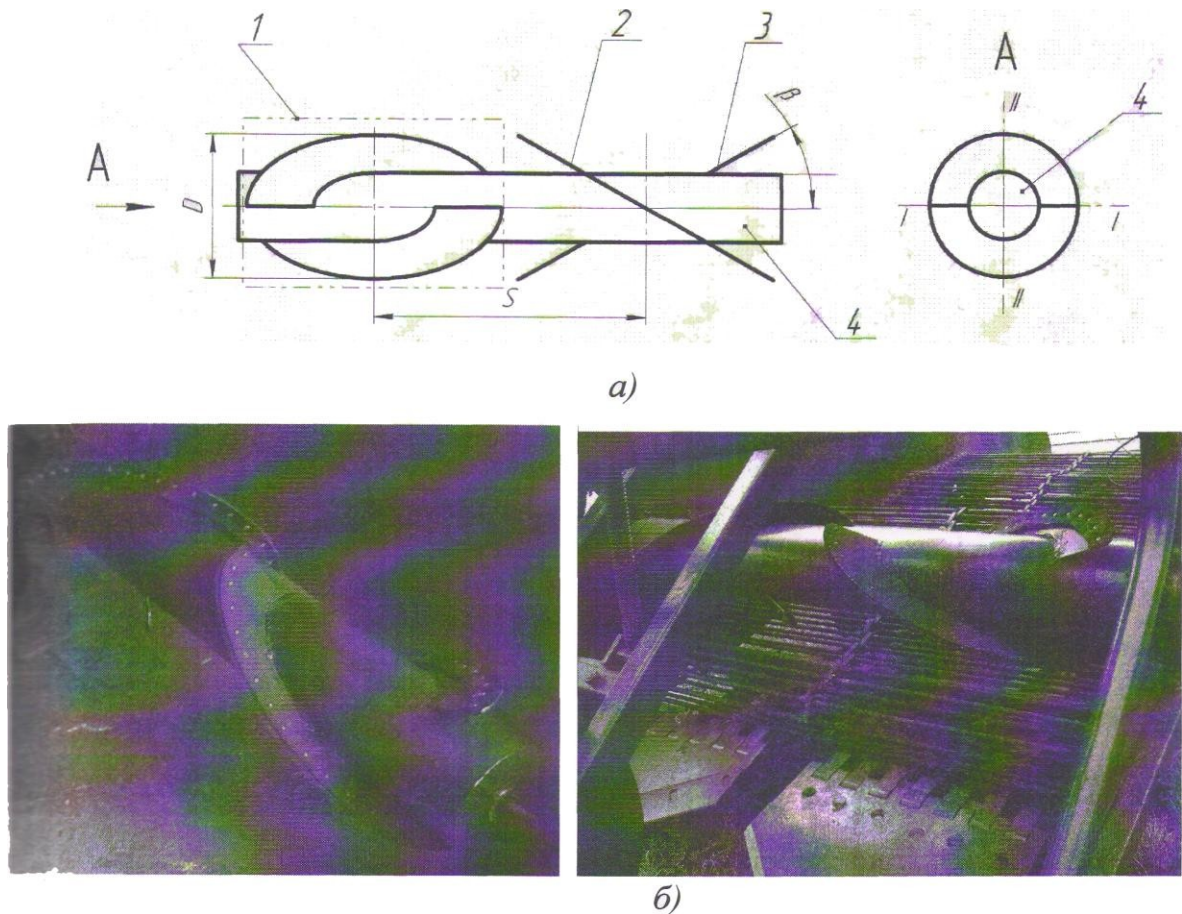


Рис. 2. Розрихлювач-вирівнювач комбінованого сепаратора:

a - схема розрихлювача-вирівнювача; *б* - загальний вигляд;
1 -розрихлюючий елемент; *2,3* - півдиски; *4* - барабан

за допомогою розрихлюючих елементів 1, які жорстко встановлені на барабані 4. Кожен розрихлюючий елемент створений з двох півдисків 2, 3, що направляють бульбоносний шар до вентральної частини сепаруючого елеватора.

Розрихлюючі елементи 1 виконані у вигляді двох півдисків лівого 2 та правого 3, причому кожний з них встановлений на валу під кутом β . Великі осі цих півдисків знаходяться в одній площині, а їх проекція на горизонтальну площину в положенні, коли площина, через яку проходять великі осі півдисків, перпендикулярна горизонтальній площині, вписується у еліпс.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Розрихлюючі елементи встановлені на відстані ширини міжрядь рядків картоплі таким чином, що площини, в яких знаходяться великі осі півдисків в кожному розрихлюючому елементі, перпендикулярні одна одній.

Список використаних джерел:

1. Герук С.М., Міненко С.В. Активізація процесу сепарації картопляного вороху при використанні пруткових елеваторів Вісник сумського національного аграрного університету (Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»): Зб. наук, праць. - Суми, 2008. - Випуск 1(17).-с. 145-150.
2. Герук С.М., Міненко С.В. Методика планування експерименту з визначення оптимальних параметрів розрихлювача-вирівнювача картоплезбиральної машини 0 Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Зб. наук, праць., випуск 38. - Кіровоград, 2008. -с. 234-237.

УДК 614.841:621.3

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТІ З ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯМ

ЗАБОЛОТНІЙ О.А.,

кандидат педагогічних наук, доцент,

ВП НУБІП України "Ніжинський агротехнічний інститут";

e-mail: natifizo2010@ukr.ne

Вступ

Пожежна безпека є одним із найважливіших аспектів у будь-якій сфері діяльності, а особливо при роботі з електрообладнанням. Сучасний світ неможливий без електрики, і з кожним роком кількість електроприладів та складність електричних систем зростає. Статистика свідчить, що значна частина пожеж виникає саме через порушення правил експлуатації електрообладнання, його несправності або застарілість електромереж. Метою цієї роботи є ознайомлення з основними причинами пожеж, вимогами безпеки та ефективними методами їх запобігання, а також діями у разі виникнення пожежі в електроустановках.

Причини виникнення пожеж в електроустановках

Пожежі, пов'язані з електрообладнанням, можуть мати різноманітні причини, які часто взаємопов'язані. Серед таких причин можна виокремити:

Коротке замикання. Воно виникає, коли струмопровідні частини електроустановки, що мають різний потенціал, з'єднуються між собою безпосередньо або через провідник з дуже низьким опором.

Перевантаження електромережі виникає, коли до однієї електричної мережі підключається занадто багато потужних електроприладів одночасно. Внаслідок цього відбувається перегрів проводки, руйнування ізоляції, що може призвести до короткого замикання або безпосереднього займання ізоляції та прилеглих горючих матеріалів.

Несправність електроприладів та обладнання. Це можуть бути як виробничі дефекти, так і наслідки зношення обладнання з часом, пошкодження ізоляції, що виникають під час експлуатації.

Порушення правил експлуатації є людським фактором. До таких порушень належать використання пошкоджених або несправних приладів, залишення електроприладів без нагляду (особливо нагрівальних), використання електроприладів не за призначенням, а також закриття вентиляційних отворів приладів, що призводить до їх перегріву.

Застаріла або пошкоджена електропроводка є ще однією критичною проблемою. З часом ізоляція проводів старіє, тріскається, втрачає свої захисні властивості під впливом температури, вологи та механічних пошкоджень.

Основні вимоги пожежної безпеки при роботі з електрообладнанням

Для мінімізації ризиків виникнення пожеж необхідно суворо дотримуватися встановлених правил та норм пожежної безпеки.

Правила монтажу та експлуатації електроустановок вимагають неухильного дотримання нормативних документів, оскільки Правила улаштування електроустановок [6] та Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [1]. Важливо забезпечити кваліфікований монтаж та підключення електрообладнання, а також обов'язкове заземлення та занулення електроустановок для захисту від ураження електричним струмом та запобігання пожежам.

Використання сертифікованого обладнання. Всі електроприлади, кабелі, розетки та інше електрообладнання повинні відповідати національним та міжнародним стандартам безпеки. Регулярні перевірки та обслуговування електроустановок – запорукою їх безпечної експлуатації.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Заборона використання саморобних та несправних приладів. Несертифіковані та саморобні пристрої не гарантують безпеки і можуть стати причиною пожежі.

Завжди потрібно вимикати електроприлади з мережі, коли ви виходите з приміщення або залишаєте його на тривалий час. Нагрівальні прилади, повинні бути вимкнені одразу після використання. Організаційні заходи включають проведення регулярних інструктажів з пожежної безпеки для всього персоналу, навчання правилам користування електрообладнанням та діям у разі пожежі. Розміщення плакатів, інструкцій та знаків пожежної безпеки у доступних місцях також сприяє підвищенню обізнаності та дисципліни.

Засоби та методи гасіння пожеж в електроустановках. Незважаючи на всі запобіжні заходи, ризик виникнення пожежі повністю виключити неможливо. Тому важливо знати, як діяти у разі її виникнення. Першочергові дії при виявленні пожежі включають негайну евакуацію людей з небезпечної зони. Після цього необхідно якомога швидше вимкнути електроживлення об'єкта.

Використання вогнегасників є основним методом первинного гасіння пожеж. Для гасіння електроустановок під напругою (до 1000 В) слід використовувати лише вуглекислотні (ВВК) або порошкові (ВП) вогнегасники. Вони не проводять електричний струм і ефективно пригнічують горіння. Заборона використання води для гасіння електроустановок під напругою є абсолютною.

Виклик пожежної служби є обов'язковим кроком, незалежно від того, чи вдалося локалізувати пожежу власними силами.

Висновок

Пожежна безпека при роботі з електрообладнанням – це комплексна система заходів, що вимагає постійної уваги та відповідального ставлення. Дотримання встановлених правил, регулярне обслуговування обладнання, використання сертифікованих пристроїв та обізнаність щодо дій у разі пожежі є запорукою збереження життя, здоров'я та майна. Постійне підвищення рівня знань та навичок у сфері пожежної безпеки є невід'ємною частиною культури безпеки.

Список використаних джерел:

1. **Основи пожежної безпеки при експлуатації електроустановок** [Електронний ресурс] Studfile. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5461996/page:2/> (дата звернення: 07.04.2026).
2. **Пожежна безпека електроустановок** [Електронний ресурс] / Scribd. – Режим доступу: <https://www.scribd.com/document/934810082/Пожежнабезпека-електроустановок> (дата звернення: 07.04.2026).
3. **Пожежна безпека електроустановок: правила та заходи** [Електронний ресурс] Euroservis. – Режим доступу: <https://euroservis.com.ua/ua/pozharnaya-bezopasnost-v-elektroenergeticheskikh-ustanovkakh-mery-bezopasnosti-i-riski/> (дата звернення: 07.04.2026).
4. **Пожежна безпека при користуванні електроприладами** [Електронний ресурс] Макарівська селищна рада. – Режим доступу: <https://new.makariv-rada.gov.ua/pozhezhna-bezpeka-pry-korystuvanni-elektropriladamy/> (дата звернення: 07.04.2026).
5. **Правила безпеки при користуванні електроприладами** [Електронний ресурс] Державна служба України з надзвичайних ситуацій. – Режим доступу: <https://tr.dsns.gov.ua/news/ostanni-novini/4591> (дата звернення: 07.04.2026).
6. **Правила безпеки при користуванні електроприладами** [Електронний ресурс] Сумська міська рада. – Режим доступу: <https://smr.gov.ua/uk/dovidka/pro-tse-var-to-znati-vsimplam-yatki-gorodyanam/7519-pravila-bezpeki-pri-koristuvanni-elektropriladami.html> (дата звернення: 07.04.2026).
7. **Тема 7. Пожежна безпека в електроустановках** [Електронний ресурс] Охорона праці. – Режим доступу: https://ohorona-praci.ucoz.ua/index/tema_7_pozhezhna-bezpeka_v_elektroustanovkakh/0-59 (дата звернення: 07.04.2026).

УДК 631.365

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЛІСНО-ПАЛЬЦЕВИХ ГРАБЛІВ

Ікальчик М.І. к.т.н., доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Одним з основних видів кормів в зимових раціонах худоби є сіно, в якому містяться усі поживні речовини, які необхідні для повноцінної годівлі тварин.

Для отримання сіна використовують багатолітні, однолітні і злакові кормові трави в чистому вигляді, їх насіння, а також травостої природних поліпшених кормових угідь, які скошені не пізніше масового цвітіння бобових і до початку цвітіння злакових трав.

Для отримання сіна високої якості необхідно правильно організувати збиральні роботи. Врожай трав, а також вміст в рослинах протеїну, клітковини, вітамінів та інших речовин значно залежить від фази розвитку рослин, при яких проводиться збирання. Трави по мірі досягання стають менш поживними і гірше перетравлюються тваринами. Велика рогата худоба з'їдає більше і охоче сіно, приготовлене з трав, скошених в більш ранні фази розвитку. Отже, одна з основних вимог отримання високоякісного сіна є своєчасне скошування трав. Крім цього, на якість отриманого сіна великий вплив здійснює тривалість сушіння трави. В результаті дослідів встановлено, що при рівномірному прискореному сушінні трав, які забезпечуються такими операціями, як плющення, спущування, ворущіння, втрати поживних речовин можуть бути зменшені.

Ворущіння є ефективним прийомом, який забезпечує рівномірне та швидке сушіння трави. При ворущінні трава в прокосах розміщується рихлим, добре провітрюваним шаром, а це покращує її аерацію. Перше ворущіння проводять одночасно з скошуванням або після нього, послідує – по мірі підсихання верхнього шару трави.

Впровадження нових технологічних прийомів заготівлі сіна сільськогосподарське виробництво повинно ґрунтуватися на створенні високопродуктивних машин, які максимально наближають процеси кормовиробництва до промислового виробництва [1].

Польове сушіння скошених трав супроводжується втратами поживних речовин за рахунок біохімічних процесів, розвитку мікроорганізмів, вимивання опадами. Причому розміри усіх втрат зростають із збільшенням тривалості сушіння. Знизити їх можливо шляхом інтенсифікації цього процесу.

Для скорочення тривалості польового сушіння трав, а відтак витрат поживних речовин при заготівлі сіна, розроблено ряд способів інтенсифікації процесу, які можливо розділити на п'ять груп: хімічні, термічні, електричні, механічні та комбіновані. Розроблені способи базуються на таких принципах: зменшення енергії зв'язку вологи із клітинами рослин; створені сприятливих умов виходу вологи з рослин; ефективного використання сонячного тепла і волого поглинаючої здатності повітря. З вказаних способів прискорення сушіння трав в теперішній час найбільшого розповсюдження отримали наступні способи: плющення, кондиціювання, ворущіння та перевертання скошених трав.

Через те, що інші способи є досить енергоємними, можуть спричинити токсичну дію на тварин, зменшують наступну продуктивність сінокосів. Відомо, що по мірі насичення повітря паром, його здатність до поглинання вологи знижується. Тому прискорення сушіння можна досягти в тому випадку, коли трава легко продувається. Покращити аерацію повітря в скошеній траві можливо шляхом її ворущіння та перевертання. Унаслідок цього щільність її укладання зменшується, і вона, провітрюючись, інтенсивно віддає вологу. Крім того, недостатньо підсушені рослини переміщуються з нижніх шарів в верхні, що підвищує рівномірність сушіння.

За даними багатьох авторів [2] ворущіння та перевертання скошеної трави є ефективним способом інтенсифікації сушіння, який дозволяє значно прискорити цей процес.

**Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»**

М. Дж. Неш [3] зазначає, що в умовах багатьох країн Західної Європи інтенсивність випаровування вологи з не ворушеної трави складає 0,5...1,0% за годину. Однак якщо траву періодично ворушити або, щоб повітря надходило до нижніх шарів, то швидкість сушіння збільшується до 2% за годину.

Особливо важливого значення ворушіння скошених трав набуває в зонах з вологим кліматом або при нестійких погодних умовах, тому що в цьому випадку основні втрати поживних речовин відбувається через випадання опадів, а також тривале сушіння трави в полі [5].

Тривалість заготівлі сіна в основному залежить від якості виконання операцій згрібання, ворушіння і перевертання скошених трав. Ця обставина, а також значна питома вага операцій, які виконують граблі і ворушили при заготівлі сіна, визиває необхідність постійного удосконалення цих машин.

Починаючи з 70-х років 20 століття найбільше поширення для ворушіння згрібання і перевертання сіна одержали ротаційні граблі-ворушилки з робочими органами, що обертаються. Ці машини відрізняються великою продуктивністю, високою якістю виконання операцій.

Пропонується розроблена конструкція граблів - ворушилки, в яких з метою збільшення ширини захвату і розширення функціональних можливостей до центрального модуля ротаційної ворушилки приєднано бокові секції колісно пальцевих граблів.

Граблі-ворушилка складаються з центральної секції, на якій встановлені ротори із граблями які обертаються навколо вертикальної осі. До кінців центральної рами шарнірно приєднані бічні секції колісно пальцевих граблів, колеса яких регулюються по висоті відносно ґрунту.

При русі граблів - ворушилки пальцеві колеса контактуючи з ґрунтом обертаються і переміщують прив'язану траву до граблів роторів, які обертаються від валу відбору потужності захвачують позаду роторів на ширину захвату ворушилки.

Одним із ключових параметрів граблів є їхня ширина захвату, яка впливає на ефективність роботи та розмір сформованого валка. Відомо, що потужність валка визначає швидкість висушування сіна, а отже, і рівень втрат поживних речовин. Крім того, цей параметр впливає на продуктивність подальшої техніки, зокрема прес-підбирачів, візків-підбирачів та інших механізмів, що використовуються для збирання сіна.

Висновки.

Розроблено конструкцію граблів - ворушилки, в якій з метою збільшення ширини захвату і розширення функціональних можливостей до центрального модуля ротаційної ворушилки приєднано бокові секції колісно пальцевих граблів, що дозволить удосконалити технологію заготівлі сіна, знижуючи собівартість його заготівлі.

Список використаних джерел:

1. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.П. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник. Вінниця: ФОП Рогольська І.О. 2015. 448 с.
2. Постельга С., Смоляр В. Актуальні технічні та технологічні аспекти заготівлі кормів. Всеукраїнський аграрний журнал "АгроЕліта". Сайт <https://agroelita.info/>. Головна > Техніка > Актуальні технічні та технологічні аспекти заготівлі кормів. 12.06.2019. URL: <https://agroelita.info/aktualni-tehnichni-ta-tehnologichni-aspekty-zahotivlikormiv/> (дата звернення: 01.10.2025).
3. Філоненко Л., Тихоненко О., Укрдїпвт Ім. Л. Погорілого. Сучасна техніка для заготівлі кормів. Журнал "Агробізнес Сьогодні". <https://agro-business.com.ua/>. Головна / Статті / Механізація АПК. 24.05.2011. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiiaapk/item/865-suchasna-tekhnika-dlia-zahotivli-kormiv.html> (дата звернення: 01.10.2025).

УДК 631.365

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ЖАТКИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКУ

Ікальчик М.І. к.т.н., доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Завершальний найбільш відповідальний етап в сучасній технології вирощування соняшника - збирання урожаю. Проведення його затрудняється пізніми строками і нерівномірністю досягання рослин, погодними умовами і труднощами організаційно - технічного характеру.

Закінчення збирання в агротехнічні оптимальні строки і без втрат вимагає великих затрат праці, своєчасної і чіткої організації робіт, вмілого використання збиральної техніки навантажувально-розвантажувальних і транспортних засобів. Від ретельної підготовки всього збирально-транспортного конвеєра, від рівня організації збиральних робіт залежить не тільки повнота збирання врожаю, але і його якість.

Найкращі результати в проведенні збирання врожаю отримують там де вчасно в весь комплекс робіт планують таким чином, щоб всі операції виконувались в потоці, вимагаючи своєчасне очищення, в необхідних випадках сушіння, і вивезення зерна на заготівельні пункти в день надходження його на тік від комбайна [1].

Вузьким місцем у використанні збиральної техніки є транспорт. Цього не буває там, де організована групова робота збиральних агрегатів.

Збирання - один з найвідповідальніших етапів технології вирощування соняшнику від якого в значній мірі залежить доля врожаю.

При неправильній організації збирання можна витратити значну частину вирученого насіння і різко знизити якість отриманої з них олії. Це особливо відноситься до високо олійних сортів, насіння яких більш вимогливі до умов зберігання, легко травмуються, а насіння вражаються грибковими хворобами. Запізнення із збиранням призводить також до засміченості полів падалицею, що зменшує врожай висіваючих культур, сприяє розповсюдженню різноманітних хвороб і шкідників [2]. При збиранні цієї важливої олійної культури загальні втрати насіння не повинні перевищувати 25%. Середня висота стерні стебел має становити не більше як 20 мм. У процесі обмолочення кошиків і очищення насіння на сепарувальних робочих органах пошкодженого насіння не повинно бути більше 1,5%. Чистота насіння, що знаходиться у бункері найбільшій після обмолочування кошиків має становити не менше як 95%.

Збирання соняшника починається тоді, коли вологість насіння зменшується до 12-14% і проводять в машинально стислі строки 6-7 днів [3].

Комбайни перед збирання соняшника надійно герметизують. Щоб зменшити подрібнення насіння, частоту обертання молотильного барабана знижують до 240-300 хв-1. Для цього на комбайні встановлюють редуктор для пониження частоти обертання молотильного апарата, який забезпечує зниження обертів барабана до 300-400 хв-1. Деку опускають так щоб зараз між бітами барабана і планками деки був на вході 40-50 мм на виході 25-30мм.

Оскільки в нашій країні випускається широкий ряд типорозмірів жаток, ширина захвату яких коливається від 4,1 до 8,6 м, то така конструкція пристосування призводить до необхідності випускати такий же ряд типорозмірів і неможливо переставити на жатку комбайна з іншою шириною захвату. Зазначене пристосування навішується на жатку зернозбирального комбайна з сегментно-пальцевим ріжучим апаратом і польовим дільником.

У пристосуванні до жниварки зернозбирального комбайна для збирання соняшника бортики дільників виконані з внутрішнім скосом 35-45⁰, порожнистими, товщиною 0,6-1 мм при товщині полотна 1-2мм, бортики виконанні звареними, знизу кожного дільника виконанні паралельно по відношенню один від одного парні тяги для регулювання дільника відносно горизонтальної поверхні, інтервал між змонтованими на жатку дільниками становить 76-80мм.

**Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»**

Завдяки зміні кута дільників ,відносно горизонтальної поверхні на 3-5⁰ при збиранні соняшнику втрати зерна стали значно менші. Збільшення бортиків в 1,5-2 рази дозволило вловлювати максимальну кількість опадаючого насіння. При виготовленні полотна дільників і їх бортиків було використано мінімальна кількість металу, що значно зменшило вагу пристосування. Також значне здешевлення виробництва пристосування до жнивarki зернозбирального комбайна для збирання соняшника.

Даний результат був досягнутий завдяки простоті, але ефективності конструкції нового пристосування, універсальністю нового пристосування і можливістю його монтажу на переважну більшість існуючих комбайнів ,відсутністю необхідності застосування технологічно складного обладнання для виробництва нового пристосування .

Пристосування містить дільники з тягами. Дільники розташовані по всій довжині жатки. При відношенні довжини дільника до його ширині як 7:3 на всій довжині жатки встановлено від 3 до 5 дільників на кожен метр її довжини .Інтервал між дільниками в цьому випадку становить 76-80 мм. Кожен дільник оснащений смугами жорсткості і змонтований на пальцевому брусі жатки комбайна. Крім того, кожний ділильник оснащений смугами жорсткості для кріплення тяг.

Смуга жорсткості, розміщена на нижній стороні полотна дільника ,аналогічна смузі жорсткості, розташованої на верхній стороні полотна дільника. Тяги дільника забезпечують не тільки зміну кута,відносно поверхні поля за допомогою регулювальних гайок, але і надають дільникам пристосування додаткову жорсткість і міцність, не збільшуючи при цьому загальної ваги пристосування. Бортики виготовлені з скосом 35-40⁰ . Ця величина розрахована як кут між внутрішньою стороною бортика, прилеглої до полотна дільника, і вертикального збільшення жорсткості дільника призначені також для збору обсіпаючого насіння соняшнику за рахунок їх попадання в ложі дільника, а не на землю.

Таким чином, пристосування для збирання соняшника містить дільники, встановлені на пальцевий брус жатки за допомогою болта і гайки. Вся конструкція прикріплена до пальцевого бруса жатки через ніж різального апарату. Пристосування конструктивно пов'язане з мотомилом, призначеним для зрізу головок соняшнику. Для збирання зрізаних головок призначений жолоб, виконаний з ухилом у бік шнека, встановленого перед горловиною приймальної камери.

Висновки.

В роботі запропонований ділильник жатки. Зазначене пристосування навішується на жатку зернозбирального комбайна з сегментно-пальцевим ріжучим апаратом і польовим дільником. У пристосуванні до жнивarki зернозбирального комбайна для збирання соняшника бортики дільників виконані з внутрішнім скосом 35-45⁰, що дозволяє використовувати різні типорозміри жаток.

Список використаних джерел:

1. Аспекти процесів збирання незернової частини врожаю кукурудзи та соняшнику як твердого біопалива. В. В. Адамчук та ін. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2019. Вип. 9 (108). С. 10–20. DOI:10.37204/0131-2189-2019-9-1 3. Кузьмич А.Я., Анеляк М.М., Грицака О.М. Збирання незернової частини урожаю соняшнику на енергетичні цілі. Конструювання, виробництво та).

2. Філоненко Л., Тихоненко О., Укрдїпвт Ім. Л. Погорілого. Сучасна техніка для заготівлі кормів. Журнал “Агробізнес Сьогодні”. <https://agro-business.com.ua/>. Головна / Статті / Механізація АПК. 24.05.2011. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiiaapk/item/865-suchasna-tekhnika-dlia-zahotivli-kormiv.html> (дата звернення: 01.10.2025).

3. Оверченко Б. Соняшник : Рекомендації до збирання. // Фермерське господарство. – 2012. - № 20. – С. 16.

УДК 631.365

МОДЕРНІЗАЦІЯ РІЖУЧОГО АПАРАТУ РОТАЦІЙНОЇ КОСАРКИ

Ікальчик М.І. к.т.н., доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Скошування рослинної маси є енергоємною операцією технологічного процесу заготівлі сухих кормів чи кормів на основі зеленої маси. Підвищення продуктивності косарок скоротить терміни збирання врожаю. Вивчення та аналіз конструкційних особливостей сільськогосподарських машин провідних фірм свідчать про те, що сучасними тенденціями їхнього розвитку є постійне зростання продуктивності і потужності, вдосконалення та розробка конструкцій машин, що дають змогу значно краще виконувати комбіновані технологічні процеси і це сприяє підвищенню продуктивності праці.

У відповідності з зоотехнічними вимогами багаторічні трави скошують в фазі бутонізації, а злакові в фазі початку колосіння. Тривалість періоду скошування у господарстві не повинна перевищувати 8 – 10 днів. Висота скошування впливає на величину врожаю та склад травостою. Для найбільш повного збору врожаю необхідно зрізувати рослини як можна нижче, але при значних нерівностях поля це може призвести до забруднення сіна землею, дерниною та залишками минулорічних рослин. Надто низький зріс бобових в північних районах приводить до підмерзання кореневої системи та порушує нормальне відростання багаторічних трав. В південних районах бажано скошувати чим нижче. Це дозволяє знищити низькорослі бур'яни. Крім того, при низькому скошуванні нові стебла люцерни розвиваються переважно від бруньок, в кореневій головці, внаслідок чого відростання та цвітіння її відбувається швидше. Із врахуванням цього оптимальна висота зрізу рекомендується 5 – 6 см. Другим важливим показником скошування являється якість зрізу. Зріз рослин повинен бути чистим, без виривання їх з землі та розривів стебла. Це не тільки зменшує навантаження на ріжучі елементи, але не впливає й на своєчасне отримання наступного врожаю. Надмірне навантаження на опори ріжучого апарату косарок зминає стерню та ущільнює поверхню поля, пригнічуючи кореневу систему рослин. Недостатнє навантаження призводить до того, що ріжучий апарат легко піднімається, що призводить до збільшення висоти стерні. Тому косарки необхідно експлуатувати з правильно відрегульованим навантаженням ріжучого апарату на ґрунт [1].

Роторні косарки широко використовуються для заготівлі кормів, догляду за пасовищами, скошування бур'янів уздовж доріг і на узбіччях. Вони чудово справляються зі скошуванням як м'яких лугових трав, так і густих багаторічників. Популярність обумовлена не лише продуктивністю, а й універсальністю: машини легко агрегатуються з тракторами різних марок, не вимагають складного техобслуговування та швидко окуповуються в експлуатації. Ротаційні косарки оснащені різальними апаратами без підпірного зрізування і не мають зворотнопоступального руху робочих частин. Ножі ротаційних апаратів здійснюють обертальний рух з лінійною швидкістю до 50-60 м/с разом з диском або барабаном. Це дає змогу істотно збільшити робочу швидкість косарки. За результатами випробувань продуктивність ротаційних косарок на 30%-50% більша в порівнянні з косарками з сегментно-пальцевими різальними апаратами [2]. Барабанні (роторні) і дискові косарки працюють за однією технологічною схемою – різальні ножі обертаються навколо вертикальної осі. В дискових нижньопривідних косарках редуктор, привідні шестерні і робочі диски з ножами встановлено на одній балці. Така конструкція дозволяє значно зменшити масу косарки і відповідно, необхідну потужність трактора. Завдяки цьому можна за рахунок збільшення робочої ширини збільшити продуктивність. В роторних косарках балка з редуктором та привідними шестернями винесена вгору, а ножі встановлюються на роторах з потужними жорсткими стійками [3]. Задача, на рішення якої спрямована розробка, і технічний результат від її використання, полягає у збільшенні продуктивності, зменшенні втрат урожаю та зменшенні енергоємності процесу скошування трав.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Технічний результат досягається за рахунок модернізації ріжучого апарату, який буде містити у своєму складі несучу тарілку, закріплену на верхньому кінці вертикально розташованого приводного вала, чотири активних ножа, розміщених симетрично на периферії тарілки, і протиріжучі пластини, закріплені на пальцях нерухомого тримача. Привід активних ножів буде забезпечуватись центральною шестернею, нерухомо закріпленою на корпусі підшипників приводного вала і сателітними шестернями, жорстко встановленими на валах активних ножів. При цьому активні ножі виконані у вигляді дисків з верхнім кутом заточування леза.

Ротаційний ріжучий апарат містить несучу тарілку, жорстко закріплену на верхньому кінці вертикально розташованого приводного вала, який змонтований на підшипниках, встановлених в корпусі. Корпус закріплений на брусі, в якому розміщена привідна шестерня, посаджена на нижній кінець вала.

На несучій тарілці встановлені вали, які розміщені симетрично на її периферії, що обертаються в підшипниках. На нижніх кінцях валів жорстко закріплені активні ножі дискової форми з верхнім кутом заточування леза. Привід активних ножів забезпечений центральною шестернею, нерухомо закріпленою на корпусі підшипників приводного вала і сателітними шестернями, жорстко встановленими на валах. Нижче ножів знаходиться нерухомий тримач з периферійними пальцями на верхній поверхні яких встановлені протиріжучі пластини. Пальці охоплюють робочий сектор. Зазор між ножами і протиріжучими пластинами регулюється шайбою. Ротаційний ріжучий апарат працює наступним чином. При обертанні ведучої шестерні, посадженої на нижній кінець вала, крутний момент передається на несучу тарілку. При поступальному русі косарки, стебла трави рівномірно розподіляються між пальцями по довжині робочого сектора тримача. Сателітні шестерні обертаються навколо центральної шестерні, забезпечуючи складний обертальний рух дискових ножів щодо центру обертання несучої тарілки і навколо своїх валів. Дискові ножі по черзі переміщуються по робочому сектору тримача. У момент проходження дискових ножів між пальцями стебла трави спочатку затискаються між лезом ножа і протиріжучою пластиною, а потім зрізуються. Зрізані стебла падають на стерню. За рахунок меншого діаметра сателітних шестерень в порівнянні з центральною шестернею збільшується частота обертання ножів і швидкість різання. Збільшення швидкості різання дозволяє знизити енергоємність процесу косіння, підвищити поступальну швидкість косарки і її продуктивність.

Висновки. Запропоновано модернізацію косарки швидкісної навісної КШ-2,1. При чіткій організації праці, ретельній підготовці агрегатів, використанні передових технологій можна отримати високі урожаї однорічних трав і забезпечити їх скошування на сіно у зазначені агротехнічні строки.

Список використаних джерел:

1. Сільськогосподарські машини . Основи теорії і розрахунку: Підручник, Д.Г.Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г.Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл. ISDN 966-8081-38-2.
2. Шмат, С. І. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом [Електронний ресурс] / С. І. Шмат, П. Г. Лузан, С. В. Колісник КНТУ. – 2010. – Режим доступу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>. – Заголовок з екрану.
3. Бабій, М.В. Підвищення ефективності роботи різального апарату косарки [Текст]: М.В. Бабій, П.В. Попович, А.В. Бабій // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 170 технічний сервіс машин для рослинництва”. – Харків, 2016. – С.176–180.

УДК 631.361

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ОЛИВОВЛОВЛЮВАЧА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Ікальчик М.І. к.т.н., доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Доїння належить до найбільш складних і відповідальних операцій у технологічному циклі виробництва молока. Цей процес охоплює дві основні стадії: молоковіддачу та безпосереднє виведення молока.

Використання машинного доїння створює умови для отримання молока високої якості, особливо за застосування молокопровідних систем. Такий спосіб значно знижує фізичне навантаження на операторів і сприяє підвищенню продуктивності праці.

Під час машинного доїння молоко практично не контактує із зовнішнім середовищем. Воно проходить первинну технологічну обробку, що включає очищення та охолодження, завдяки чому істотно зменшується його забруднення механічними домішками та бактеріями, а також збільшується тривалість збереження його якісних характеристик.

Раціональне й безпечне доїння можливе лише за суворого дотримання технологічних вимог, які враховують фізіологічні особливості процесу молоковіддачі у корів. Залежно від конструктивних характеристик обладнання та організації роботи застосовуються ручні, комбіновані або повністю механізовані операції [1].

Вакуумна установка є основним елементом доїльної системи, оскільки забезпечує створення постійного розрідження у вакуумній магістралі та молокопроводі, а також приводить у дію доїльні апарати. Найбільш поширеними є уніфіковані установки типу УВУ-60/45, обладнані ротаційними насосами, які можуть працювати у двох режимах продуктивності — 45 або 60 м³/год.

Конструкція насоса включає циліндричний корпус, у якому ексцентрично змонтовано ротор із пазами для текстолітових лопаток. Під час обертання ротора під дією відцентрової сили лопатки щільно прилягають до внутрішньої поверхні корпусу. Через ексцентричність розташування ротора змінюється об'єм міжлопаткового простору, що забезпечує всмоктування та подальше нагнітання повітря.

При збільшенні об'єму між лопатками виникає зона розрідження, через яку засмоктується повітря. При його зменшенні повітря стискається і через глушник виводиться назовні. Вал ротора встановлюється на шарикопідшипниках, які потребують постійного змащення.

Для забезпечення надійної роботи підшипників і внутрішніх поверхонь насоса застосовуються мастильні матеріали типу И-20А, И-40А, М-8А або М-10В2. Олива через спеціальні канали надходить до підшипників, після чого змащує лопатки та внутрішні стінки корпусу.

Режим продуктивності 60 м³/год використовується переважно в агрегатах, оснащених молокопроводами. Регулювання продуктивності досягається зміною шківів клинопасової передачі на валу електродвигуна [2].

Для компенсації коливань вакууму в системі застосовується вакуумний балон. Крім стабілізації тиску, він виконує захисну функцію, запобігаючи потраплянню вологи й сторонніх домішок у насос. Нижня відкидна кришка балона під час запуску залишається відкритою для полегшення пуску електродвигуна. Після створення розрідження вона автоматично закривається під дією атмосферного тиску.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Після припинення роботи установки тиск у балоні поступово вирівнюється з атмосферним, кришка відкривається, а накопичені забруднення та волога автоматично видаляються.

Сучасні доїльні установки оснащуються системами автоматичного циркуляційного промивання. У разі несправності обладнання мийний розчин або молоко можуть потрапляти у вакуумний балон. Для запобігання проникненню рідини до насоса застосовується спеціальний запобіжний клапан у вигляді порожнистої пластмасової кульки, яка перебиває доступ до трубопроводу при заповненні балона.

Стабільність вакууму в магістралі забезпечується вакуумним регулятором. Його робота компенсує зміни розрідження, що виникають через зміну кількості одночасно працюючих доїльних апаратів або підсмоктування повітря під час встановлення доїльних стаканів. Основними елементами регулятора є корпус, клапан та тягарець. Для зменшення коливань застосовується демпферна шайба, занурена в масло.

Контроль рівня розрідження здійснюється за допомогою вакуумметра. Для зниження шуму роботи насоса та затримання відпрацьованої оливи система комплектується глушником [3].

Стаціонарна установка УІД-10С призначена для обслуговування невеликих фермерських господарств із поголів'ям до 15 корів. Її можна встановлювати безпосередньо в корівнику або іншому пристосованому приміщенні.

Комплектація установки включає вакуумний насос з однофазним електроприводом потужністю 0,55 кВт, вакуумпровід, регулятор вакууму, вакуумметр, доїльне відро та пускову апаратуру. Як доїльний апарат використовується уніфікована модель АДУ-1. Продуктивність становить 8–10 корів на годину.

Пересувні установки УІД-10 та УІД-20 орієнтовані на індивідуальні господарства або ферми з поголів'ям до 20 корів. Усі вузли розташовані на мобільному візку, що полегшує транспортування обладнання вручну. Живлення здійснюється від однофазної електромережі.

На сьогодні завод Брацлав випускає широкий спектр індивідуальних доїльних установок.

Водночас суттєвим недоліком цих агрегатів є відсутність повноцінної системи змащування ротора ротаційного вакуумного насоса. Це призводить до прискореного зношування лопаток і частих ремонтів обладнання.

Для усунення цього недоліку доцільним є удосконалення індивідуальної доїльної установки шляхом розроблення системи примусового мащення. Додатково пропонується встановлення циклона на вихлопній трубі. Такий пристрій забезпечуватиме відділення мастила від повітряного потоку та його повернення для повторного використання через спеціальний шланг.

Запропоноване технічне рішення дозволить знизити витрати мастильних матеріалів, продовжити ресурс вакуумного насоса та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Висновки.

Удосконалення індивідуальної доїльної установки шляхом впровадження системи мащення ротора та встановлення циклона для збору й повторного використання оливи є технічно обґрунтованим рішенням. Реалізація такої модернізації сприятиме економії мастильних матеріалів, підвищенню довговічності обладнання та зменшенню екологічного навантаження.

Список використаних джерел:

1. Кудлай І. М. Перспективи розвитку доїльного обладнання в Україні. І. М. Кудлай, В. І. Смоляр. – Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, 2009, Вип. 2 – № 9.d.
2. Москаленко, С. П. Аналіз розподілу часу на підготовчі, основні та заключні операції машинного доїння корів [Текст] С. П. Москаленко Міжвід. темат. наук. зб. “Механізація та електрифікація сільського господарства”. – Глеваха. 2003. – Вип. 87. – С. 234-237.
3. Палій, А. П. Технологія доїння високопродуктивних корів на сільськогосподарських підприємствах Слобожанщини [Текст] А. П. Палій // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. – Т. 13. – № 4 (50). – Ч. 3, 2011. – С. 254-257.

УДК 656.13:504.06

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА НАПРЯМКИ ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Коп'як Н.В., старший викладач кафедри «Транспортні технології», Національний транспортний університет,

Матвєєва Н.В., студентка групи УТ-III-2, Національний транспортний університет

Шматова Т.В., студентка групи МП-II-2, Національний транспортний університет

Вантажні автомобільні перевезення є невід'ємною складовою функціонування економіки та забезпечення життєдіяльності суспільства. Водночас інтенсифікація транспортних потоків супроводжується зростанням негативного впливу на довкілля, що зумовлює актуальність дослідження шляхів підвищення екологічної ефективності цього виду транспорту.

Згідно з результатами сучасних досліджень, частка автомобільного транспорту в загальному обсязі викидів шкідливих речовин є домінуючою. Зокрема, на нього припадає до 94% викидів оксидів азоту, 92% — оксиду вуглецю, близько 90% — сажі та 70% — діоксиду сірки. Частка у викидах парникових газів також залишається значною та має тенденцію до зростання [1]. Така ситуація зумовлює необхідність впровадження ефективних заходів щодо зменшення екологічного навантаження транспортної системи.

Зростання обсягів вантажних перевезень, особливо в міських агломераціях, вимагає формування комплексного підходу до управління їх екологічними наслідками. Однією з ключових проблем є високий рівень капітальних витрат, пов'язаних із впровадженням екологічно чистих технологій та модернізацією інфраструктури, що стримує швидкість переходу до сталих транспортних рішень [2].

Ефективне зниження екологічного впливу вантажних перевезень можливе лише за умови інтеграції організаційних, технологічних та управлінських заходів. До основних напрямів належать:

- оптимізація логістичних процесів, зокрема маршрутів перевезень та використання рухомого складу;
- впровадження енергоефективних транспортних засобів (електричних, гібридних, на альтернативних видах палива);
- розвиток систем повторного використання та переробки транспортної тарі;
- застосування інформаційних технологій для підвищення ефективності керування транспортними потоками.

Особливого значення набуває управління ланцюгами постачання, яке дозволяє мінімізувати порожні пробіги транспортних засобів та знизити загальні витрати енергії. Використання цифрових рішень та аналітики даних сприяє підвищенню прозорості та керованості логістичних процесів.

Важливим напрямком є впровадження принципів циркулярної економіки у сфері вантажних перевезень, що передбачає повторне використання ресурсів, зменшення відходів та збільшення життєвого циклу транспортних засобів та матеріалів.

Системний підхід до оцінювання екологічного впливу передбачає аналіз основних компонентів транспортної системи, до яких належать: транспортні засоби, інфраструктура, паливно-енергетичні ресурси, організація дорожнього руху та завершення життєвого циклу продукції. Комплексне удосконалення шкідливого з цих елементів дозволяє досягти значного зниження негативного впливу на довкілля.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Аби зрозуміти, на які сфери слід зосередити зусилля для зменшення екологічного впливу вантажних автомобільних перевезень, варто звернути увагу на п'ять компонентів транспортної системи рис. 1. А саме: транспортні засоби, інфраструктура, паливо, дорожній рух та завершення життєвого циклу.

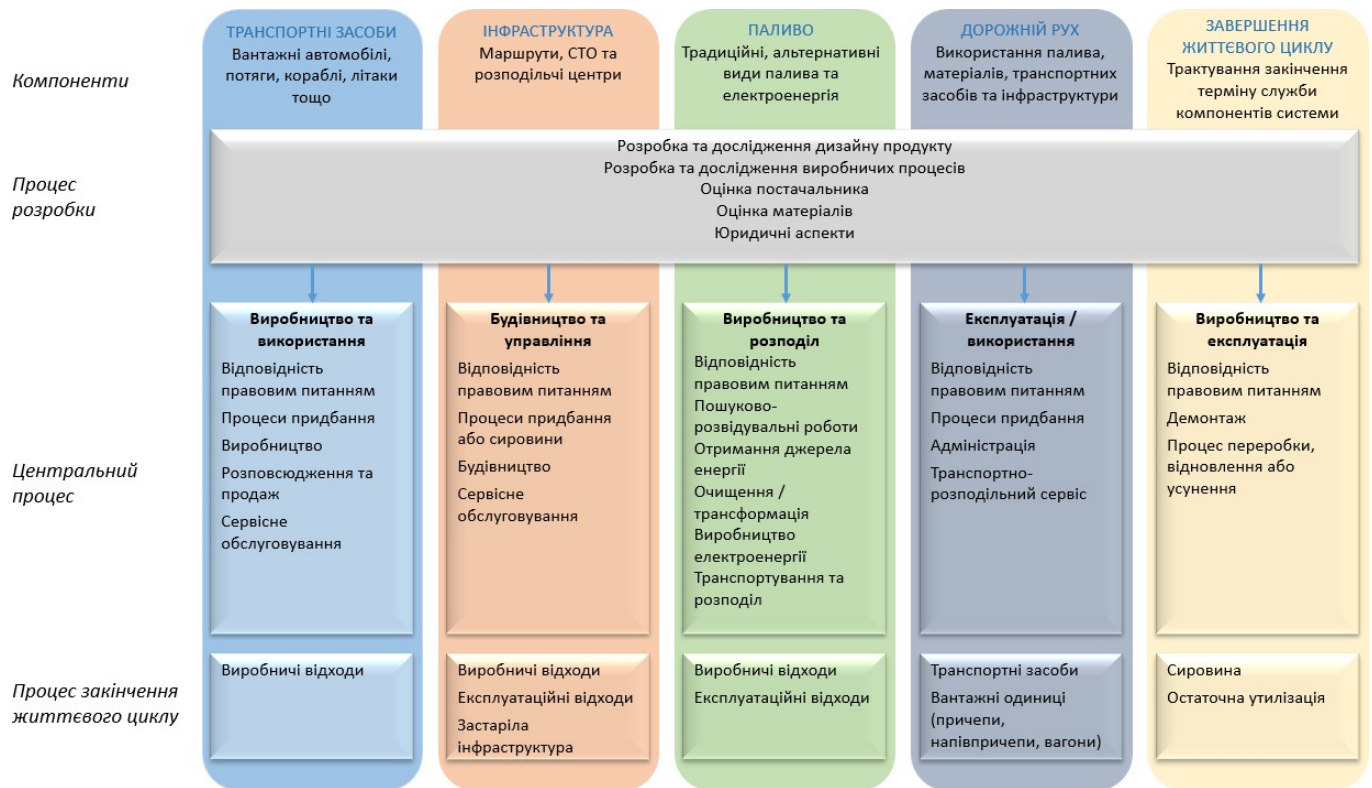


Рисунок 1 - Компоненти транспортної системи [2]

Покращення енергоефективності вантажних автомобілів є ключовим кроком, який може бути досягнуто шляхом: впровадження більш екологічних видів палива, таких як біодизель, стиснутий природний газ (СПГ) або електроенергія, розробка легших, але міцних матеріалів для кузовів може зменшити витрату палива; збільшення терміну служби вантажних автомобілів зменшить необхідність виробляти нові, що знизить загальний вплив на довкілля; інвестування в покращення дорожньої інфраструктури може зменшити затори та покращити плинність руху, що, в свою чергу, знизить викиди; використання перероблених матеріалів для виробництва нових вантажних автомобілів та інфраструктури може значно зменшити вплив на довкілля. [2]

Забезпечення сталого розвитку вантажних перевезень потребує активної взаємодії державних органів, бізнесу та наукової спільноти. Важливу роль відіграють інвестиції в екологічно орієнтовані технології, а також формування ефективної нормативно-правової бази, спрямованої на стимулювання зниження викидів та підвищення екологічних стандартів [3].

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Таким чином, зменшення екологічного впливу вантажних автомобільних перевезень є комплексним завданням, що вимагає поєднання технологічних інновацій, ефективного логістичного управління та стратегічного планування розвитку транспортної системи.

Список використаних джерел:

1. Stephen Kwasi Nkesah, Making road freight transport more Sustainable: Insights from a systematic literature review, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Volume 22, 2023, 100967, ISSN 2590-1982, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100967> – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198223002142>
2. Osorio-Tejada, J.L., Llera-Sastresa, E. & Scarpellini, S. Environmental assessment of road freight transport services beyond the tank-to-wheels analysis based on LCA. *Environ Dev Sustain* 26, 421–451 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02715-7> – Режим доступу до ресурсу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-022-02715-7>
3. Joanna Domagała, Marta Kadhubek, Economic, Energy and Environmental Efficiency of Road Freight Transportation Sector in the EU, *Energies* 2023, 16(1), 461; <https://doi.org/10.3390/en16010461> – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/1/461>

УДК 656.13

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ
МАСОВИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Коп'як Н.В., старший викладач кафедри «Транспортні технології»,
Національний транспортний університет,
Пузік В.В., студентка групи БТ231

Перевезення масових вантажів автомобільним транспортом займає важливе місце у системі матеріально-технічного забезпечення промислових та аграрних підприємств. До масових вантажів належать сипучі, навальні та наливні вантажі, що характеризуються великими обсягами перевезень та відносною однорідністю.

Організація перевезень масових вантажів має низку специфічних особливостей, зокрема високий рівень повторюваності маршрутів, значні обсяги перевезень та необхідність використання спеціалізованого рухомого складу (самоскиди, автоцистерні тощо). Особливістю таких перевезень є можливість досягнення високих показників використання транспортних засобів за рахунок стабільності маршрутів та значних обсягів вантажопотоку. Це створює передумови для застосування ефективних схем організації транспортного процесу, таких як маятникові та кільцеві маршрути.

Ключовим фактором ефективності є узгодження роботи транспортних засобів з технологічними процесами навантаження та розвантаження. Невідповідність продуктивності транспортних та вантажно-розвантажувальних засобів призводить до простоїв, що негативно впливає на загальну ефективність перевезень.

Важливим напрямом оптимізації є мінімізація простоїв транспортних засобів та підвищення коефіцієнта їх використання. Це досягається шляхом раціонального планування графіків роботи, використання диспетчерського управління та впровадження систем контролю руху.

Особливу увагу слід приділяти технології перевезення, що включає вибір способу навантаження, типу транспортних засобів, організацію маршруту та контроль за збереженням вантажу. Для масових вантажів важливим є також дотримання екологічних та технічних вимог, зокрема запобігання втрат матеріалу під час транспортування.

Важливим чинником підвищення ефективності перевезень масових вантажів є раціональний вибір технологічної схеми транспортного процесу. Залежно від стабільності вантажопотоку, відстані перевезення та кількості пунктів навантаження та розвантаження застосовуються маятникові, кільцеві або комбіновані маршрути.

Для перевезень між двома постійними пунктами найбільш ефективними є маятникові маршрути, які забезпечують мінімізацію непродуктивного пробігу та спрощують оперативне управління транспортним процесом.

Суттєвий вплив на продуктивність рухомого складу має узгодження роботи транспортних засобів із навантажувально-розвантажувальними механізмами. Недостатня продуктивність пунктів навантаження призводить до накопичення транспортних засобів і зростання простоїв.

Для забезпечення збалансованості транспортно-технологічного процесу необхідно виконувати умову:

$$P_{nr} \geq P_{tr} \quad (1)$$

де P_{nr} – годинна продуктивність навантажувально-розвантажувального пункту, т/год;

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

$P_{тр}$ – годинна продуктивність транспортних засобів, що виконують перевезення масових вантажів, т/год.

При порушенні цієї умови виникають черги транспортних засобів, що знижує коефіцієнт використання робочого часу та призводить до додаткових експлуатаційних витрат.

Практичне значення має також контроль коефіцієнта ритмічності перевезень, який характеризує рівномірність виконання транспортної роботи у часі:

$$K_{\text{ритм}} = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{план}}}, \quad (2)$$

де $Q_{\text{факт}}$ – фактичний обсяг перевезень за період, т;

$Q_{\text{план}}$ – плановий обсяг перевезень, т.

Неритмічність перевезень у системах транспортування масових вантажів може призводити до порушення виробничих процесів підприємств-споживачів, особливо в будівельній, аграрній та гірничодобувній галузях.

Сучасні тенденції розвитку перевезень масових вантажів пов'язані з цифровізацією управління транспортним процесом. Впровадження GPS-моніторингу, систем диспетчеризації та телематичних платформ дозволяє здійснювати оперативний контроль місцезнаходження транспортних засобів, часу простоїв, витрат палива та дотримання графіків перевезень. Це забезпечує підвищення прозорості транспортного процесу, зменшення витрат і можливість оперативного реагування на відхилення.

Окремого значення набуває екологічний аспект організації перевезень масових вантажів. Через значні обсяги транспортної роботи навіть незначне підвищення ефективності використання рухомого складу дозволяє суттєво знизити витрати палива та викиди забруднюючих речовин. Тому оптимізація маршрутів, скорочення порожніх пробігів і підвищення продуктивності транспортних засобів мають не лише економічне, але й екологічне значення.

Таким чином, удосконалення організації перевезень масових вантажів потребує комплексного підходу, що передбачає раціональний вибір маршрутних схем, узгодження продуктивності всіх елементів транспортно-технологічної системи, цифровізацію диспетчерського управління та постійний контроль показників ефективності транспортного процесу.

Список використаних джерел:

1. Дмитриченко М. Ф., Яцківський Л. Ю., Ширяєва С. В., Докуніхін В. З. Основи теорії транспортних процесів і систем: навч. посіб. Київ: Видавничий дім «Слово», 2009. 336 с.
2. Давідіч Ю. О. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2010. 345 с.
3. Нагорний Є. С, Шраменко Н. Ю., Переста Г. І. Комерційна робота на транспорті: підручник. Харків: ХНАДУ, 2011. 298 с.
4. Naumov V. Shaping Sustainable Strategies of Freight Forwarding Companies in Environment of the Road Transport Market. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2023. № 5. P. 148-155. URL: <https://nvngu.in.ua/index.php/en/archive/on-the-issues/1899-2023/content-5-2023/6710-148>
5. Kuranovič V., et al. Improving the Freight Transportation System y Context of Sustainability. Sustainability. 2025. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/14/6327>
6. Rodrigue J.-P. Geography of Transport Systems. 5th ed. New York: Routledge, 2020. 456 p. URL: <https://transportgeography.org/>

УДК 656.13

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МАРШРУТИЗАЦІЇ
ДРІБНОПАРТІЙНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Коп'як Н.В., старший викладач кафедри «Транспортні технології», Національний
транспортний університет,

Ткалич Е.О., студентка групи УТ-III-2, Національний транспортний університет

Дрібнопартійні перевезення вантажів є важливим сегментом сучасних логістичних систем, особливо в умовах розвитку електронної комерції, децентралізації складів та зростання вимог до швидкості доставки. Особливістю таких перевезень є необхідність обслуговування значної кількості вантажовідправників та вантажоодержувачів при відносно малих обсягах партій, що ускладнює процеси планування та організації доставки. Такі перевезення характеризуються значною кількістю пунктів доставки, малими обсягами окремих відправок та високими вимогами до оперативності обслуговування.

Основною проблемою дрібнопартійних перевезень є низький рівень використання вантажопідйомності транспортних засобів та значна частка порожніх пробігів, що призводить до зростання витрат на перевезення. У зв'язку з цим ключове значення набуває оптимізація маршрутів доставки, яка дозволяє мінімізувати витрати часу та ресурсів.

Для оцінювання ефективності маршрутів дрібнопартійних перевезень на практиці використовують коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу:

$$\eta = \frac{q_{\text{факт}}}{q_{\text{н}}}, \quad (1)$$

де $q_{\text{факт}}$ - фактична маса перевезеного вантажу, т;

$q_{\text{н}}$ - номінальна вантажопідйомність транспортного засобу.

Практика показує, що при нераціональній маршрутизації значення η у дрібнопартійних перевезеннях часто не перевищує 0,45–0,60, що свідчить про значні резерви підвищення ефективності.

Іншим важливим показником є β коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу:

$$\beta = \frac{L_{\text{в}}}{L_{\text{заг}}}, \quad (2)$$

де $L_{\text{в}}$ - пробіг із вантажем, км;

$L_{\text{заг}}$ - загальний пробіг транспортного засобу, км.

Маршрутизація дрібнопартійних перевезень базується на використанні методів оптимізації, зокрема завдань типу маршрутизації транспортних засобів (Vehicle Routing Problem, VRP), які враховують обмеження за вантажопідйомністю, часовими окнами, географічним розташуванням пунктів доставки та іншими параметрами. Застосування сучасних інформаційних систем дозволяє автоматизувати процес планування маршрутів та підвищити ефективність перевезень.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Для підвищення зазначених техніко-експлуатаційних показників широко застосовуються алгоритми задач маршрутизації транспортних засобів (VRP), які дозволяють мінімізувати загальний пробіг:

$$L_{min} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

де l_{ij} – відстань між пунктами маршруту;
 x_{ij} – бінарна змінна включення ділянки у маршрут.

Важливим напрямом підвищення ефективності є використання консолідаційних складів та логістичних терміналів, що дає змогу об'єднувати дрібні партії вантажів у більші транспортні відправлення. Це сприяє зменшенню кількості рейсів, підвищенню коефіцієнта використання транспортних засобів та зниженню транспортних витрат.

Прикладом ефективної практики є використання крос-докінгових терміналів у системах міської доставки, де дрібні відправки консолідуються на регіональному складі та далі розподіляються за оптимізованими маршрутами. Такий підхід дозволяє зменшити пробіг до 15–25% та скоротити витрати на доставку до 20%.

Крім транспортних показників, доцільно оцінювати економічну ефективність перевезень через собівартість доставки одиниці вантажу, грн/т:

$$S_{1t} = \frac{S_{заг}}{Q}, \quad (4)$$

Де $S_{заг}$ – загальні витрати на виконання маршруту, грн;
 Q – обсяг перевезеного вантажу, т.

Суттєвий вплив на ефективність організації дрібнопартійних перевезень має рівень цифровізації транспортно-логістичних процесів. Використання сучасних систем управління транспортом (Transportation Management Systems, TMS) дозволяє автоматизувати процеси планування маршрутів, контролю виконання рейсів та оперативного коригування графіків доставки з урахуванням змін дорожньої ситуації, заторів та часових вікон клієнтів. Застосування таких систем забезпечує скорочення адміністративних витрат на планування перевезень та підвищує адаптивність логістичної системи до змін зовнішньої середовища.

Важливим напрямом підвищення ефективності є також впровадження аналітичних підходів до оцінювання якості організації доставки. Зокрема, доцільним є використання показника середньої кількості точок доставки на один рейс, що визначається співвідношенням загальної кількості пунктів доставки вантажу за аналізований період до кількості виконаних рейсів за цей період. Зростання цього показника за умови збереження нормативної години доставки свідчить про підвищення ефективності маршрутизації. Додатково для оцінки рівня сервісу використовується коефіцієнт своєчасності доставки, як співвідношення кількості виконаних рейсів вчасно у встановлений часовий інтервал до загальної кількості виконаних доставок в кожен пункт.

В умовах міської логістики особливу актуальність набуває проблема «останньої милі» (last-mile delivery), яка формує найбільшу частку витрат у структурі дрібнопартійних перевезень. За оцінками міжнародних логістичних операторів, витрати на останню милю можуть становити до 40–50% від загальної вартості доставки.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

У зв'язку з цим перспективними напрямками розвитку є створення міських мікрохабів, використання електричного малотоннажного транспорту та впровадження гнучких моделей доставки на основі попиту.

Таким чином, підвищення ефективності дрібнопартійних перевезень потребує комплексного підходу, що включає оптимізацію маршрутів, використання сучасних інформаційних технологій, розвиток логістичної інфраструктури та адаптацію до умов міського середовища.

Список використаних джерел:

1. Дмитриченко М. Ф., Яцківський Л. Ю., Ширяєва С. В., Докуніхін В. З. Основи теорії транспортних процесів і систем: навч. посіб. Київ: Видавничий дім «Слово», 2009. 336 с.
2. Bakulich O., et al. Аналіз показників ефективності розподільчої системи доставки вантажів автомобільним транспортом. Автомобільний транспорт. 2016. URL: <https://journals.uran.ua/tarp/article/download/71550/67244>
3. Sabet S., Farooq B. Green Vehicle Routing Problem: State of the Art and Future Directions. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2202.01695>

УДК 631.355.075

АНАЛІЗ РОБОТИ САМОХІДНОЇ КОСАРКИ

В. Ф.КУЗЬМЕНКО, с.н.с., к.т.н., ІМА АПВ
В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н., Б.В.ОНИЩЕНКО к.т.н.,доцент
НУБІП України

На протязі декількох років проводилися дослідження робочого процесу самохідної косарки при агрегуванні з жаткою косаркою Fortschritt E025 (Рис 1) на скошуванні пізніх зернових - проса.



Рис 1. Жатка Fortschritt E025

Експериментальні дослідження показали: при швидкості руху косарки - 7,82 км/год, що відповідає продуктивності 3,7 га/год., урожайність зеленої маси при цих показниках була 135 ц/га. При цьому урожай зерна був 6...9 ц/га. Втрати від вибивання рослинної маси склали 1,97 ц/га, що складає 24.63%. Зменшення обертів мотовила та шнека в 1,3 рази, проти номінальних, дозволяє зменшити втрати до 1,089 ц/га (13,6%), тобто в 1,81 раза.

При скошуванні проса витрачається 0,3...0,45 м-год/га. Слід відмітити, що одна мотогодина відповідає 1,29 год роботи жатки, при цьому жаткою витрачається 1,65...2,40 л палива на 1 га скошеної площі.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»



Рис 2. Робота жатки Е-025в полі.

Список використаних джерел:

1. Осьмак В. До питання заготівлі кормів високої якості /В. Осьмак, І Качан, Примак І.Д., Гудзь В.П. Операційні технології вирощування кормових культур. – К.: Урожай, 1995. – 288 с.
2. Осьмак В., С. Постельга "Машини для заготівлі кормів фірми Krone". Техніка АПК - 2007, № 7 - С. -25 .

УДК 631.355.075

**УДОСКОНАРЕННЯ РОТАЦІЙНИХ РІЗАЛЬНИХ АПАРАТІВ
КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**

В. Ф.КУЗЬМЕНКО, с.н.с., к.т.н., ІМА АПВ

*В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н., Б.В.ОНИЩЕНКО к.т.н.,доцент
НУБІП України*

Традиційні технології і технічні засоби заготівлі кормів із трав призводять до втрати 40 % поживних речовин наявних у рослинах, причому втрачаються найбільш цінні протеїновмістні складові. Дефіцит протеїну спричиняє до перевитрат кормів і відповідно - недобору тваринницької продукції.

Одними з технологічних і перспективних кормів є різане сіно, сінаж та зерносінаж.

Першою із обов'язкових операцій в технологічних процесах заготівлі цих кормів є скошування трав у валки чи покоси. Найбільшого поширення для виконання цієї операції набули самохідні косарки з шириною захвата 4,2 або 5,0 м. Однак збільшення урожайності понад 300 ц/га призводить до зниження продуктивності сегментно-пальцевих косарок, тому в цих випадках широко використовуються ротаційні косарки. В порівнянні із сегментно-пальцевими вони більш продуктивні, однак і більш енергозатратні.

Зниження енергоємності роботи ротаційних косарок дасть змогу знизити витрати пального і відповідно зменшити собівартість кормів. Шляхами зниження енерговитрат при скошуванні трав є збільшення коллової швидкості обертання різальних ножів, збільшення ковзаючої складової у процесі різання ножем та зменшення швидкості транспортування рослинної маси при укладанні її у валок. Використання косарок у комбінаціях з фронтальними також дасть змогу значно знизити енерговитрати при операціях підбирання валків.

Наведені варіанти зниження енергоємності при скошуванні трав ротаційними косарками потребують нових конструктивних рішень, визначення взаємозв'язку між режимами і параметрами роботи механізмів пропонуванних робочих органів, дослідження та перевірки їх у виробничих умовах.

Список використаних джерел:

1. Кравчук В., М. Луценко, М. Мечта. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів. К: Фенікс, 2008 - 104 с.
2. Kverneland TA 336/337/338/339 Trailed Disk Mower Conditioners Проспект концерну Квернеланд.
3. Протокол 29-91-84 ВНИИМОЖ випробувань косарки 6-303.

УДК 631.4

ВПЛИВ РОЗПУШУВАННЯ ҐРУНТУ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОЇ МАСИ РОСЛИН

Лавська Н.В., к.с.г.н., nlavska@gmail.com

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Для оптимального ґрунтового живлення сільськогосподарських рослин велике значення має потужність розвитку їх кореневих систем і розподіл коріння в ґрунті по глибині. Коренева система забезпечує закріплення рослини на поверхні, поглинання води та поживних речовин, синтез фітогормонів та накопичення і зберігання вуглеводів, які в майбутньому будуть забезпечувати розвиток рослини і формування врожаю. За відсутності потужної кореневої системи рослина не буде мати добре розвиненої надземної маси, не використає свій природний потенціал, не забезпечить гарну віддачу врожаю.

Основна маса коріння всіх сільськогосподарських рослин (80–90% від їх загальної маси) розташовується у межах розрихленого шару. У цьому ж шарі протягом усього життя рослин знаходиться переважаюча частина тонких корінців, вкритих кореневими волосками, які забезпечують рослини поживними речовинами. Чим більше розрихленого шару, тим більший об'єм ґрунтових частинок охоплюється густою мережею коріння і повніше забезпечується ґрунтове живлення рослин.

За результатами досліджень багатьох вчених встановлено, що при ущільненні збільшується об'ємна маса, знижується загальна і особливо некапілярна пористість. Несприятливі чинники ущільнення негативно впливають на водно-фізичні властивості ґрунту, гальмують розвиток кореневої системи, зменшують забезпеченість рослин вологою. Ущільнення призводить до зменшення водопровідності, погіршення аерації та біологічних процесів, посилення поверхневого стоку води і змивання дрібних частинок. Крім того, в сильно ущільненому ґрунті, внаслідок браку кисню, життєдіяльність корисних мікроорганізмів пригнічується. Збільшення щільності ґрунту призводить до втрат при його обробі, оскільки створюється підвищений опір при подальших обробках, що призводить до збільшення витрати палива та зниження продуктивності агрегатів.

Для нормального розвитку кореневої системи рослин показник ущільненості ґрунту не має перевищувати 1,45 г/см³, оптимальним є 1,3 г/см³. Щільність сучасних ґрунтів часто досягає показників 1,7 – 2,1 г/см³, що є несприятливим для вирощування сільськогосподарських культур.

Останніми роками спостерігається тенденція негативного впливу інтенсифікації сільськогосподарських процесів на ґрунт, що стала серйозною загрозою родючості ґрунтів, призводить до їх руйнування та є однією з причин розвитку ерозійних процесів. Дослідженнями науковців встановлено, що в процесі польових робіт сільськогосподарська техніка залишає свої сліди на 40–80% обробленої ділянки, а на поворотні смуги припадає ще більше проходів. Це призводить до зниження загальної та капілярної пористості родючого шару, підвищення щільності та твердості ґрунту, зниження рівня життєдіяльності мікрофлори родючого шару ґрунту.

Установлено, що після проходів важких колісних і гусеничних машин змінюється структура ґрунту: збільшується кількість грудок крупніших 10 мм на 15–20%. Така зміна структури відбувається до глибини 30–60 см (залежно від маси трактора, кратності проходів та стану ґрунту). Крім того, різко збільшується число часток менше 0,25 мм, тобто відбувається розпилення ґрунту після проходів машин. Зруйнована структура ґрунту повністю не відновлюється, внаслідок чого сильно ущільнений ґрунт із часом деградує.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Найбільш поширеним технологічним прийомом зменшення щільності ґрунту є розпушування, яке руйнує плужну підшову, покращує аерацію та проникнення вологи, стимулює розвиток потужної глибокої кореневої системи. Завдяки даній операції краще забезпечується доступ рослинам до поживних речовин, знижується стрес під час посухи, врожайність підвищується до 30%. Коренева система має змогу проникати на більшу глибину, збільшувати площу живлення, корені отримують більшу кількість атмосферного повітря, не затримується зайва волога в ґрунті, діяльність ґрунтових мікроорганізмів активується.

Розпушування - це не просто механізований обробіток ґрунту, а й важлива ґрунтообробна техніка, яка сприяє покращенню водопроникності, вентиляції й дренажу ґрунтових шарів. Завдяки ефективному перемішуванню шарів землі зменшується ризик анаеробних процесів, які гальмують розвиток кореневої системи та негативно впливають на дихання рослин. Розпушення повинне розповсюджуватися на такий об'єм ґрунту, який задовольняв би потреби рослин у воді та елементах живлення.

Даний технологічний прийом проводиться плугами, культиваторами, дисковими боронами, фрезами, глибокорозпушувачами. Глибоке рихлення ґрунту передбачає розпушування, кришення, часткове перемішування пласту, внаслідок чого відбувається розущільнення ґрунту, спрямоване на запобігання водної ерозії. Стерня при цьому залишається на поверхні, що закріплює поверхню ґрунту та не дозволяє йому здуватися вітром.

Глибокорозпушувач може виконувати суцільний або смуговий обробіток ґрунту. Якщо застосовується смугове розпушування, то ділянки, які залишаються нерозпушеними, служать своєю опорою для рушіїв тракторів під час наступних проходів. Це підвищує тривалість ефективності розпушених смуг.

Даний обробіток забезпечує вирішення проблеми надмірного ущільнення ґрунту на глибині й розрихлення підплужної «підшови», у ґрунті зберігаються рештки рослин і корінців від попереднього врожаю, що затримують вологу й забезпечують додаткове надходження азоту.

Розпушування - це не лише спосіб підготовки ґрунтового покриву до посіву, а й технологічна інвестиція в майбутній урожай. Завдяки зменшенню ущільнення скорочується випаровування води, зберігається волога, стимулюється розвиток кореневої системи, яка краще протистоїть хворобам і нестачі вологи. Такі техніки ідеально підходять для аграріїв, які прагнуть дотримуватися тенденцій сучасного агровиробництва.

Список використаних джерел:

1. Вчені дослідили, як коріння рослин пристосовується до змін умов вологості ґрунту. *SuperAgronom.com*. URL : <https://superagronom.com/news/6086-vcheni-doslidili-yak-korinnya-roslin-pristosovuyetsya-do-zmin-umov-vologosti-gruntu> (дата звернення: 18.04.2026).
2. Розпушування ґрунту для досягнення здорового й продуктивного поля. URL : <https://agrimatco.ua/news/rozpushuvannya-gruntu-dlya-dosyagnennya-zdorovogo-y-produktivnogo-polya> (дата звернення: 18.04.2026).
3. Мірненко Володимир Як спосіб обробітку ґрунту впливає на розвиток кореневої системи рослин — дослідження. *SuperAgronom.com*. URL : <https://superagronom.com/news/14790-yak-sposib-obrobitku-gruntu-vplivaye-na-rozvitok-korenevoyi-sistemi-roslin--doslidjennya> (дата звернення: 18.04.2026) (дата звернення: 18.04.2026).
4. Макаренко Микола Необхідність глибокого розпушування. *Агробізнес сьогодні. №б. 2018*. URL : <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/10504-neobkhdnist-hlybokoho-rozpushuvannia.html> (дата звернення: 18.04.2026).

УДК 638.142:631.171

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ ВУЛИКА ЯК ЕЛЕМЕНТА МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ НА ПАСІЦІ

Литовченко В.П. – магістр спеціальності Н2 Тваринництво. Viktorpl08@gmail.com
Науковий керівник: Головецький І.І. – к.с.-г.н., доцент кафедри бджільництва
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

У сучасному бджільництві пасіка перестає бути простою сукупністю бджолиних осель, а перетворюється на складне аграрне підприємство, де кожен елемент має працювати на загальну ефективність [1]. Фундаментальним елементом цієї системи є вулик, який у промислового бджільництва розглядається не просто як біологічне житло для комах, а як базова технологічна одиниця виробничого ланцюга. Він виступає об'єктом логістики, що має бути пристосованим до швидкого транспортування, складування та механізованого обслуговування. Від конструктивних особливостей вулика безпосередньо залежить швидкість виконання ключових операцій: від відбору медових корпусів до підготовки пасіки до кочівлі, що робить його ключовою ланкою у забезпеченні безперервного циклу отримання продукції.

Актуальність такого підходу зумовлена гострою потребою у мінімізації ручної праці, яка залишається однією з найбільш витратних статей у собівартості продуктів бджільництва. Використання стандартизованого обладнання та уніфікованих систем вуликів дозволяє впроваджувати засоби малої механізації, такі як апіліфти, вилкові навантажувачі та автоматизовані лінії для відкачування меду. Лише через стандартизацію та обґрунтований вибір типу вулика можливо досягти суттєвого підвищення рентабельності галузі, перетворюючи бджільництво на високотехнологічний та конкурентоспроможний сектор сільського господарства [2].

Ефективність механізації пасічних процесів напряму залежить від рівня стандартизації та точності виготовлення бджолиного інвентарю. Взаємозамінність деталей стає ключовим фактором при використанні автоматизованих ліній: відхилення у геометричних параметрах корпусів чи рамок може призвести до збоїв у роботі ліній для розпечатування стільників або поломки медогонок радіального типу. Суворе дотримання зовнішніх габаритів вулика дозволяє надійно фіксувати його захватами гідравлічних підйомників, забезпечуючи стабільність конструкції під час переміщення та штабелювання.

Вибір конструкції вулика визначає стратегію пасічникування: перехід від індивідуального огляду рамок до технологічних маніпуляцій цілісними корпусами. У цьому розрізі багатокорпусні системи, такі як вулик Лангстрота-Рута або системи з магазинними надставками, мають незаперечну перевагу над традиційними лежаками. Робота цілими корпусами дозволяє в разі прискорити відбір меду та розширення гнізд, оскільки механізми адаптовані саме під підйом та транспортування єдиного блоку, що є неможливим у громіздких лежаках, які потребують виключно ручного порамкового перебору.

Крім конструктивних особливостей, важливе значення мають маса та габарити обладнання, які повинні відповідати технічним характеристикам засобів малої механізації.

Оптимізація параметрів вулика є передумовою високої логістичної мобільності, оскільки дозволяє створювати компактні та стійкі до динамічних навантажень блоки для перевезення. Це не лише знижує ризик пошкодження обладнання під час роботи маніпуляторів, а й оптимізує енерговитрати транспортних засобів, забезпечуючи логістичну гнучкість господарства, безпечно транспортування пасіки на великі відстані до медоносних угідь. Ключовим процесом, де механізація дає найбільший економічний ефект, є відкачування меду.

**Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»**

Використання високопродуктивних радіальних медогонок та автоматизованих ліній розпечатування стільників вимагає суворої уніфікації рамок. Найбільшу технологічну ефективність демонструють рамки стандартних розмірів – висотою 145 мм (магазинна) або 230 мм (рутівська). Саме під ці параметри розроблені сучасні верстати, які в автоматичному режимі зрізають забрус та проводять викачування, що дозволяє за зміну обробляти обсяги меду, недосяжні при ручній праці.

Аналіз сучасних систем вуликів крізь призму промислового використання свідчить про суттєву різницю в їхній адаптивності до автоматизації. Найвищий потенціал до механізації демонструє багатокорпусний вулик (система Рута). Завдяки однаковому розміру всіх корпусів і рамок (230 мм), ця система дозволяє пасічнику оперувати не окремими рамками, а цілими корпусами [3]. Це вкрай важливо для логістики: такі вулики мають компактні габарити, легко штабелюються на піддонах і максимально пристосовані для роботи з апіліфтами та навантажувачами, що робить їх ідеальним вибором для великих промислових масивів.

Вулик системи Дадана-Блатта з магазинними надставками займає проміжне положення і характеризується середнім потенціалом механізації. Його головна перевага для промисловості полягає у зручності відбору товарного меду: використання легких напіврамок (145 мм) дозволяє швидко знімати медові корпуси, які легко піддаються обробці на автоматизованих лініях розпечатування. Проте наявність різних за розміром рамок у гнізді та магазині дещо ускладнює повну уніфікацію обладнання та потребує додаткового сортування інвентарю під час масових робіт.

Найменш придатним для сучасних технологічних ліній залишається вулик-лежак, потенціал механізації якого визначається як низький. Конструкція лежака передбачає виключно горизонтальне розширення гнізда, що, відповідно, робить неможливим застосування принципу «роботи корпусами». Обслуговування такої системи вимагає великої частки ручної праці та порамкового перегляду, що значно сповільнює темпи роботи. Через значну масу та громіздкість лежаки практично не піддаються ефективному пакетуванню для кочівлі та не сумісні з промисловими засобами навантаження, залишаючись переважно інструментом аматорського бджільництва.

Підсумовуючи вищевикладене, можна стверджувати, що вибір типу вулика є тим стратегічним рішенням, яке визначає рівень технологічного розвитку пасіки. У сучасних умовах вулик перестав бути лише засобом утримання бджіл, перетворившись на стандартизований елемент виробничої інфраструктури. Найбільш перспективними для впровадження на великих бджільницьких підприємствах є багатокорпусні системи. Саме вони дозволяють реалізувати принцип «роботи корпусами», мінімізувати фізичне навантаження на персонал та інтегрувати в робочий цикл сучасні засоби логістики й автоматизовані лінії переробки продукції. Стандартизація розмірів, геометрична точність деталей та пристосованість до пакетування стають тими чинниками, що забезпечують економічну стійкість господарства. Вибір правильної конструкції вулика сьогодні – це гарантія високої продуктивності праці та стабільного розвитку пасічного господарства у майбутньому.

Список використаних джерел:

1. Поліщук В.П., Гайдар В.А., Головецький І.І., Корбут О. В. Пасіка та її продукти. К., 2025. 352 с.
2. Алахвердієва С.Д., Войналович М.В. Ефективність виробництва меду у вуликах різних типів. Вісник слухачів магістратури національного університету біоресурсів і природокористування України. 2021. С. 107-110.
3. Іванченко Н.І. Багатокорпусний вулик Лангстрота-Рута. Пасіка. 2010. № 12. С. 14-15.

УДК 621.873

МІНІМІЗАЦІЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ ЧАСТОТНО-КЕРОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ
МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОСТОВОГО КРАНА

Ловейкін В.С., д.т.н., проф., Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф., Стехно О.В., PhD.
o.stekhno@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Останнім часом значного поширення набули сучасні мостові крани, в яких механізм переміщення обладнаний частотно-керованим приводом. В свою чергу, раціональне налаштування параметрів частотно-керованого приводу дозволить мінімізувати небажані втрати енергії в електродвигунах механізму переміщення, що дасть змогу підвищити надійність роботи мостового крана.

Для проведення дослідження використано відому двомасову динамічну модель механізму переміщення мостового крана [1].

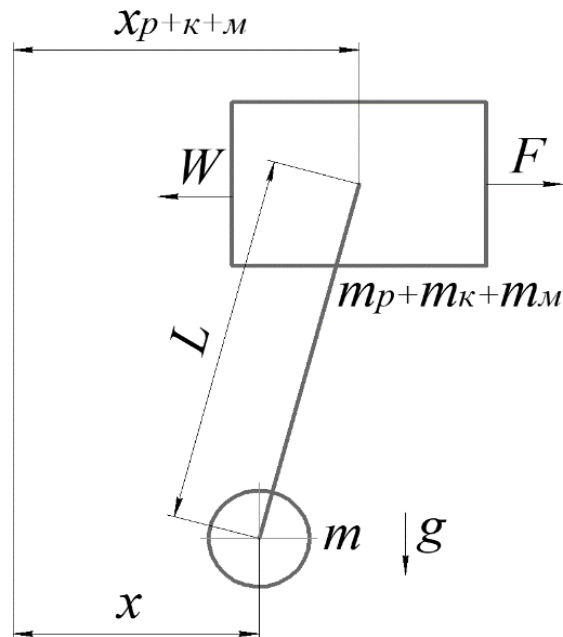


Рис. 1. Двомасова динамічна модель механізму переміщення мостового крана

На рис. 1, наведено наступні позначення: $m_p + m_k + m_m$ – зведена узагальнена маса, що включає маси приводу, кінцевих балок та моста відповідно; m – маса вантажу, що закріплений на гнучкому підвісі; g – пришвидшення вільного падіння; L – довжина гнучкого підвісу вантажу; F – рушійне зусилля; W – сила статичного опору переміщенню мостового крана; x_{p+k+m} – узагальнена координата переміщення центру мас маси $m_p + m_k + m_m$; x – узагальнена координата переміщення центру мас вантажу закріпленого на гнучкому підвісі.

Рух у часті системи (рис. 1), описується за допомогою системи диференціальних рівнянь, другого порядку, які доповнені рівняннями електромагнітних процесів асинхронного електродвигуна при нульових значеннях початкових умов.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

У якості параметрів налаштування частотного перетворювача під час параметричної оптимізації використовувалися наступні опції: тривалість наростання частоти напруги живлення до величини усталеного показника t_1 (варіювалася від 1 до 12 с); величина значення початкової напруги живлення електродвигуна U_0 (варіювалася від 0.01 до 380 В); тип характеристики наростання частоти напруги живлення f до величини усталеного значення 50 Гц (досліджувалися лінійна, s -подібна, $2s$ -подібна та u -подібна характеристики).

Вираз, що дозволяє визначити електричну енергію, яка йде на нагрів обмоток одного електродвигуна, у залежності від значень t_1 , U_0 та f , представляється таким чином:

$$\Delta E = f_1(t_1, U_0, f) = 3 \cdot R_1 \int_0^{t_1} (i_{1a}^2 + i_{1\beta}^2) dt + 3 \cdot R_2 \int_0^{t_1} (i_{2a}^2 + i_{2\beta}^2) dt, \quad (1)$$

Вираз (1) використаний у якості критерію оптимізації при подальших дослідженнях. Враховуючи те, що максимальне значення величини оптимізаційного критерію (1) залежить від значень t_1 , U_0 та f , то потрібно визначити такі величини цих показників, при яких значення даного критерію (1) буде мінімальним.

При проведенні розрахунку використано модифікований метод оптимізації роєм часточок (RING-ROT-PSO) [2]. Параметрична оптимізація виконувалася при наступних параметрах: кількість частинок у рої - 40; кількість ітерацій - 100; Для встановлення оптимального типу характеристики f , кожній з них присвоєно відповідний порядковий номер (лінійна = 1, s -подібна = 2, $2s$ -подібна = 3, u -подібна = 4). Запропонований метод дозволив встановити відповідний порядковий номер (від 1 до 4), що відповідає бажаному типу досліджуваної характеристики.

У результаті проведеного розрахунку встановлено оптимальні значення параметрів t_1 , U_0 та f частотно керованого приводу механізму переміщення мостового крана, що дозволило мінімізувати оптимізаційний критерій (1). Величини цих параметрів зведено до таблиці 1.

Таблиця 1. Значення оптимальних параметрів частотно-керованого приводу

| Значення параметрів | | |
|---------------------|-----------|---------|
| t_1 , с | U_0 , В | f |
| 12 | 40.6 | лінійна |

Окрім того, за результатами розрахунку, що представлено у таблиці 1, наведено відповідні графічні залежності, які відповідають енергетичним та кінематичним характеристикам пуску механізму переміщення мостового крана (рис. 2):

Висновок.

В результаті проведеної параметричної оптимізації частотно-керованого приводу механізму переміщення мостового крана мінімізовано величину втрат енергії електроприводу шляхом раціонального налаштування параметрів частотного перетворювача. Це дозволяє підвищити продуктивність роботи мостового крана, використовуючи лише наявні ресурси частотно керованого приводу електродвигуна без розробки дорогої вартісної системи оптимального керування.

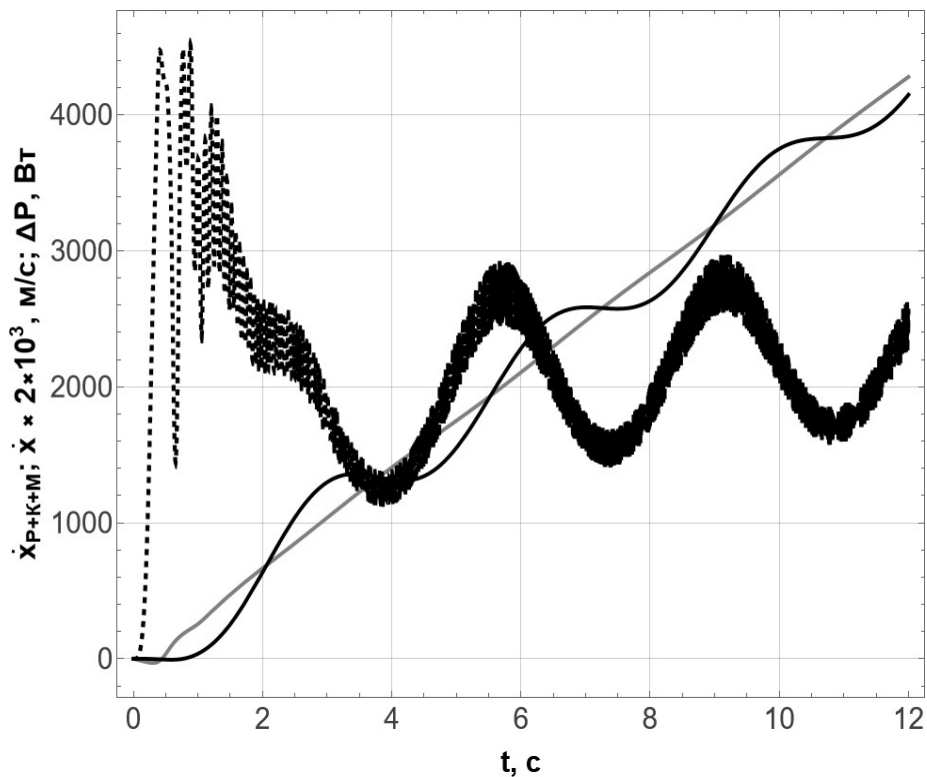


Рис. 2. Графічні залежності зміни у часі: втрат потужності у одному електродвигуні (чорна штрихова крива); швидкість узагальноної координати x_{P+K+M} (сіра суцільна крива); Швидкість узагальноної координати вантажу x (чорна суцільна крива).

Список використаних джерел:

- 1) Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О. Динаміка і оптимізація режимів руху мостових кранів : монографія. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 310 с.
- 2) Romacevych Y., Loveikin V., Loveikin Y. Development of new rotating ring topology of PSO-algorithm // Proceedings of the IEEE 2nd KhPI Week Advanced Technology. 2021. 13 September. P. 79–82. DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569973.

УДК 621.873

ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОСТОВОГО
КРАНА

ЗА ДИНАМІЧНИМ КРИТЕРІЄМ

Ловейкін В.С., д.т.н., проф., Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф., Стехно О.В., PhD.
o.stekhno@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На сьогоднішній день, широкого застосування набули мостові крани, оснащені механізмом переміщення з частотно-керованим електроприводом. Рациональне налаштування параметрів частотного перетворювача такого електроприводу дає змогу зменшити величину небажаних динамічних навантажень під час руху крана. Це, в свою чергу, підвищує надійність роботи механізму переміщення мостового крана.

При проведенні досліджень використано існуючу математичну модель механізму переміщення мостового крана, яка доповнена рівняннями асинхронного електроприводу [1]:

$$\begin{cases} \frac{di_{1\alpha}}{dt} = \frac{1}{\delta \cdot L_S} \cdot (u_{1\alpha} - i_{1\alpha} \cdot R_S + k_r \cdot e_{2\alpha}); \\ \frac{di_{1\beta}}{dt} = \frac{1}{\delta \cdot L_S} \cdot (u_{1\beta} - i_{1\beta} \cdot R_S - k_r \cdot e_{2\beta}); \\ \frac{di_{2\alpha}}{dt} = -\frac{1}{\delta \cdot L_R} \cdot ((u_{1\alpha} - i_{1\alpha} \cdot R_S) \cdot k_s + e_{2\alpha}); \\ \frac{di_{2\beta}}{dt} = -\frac{1}{\delta \cdot L_R} \cdot ((u_{1\beta} - i_{1\beta} \cdot R_S) \cdot k_s - e_{2\beta}); \\ 2 \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot p \cdot L_W \cdot (i_{1\beta} \cdot i_{2\alpha} - i_{1\alpha} \cdot i_{2\beta}) \cdot \frac{U_{II} \cdot \eta_{II}}{r_{КОЛ}} \right) = (m_P + m_K + m_M) \cdot \ddot{x}_{P+K+M} + m \cdot \frac{g}{L} \cdot (x_{P+K+M} - x); \\ \ddot{x} = \frac{g}{L} \cdot (x_{P+K+M} - x), \end{cases} \quad (1)$$

тут $i_{1\alpha}$ і $i_{1\beta}$ – проекції узагальненого вектора струму статора на нерухомі ортогональні координатні осі α та β ; $u_{1\alpha}$, і $u_{1\beta}$ – проекції узагальненого вектору напруги статора на координатні осі α й β ; U_{MAX} – амплітуда фазної напруги живлення електродвигуна; p – кількість пар полюсів електричної машини; R_S – активний опір статорної обмотки; R_R – зведений до статора активний опір роторної обмотки електродвигуна; X_1 – індуктивний опір статорної обмотки; X_2 – зведений до статора індуктивний опір роторної обмотки електродвигуна [1].

Початкові умови руху для системи диференціальних рівнянь (1) мають наступним вигляд:

$$\begin{cases} i_{1\alpha}(0) = i_{1\beta}(0) = i_{2\alpha}(0) = i_{2\beta}(0) = 0; \\ x_{P+K+M}(0) = \dot{x}_{P+K+M}(0) = x(0) = \dot{x}(0) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Під час виконання параметричної оптимізації, в якості параметрів налаштування частотного перетворювача, використовувалися наступні показники: тривалість наростання частоти напруги живлення до величини усталеного значення t_l (варіювалося від 1 до 12 с); значення величини початкової напруги живлення електродвигуна U_0 (варіювалося від 0.01 до 380 В); тип характеристики наростання частоти напруги живлення f до значення усталеної величини 50 Гц (досліджувалися лінійна, s -подібна, $2s$ -подібна та u -подібна характеристики).

Залежність, яка дозволяє визначити величину середньоквадратичного значення крутного моменту на валу одного електродвигуна залежно від значень опцій налаштування t_1 , U_0 та f , має наступний вигляд:

$$M = f_1(t_1, U_0, f) = \left[\int_0^{t_1} M_D^2 dt \right]^{\frac{1}{2}} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Залежність (3) представляє критерій оптимізації для подальших досліджень. Із врахуванням того, що максимальне значення величини критерію оптимізації (3) залежить від значень t_1 , U_0 та f , то потрібно визначити такі величини цих значень, при яких величина критерію (3) буде мінімальною.

При виконанні розрахунку використано модифікований метод оптимізації роєм часточок (RING-ROT-PSO) [2]. Параметрична оптимізація виконувалася за наступних параметрів: кількість частинок у рої - 40; кількість ітерацій - 100; Для встановлення бажаного типу характеристики f , кожній з них присвоєно відповідний порядковий номер (лінійна = 1, s-подібна = 2, 2s-подібна = 3, u-подібна = 4). Запропонований метод дозволив встановити відповідний порядковий номер (від 1 до 4), що відповідає бажаному типу досліджуваної характеристики.

За результатами виконаного розрахунку встановлено оптимальні значення параметрів t_1 , U_0 та f частотно-керованого електроприводу механізму переміщення мостового крана, які дозволяють мінімізувати критерій (3). Значення цих величин зведено до таблиці 1.

Таблиця 1. Оптимальні значення параметрів частотно-керованого приводу

| Значення параметрів | | |
|---------------------|----------|---------|
| t_1, c | U_0, B | f |
| 12 | 38,1 | лінійна |

За результатами виконаного розрахунку, що наведено у таблиці 1, представлено графічні залежності, які відповідають динамічним й кінематичним характеристикам руху механізму переміщення мостового крана (рис. 2):

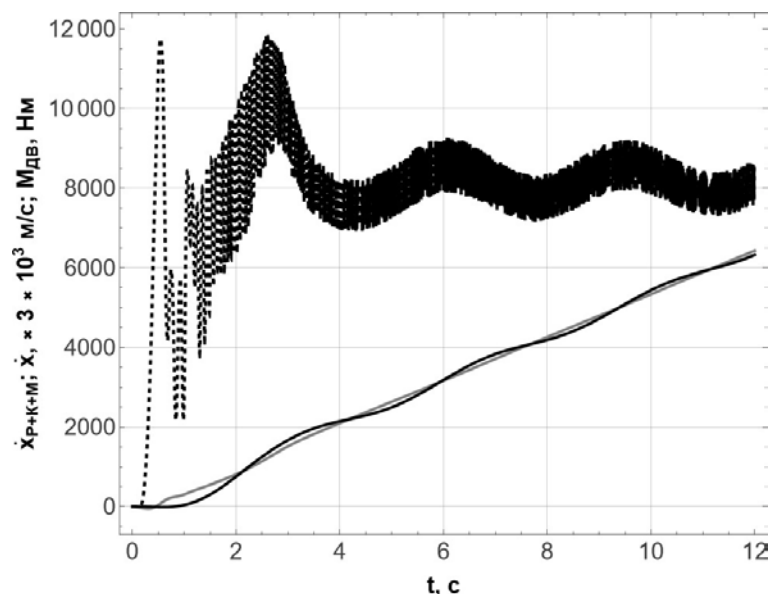


Рис. 2. Графічні залежності зміни у часі: крутного моменту на валу одного електродвигуна (чорна штрихова крива); швидкість узагальненої координати x_{P+K+M} (сіра крива); швидкість узагальненої координати вантажу x (чорна крива)

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Висновок.

В результаті виконаної параметричної оптимізації частотно-керованого електроприводу механізму переміщення мостового крана мінімізовано величину динамічного критерію оптимізації (середньоквадратичне значення моменту на валу електродвигуна) шляхом оптимального налаштування опцій частотного перетворювача. Дана оптимізація дозволить підвищити термін експлуатації механізму переміщення мостового крана за умови використання лише наявного ресурсу раціонально налаштованого частотного перетворювача без розробки дорогої вартісної системи оптимального керування.

Список використаних джерел:

- 1) Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О. Динаміка і оптимізація режимів руху мостових кранів : монографія. Київ : ЦП «КОМПРІНТ», 2016. 310 с.
- 2) Romacevych Y., Loveikin V., Loveikin Y. Development of new rotating ring topology of PSO-algorithm Proceedings of the IEEE 2nd KhPI Week Advanced Technology. 2021. 13 September. P. 79–82. DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569973.

УДК 631.356

РОЗРОБКА ДИСКОВО-АНКЕРНИХ СОШНИКІВ СМУГОВОГО ПОСІВУ

Лукач В.С., к.п.н., професор,
Ікальчик М.І. к.т.н., доцент,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Механізований посів зернових культур є важливою складовою сучасного агровиробництва, що передбачає застосування високотехнологічних посівних агрегатів для оптимізації процесу сівби. Використання сучасної техніки дозволяє підвищити продуктивність робіт, скоротити витрати посівного матеріалу на 10–30 %, а також зменшити механічне травмування насіння порівняно з традиційними технологічними рішеннями.

Посів зернових культур належить до найбільш відповідальних етапів виробничого циклу в рослинництві. В Україні у 2026 році площі під якими зерновими культурами становлять близько 6 млн га. Отримання високих урожаїв залежить від своєчасного проведення посівної кампанії, якісної підготовки ґрунту та правильного визначення норм висіву [1].

На ринку сільськогосподарської техніки представлено значну кількість машин для прямого висіву, серед яких АУП-18, СЗС-2Д, СЗС-9, СЗС-12, СКС-8,6, ППК-12,4, ППК-8,2, Кон-Корд-2812/2000, ЛДС-6, СШ-3,5, СКП-2,1, БИС-602, СС-6 «ВАЗТЕЯ» та інші. Залежно від конструктивних особливостей робочих органів їх можна поділити на три основні категорії:

- сівалки з дисковими сошниками;
- сівалки з долотоподібними сошниками;
- сівалки з лаповими сошниками.

Сівалки, обладнані дисковими сошниками, широко використовуються для рядкового способу посіву. Однак така технологія має певні недоліки, зокрема нерівномірність розподілу площі живлення рослин, що може спричинити загушення посівів у рядках, погіршення розвитку рослин і, як наслідок, зниження врожайності [2].

Сучасні зернові сівалки характеризуються підвищеною місткістю бункерів, точністю дозування насіння, добрив і засобів захисту рослин, а також високою продуктивністю. Виробники активно впроваджують технології вузькорядного, стрічкового та безрядкового висіву, спрямовані на збільшення площі живлення кожної рослини. Особлива увага приділяється забезпеченню стабільної глибини загорання насіння, зокрема завдяки застосуванню ґрунтоущільнювальних елементів.

Окремі сучасні моделі оснащуються ультразвуковими системами контролю, які забезпечують безперервне вимірювання глибини ходу сошників. Інформація, отримана від датчиків, передається на дисплей у кабіні трактора або на бортовий комп'ютер, що дає можливість оперативно контролювати параметри роботи агрегату.

Перспективним напрямом є також використання комбінованих посівних агрегатів, побудованих на базі котушкових висівних апаратів [3].

На сьогодні приблизно 90 % зернових сівалок в Україні складають машини сімейства СЗ-3,6. Значна частина цієї техніки вже суттєво перевищила нормативний термін експлуатації. Багато агрегатів потребують заміни дисків і сошників, ремонту висівних апаратів, відновлення кінематичних механізмів. У зв'язку з цим особливо актуальним є пошук шляхів модернізації, що дозволяють відновити працездатність техніки з мінімальними витратами та водночас підвищити її технологічні характеристики.

**Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»**

Основні напрями модернізації включають:

- заміну стандартних дводискових сошників на дисково-анкерні сошники для смугового висіву;
- встановлення посиленних натискних штанг із можливістю регулювання довжини та модернізованих пружин;
- заміну ланцюгових загортачів на секційні шлейфи;
- відновлення кінематичних з'єднань механізмів піднімання й опускання сошників;
- приведення параметрів висівних апаратів до нормативних технічних вимог.

Конструкція дисково-анкерного сошника включає корпус, вузол кріплення, плоский диск із маточиною та підшипниковим механізмом, насіннепровід, кронштейн, вісь диска, чистик-борозноутворювач і захисний елемент.

Робочий орган обладнаний розрізним диском, який ефективно перерізає пожнивні залишки та кореневі рештки у верхньому шарі ґрунту. Поряд із ним встановлені опорно-копіювальні колеса, що виконують кілька функцій: копіюють мікрорельєф поля, ущільнюють поверхню ґрунту та притискають рослинні залишки для полегшення їх розрізання.

За анкерним ножом розміщується пластиковий ущільнювач, який забезпечує щільне притискання насіння та добрив до дна борозни, покращуючи контакт із вологим шаром ґрунту.

До основних конструктивних переваг дисково-анкерного сошника належать:

- наявність паралелограмного механізму копіювання з ходом 23 см, що забезпечує стабільний кут атаки ножа;
- регульований пружинний механізм із п'ятьма положеннями натиску;
- опорно-копіювальні колеса діаметром 400 мм, які забезпечують точне дотримання заданої глибини;
- оснащення чистиками для роботи на перезволожених ґрунтах;
- використання розрізного диска з легованої сталі;
- анкерний ніж шириною 14 мм із підвищеною зносостійкістю;
- можливість регулювання відстані між диском і анкером для кращого очищення робочої зони.

Висновки.

Перспективним шляхом підвищення ефективності зернових сівалок типу СЗ є заміна традиційних дводискових сошників на дисково-анкерні робочі органи смугового висіву. Така модернізація дозволяє адаптувати наявну техніку до сучасних ресурсощадних технологій, зокрема системи No-Till, покращити якість висіву, знизити витрати ресурсів і створити передумови для підвищення врожайності зернових культур.

Список використаних джерел:

1. Яропуд В. М., Дацюк Д. А. (2021). Шляхи удосконалення висівного апарата селекційної сівалки дрібнонасінневих культур. Вібрації в техніці та технологіях, 1 (100): 156–166. DOI: 10.37128/2306-8744-2021-1-15.
2. Яропуд В. М., Дацюк Д. А. (2023). Дослідження руху насіння у розподільнику висівного апарата селекційної сівалки дрібнонасінних культур. Сільськогосподарські машини, 49: 7–14. DOI: 10.36910/asm.vi49.945.
3. Свірень М. О., Петренко М. М., Богатирьов Д. В., Павленко І. І. (2012). Теоретичні дослідження процесу дозування насіння під час висіву пневмомеханічними апаратами. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. № 42 (1). С. 152–160

УДК 621.311:519.876

ДИНАМІКА ТА ТЕМПИ ЗМІНИ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПІДПРИЄМСТВАМИ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Майбородіна Н.В., к. ф.-м. н., доцент, mainataliia2311@gmail.com
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"
Герасименко В.П., к. т. н., доцент, syavagvp@gmail.com
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Енергоспоживання є одним із найбільш репрезентативних індикаторів реального стану економіки. У сучасних умовах аналіз використання електричної енергії підприємствами виходить за межі суто технічних показників, перетворюючись на інструмент оцінки життєздатності промислового сектору, його адаптивності до екзогенних шоків та готовності до глобальних кліматичних викликів. Дослідження динаміки споживання електроенергії у період 2016–2024 років підприємствами Чернігівської області дозволяє простежити шлях українського бізнесу від відносної стабільності через глибокі кризові падіння до етапу постфронтового відновлення.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю переосмислення енергетичної стратегії підприємств в умовах безпрецедентних викликів: наслідків пандемії COVID-19 та повномасштабної військової агресії. Окрім факторів фізичного виживання та релокації, на перший план виходять вимоги декарбонізації та європейської інтеграції (зокрема механізм СВМ). Розуміння того, чи є поточне зростання споживання відновленням старої моделі, чи ознакою якісної технологічної трансформації [3, 4], є критично важливим для формування державної політики та інвестиційних планів.

З метою проведення даного дослідження було проаналізовано статистичні дані Державної служби статистики України, що відображають обсяги використання електричної енергії підприємствами Чернігівської області у 2016 – 2024 роках [1].

Для поглибленої оцінки динаміки використання електричної енергії на виробничо-експлуатаційні та господарські потреби підприємств доцільно проаналізувати темпи зростання (спаду) показника [2] у 2016–2024 роках (табл. 1).

У 2017–2018 роках спостерігалось незначне зростання обсягів використання електричної енергії. Так, у 2017 році показник зріс на **0,36 %** порівняно з 2016 роком, а у 2018 році - ще на **0,41 %**. Такі незначні темпи приросту свідчать про стагнаційний, але стабільний характер розвитку виробничого сектору в зазначений період.

Починаючи з 2019 року, динаміка набуває чітко негативного характеру. У 2019 році обсяг використання електричної енергії скоротився на **4,77 %**, а у 2020 році спад поглибився до **7,75 %**, що узгоджується з кризовими явищами, спричиненими пандемією COVID-19. У 2021 році тенденція зниження збереглася, хоча темп спаду дещо уповільнився і становив **6,10 %**.

Найбільш критичним став 2022 рік, коли використання електричної енергії зменшилося одразу на **28,32 %** порівняно з попереднім роком. Такий різкий спад є наслідком повномасштабної військової агресії проти України, що призвела до зупинки значної частини підприємств, руйнування виробничої та енергетичної інфраструктури, а також вимушеної релокації бізнесу. У 2023 році зафіксовано перелом негативної тенденції та перехід до відновлювального зростання: обсяг використання електричної енергії збільшився на **10,22 %**. У 2024 році позитивна динаміка збереглася, однак темп зростання уповільнився до **4,17 %**, що може свідчити про обмеженість відновлювальних процесів та адаптаційний характер економічної активності підприємств.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Таблиця 1. Динаміка та темпи зміни обсягів використання електричної енергії
підприємствами у 2016–2024 роках

| Рік | Обсяг використання електричної енергії, КВт/год, тис | Абсолютна зміна до попереднього року | Темп зростання (спаду), % |
|------|--|--------------------------------------|---------------------------|
| 2016 | 889 001,0 | – | – |
| 2017 | 892 199,0 | +3 198,0 | +0,36 |
| 2018 | 895 825,4 | +3 626,4 | +0,41 |
| 2019 | 853 119,3 | –42 706,1 | –4,77 |
| 2020 | 786 968,9 | –66 150,4 | –7,75 |
| 2021 | 738 999,5 | –47 969,4 | –6,10 |
| 2022 | 529 727,6 | –209 271,9 | –28,32 |
| 2023 | 583 875,5 | +54 147,9 | +10,22 |
| 2024 | 608 229,2 | +24 353,7 | +4,17 |

Поступове зростання використання електричної енергії у 2023–2024 роках відбувалося на тлі адаптації підприємств до нових умов функціонування та може свідчити про зміну структури споживання енергоресурсів. За умови, що відновлення виробничої діяльності супроводжується впровадженням більш енергоефективного обладнання та технологій, зростання електроспоживання не обов'язково означає пропорційне збільшення викидів парникових газів. Навпаки, електрифікація виробничих процесів у поєднанні з поступовим зростанням частки відновлюваних джерел енергії може сприяти зниженню вуглецевої інтенсивності виробництва.

Отже, використання електричної енергії підприємствами є важливим індикатором економічної активності регіону. Виявлені тенденції підтверджують, що відновлення виробництва після 2022 року супроводжується якісною трансформацією енергоспоживання, що створює підґрунтя для формування більш стійкої та кліматично нейтральної моделі розвитку підприємств.

Таким чином, динаміка використання електричної енергії підприємствами в досліджуваному періоді відображає перехід від екстенсивної моделі енергоспоживання до потенційно більш ефективної та менш вуглецево-інтенсивної моделі розвитку. Подальше поглиблення процесів енергоефективності та декарбонізації потребує поєднання інвестицій у модернізацію виробничих потужностей, стимулюючої державної політики та інтеграції підприємств у європейські механізми кліматичного регулювання, зокрема в контексті реалізації вимог СВМ.

Список використаних джерел:

1. Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk> (дата звернення: 15.04.2026).
2. Майбородіна Н.В. Економетрика: навчальний посібник. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2021. 280 с.
3. Debnath K., Mourshed M. Forecasting methods in energy planning models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 88. P. 297-325. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.002>
4. Gerasymenko, V., Kozyrskyi, V., Maiborodina, N., Kovalov, O. (2019). Mathematical Model Changing the Value of the Process of Leakage Current in 0.38 kV Networks. In: Nadykto, V. (eds) *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_35.

УДК 631.316:681.5

МЕХАТРОННИЙ МОДУЛЬ СТАБІЛІЗАЦІЇ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ ШИРОКОЗАХВАТНОГО КУЛЬТИВАТОРА НА СХИЛАХ

Макарець В. В., доктор філософії, старший викладач,

Ярмоленко М.І., студент

e-mail: walera10100@gmail.com

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Актуальність. Значна частина орних земель України розташована на схилах крутизною від 1° до 7° , що є характерним для Лісостепу, Поділля та передгірних зон [1]. Під час роботи широкозахватних культиваторів з робочою шириною 8–18 м на схилах виникає поперечний і поздовжній нахил рами, який спричиняє нерівномірність глибини розпушування по ширині захвату, зміщення робочих органів донизу по схилу та погіршення якості кришення ґрунту [2, 3]. Ручне коригування положення рами оператором з кабіни трактора під час руху є практично неможливим через високу динаміку процесу та великі інерційні маси бічних крил культиватора. Упровадження мехатронних модулів стабілізації горизонтального положення рами є актуальним напрямом підвищення якості передпосівного обробітку ґрунту на складних рельєфах [4].

Мета роботи — обґрунтування структурно-функціональної схеми та принципу дії мехатронного модуля стабілізації горизонтального положення рами широкозахватного культиватора на схилах.

Матеріали та методи. Використано методи системного аналізу, теорії автоматичного керування [5], кінематичного аналізу секційних рам сільськогосподарських машин та структурного синтезу мехатронних систем. Розгляд виконано стосовно широкозахватних культиваторів із шарнірно-зчленованою рамою, що складається з центральної секції та двох бічних крил, обладнаних опорними колесами.

Результати досліджень. Запропонована структура мехатронного модуля включає такі функціональні підсистеми: вимірювальну (інерціальні вимірювальні модулі ІМУ на центральній секції рами та на кожному з бічних крил для визначення кутів крену і диференту; датчики положення штоків гідروциліндрів підйому крил); обчислювально-логічну (мікроконтролерний блок керування з алгоритмом фільтрації сигналів ІМУ на базі фільтра Калмана [6] та комбінованим ПІД-законом регулювання); виконавчу (електрогідравлічні пропорційні розподільники та гідроциліндри підйому-опускання бічних крил); інтерфейсну (термінал оператора в кабіні трактора).

Закон керування кутом нахилу бічного крила реалізовано у вигляді дискретного ПІД-регулятора:

$$u(k) = K_p \cdot e(k) + K_i \cdot T \cdot \sum e(i) + (K_d / T) \cdot [e(k) - e(k - 1)], \quad (1)$$

де $u(k)$ — керувальний сигнал на пропорційний розподільник, мА;

$e(k) = \varphi_{\text{зад}} - \varphi(k)$ — поточна похибка стабілізації кута крила, рад;

$\varphi_{\text{зад}}$ — задане значення кута, рад;

K_p, K_i, K_d — коефіцієнти пропорційної, інтегральної та диференціальної складових регулятора;

T — крок дискретизації, с.

На схилах, коли центральна секція разом із трактором копіює рельєф, бічні крила культиватора автоматично переміщуються у вертикальній площині так, щоб усі робочі органи зберігали однакове заглиблення у ґрунт.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Алгоритм передбачає два режими роботи: повної горизонтальної стабілізації (на схилах до 3°) та часткової компенсації (на крутіших схилах, коли повна стабілізація неможлива через конструктивні обмеження шарнірних вузлів). Інтеграція модуля через шину ISOBUS забезпечує узгоджену роботу з іншими елементами точного землеробства — автопілотуванням трактора та системами диференційованого обробітку [7].

Висновки.

Обґрунтовано структуру мехатронного модуля стабілізації горизонтального положення широкозахватного культиватора на схилах, яка об'єднує інерціальні датчики, мікроконтролерний блок керування з адаптивним алгоритмом регулювання, електрогідравлічні приводи бічних крил та інтерфейс оператора. Подальші дослідження доцільно спрямувати на експериментальну перевірку розробленого алгоритму у польових умовах на схилах різної крутизни.

Список використаних джерел:

1. Адамчук В. В., Булгаков В. М. Механіко-технологічні та конструктивні основи розвитку сільськогосподарської техніки : монографія. Київ : Аграрна наука, 2016. 502 с.
2. Надикто В. Т. Основи агрегування модульних енергетичних засобів : монографія. Мелітополь : Люкс, 2019. 240 с.
3. Кравчук В. І., Погорілий В. В. Світові тенденції розвитку ґрунтообробної техніки. Техніка і технології АПК. 2020. № 3 (114). С. 8–15.
4. Насонов В. А., Головчук А. Ф. Основи мехатроніки сільськогосподарських машин : навч. посібник. Київ : НУБіП України, 2019. 280 с.
5. Попович П. В., Ляшук О. Л. Теорія автоматичного керування : навч. посібник. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. 234 с.
6. Шишков В. О., Грабар І. Г. Застосування фільтра Калмана в мехатронних системах сільськогосподарських машин. Вісник ЖНАЕУ. 2021. № 1 (104). С. 112–120.
7. ISO 11783. Tractors and machinery for agriculture and forestry — Serial control and communications data network. Geneva : International Organization for Standardization, 2017.

УДК 629.3.015:502

АЛКОГОЛЬ ТА НАРКОТИКИ ЗА КЕРМОМ: НАСЛІДКИ

МАРЧЕНКО М.П.

Студентка 3 курсу групи БТ231

ВП НУБІП України "Ніжинський агротехнічний інститут";

Науковий керівник:

ЗАБОЛОТНИЙ О.А.,

кандидат педагогічних наук, доцент,

ВП НУБІП України "Ніжинський агротехнічний інститут";

e-mail: natifizo2010@ukr.net

У сучасному світі проблема безпеки дорожнього руху є дуже актуальною. Однією з найнебезпечніших причин дорожньо-транспортних пригод є керування транспортними засобами у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння. Це питання стосується не лише водіїв, а й пасажирів та пішоходів, адже від цього залежить життя та здоров'я багатьох людей.

Алкоголь негативно впливає на організм людини, особливо на нервову систему. Навіть невелика кількість алкоголю знижує увагу, погіршує реакцію та здатність швидко приймати рішення. Водій починає неправильно оцінювати ситуацію на дорозі, не може вчасно зреагувати на небезпеку, наприклад, на різке гальмування іншого автомобіля або появу пішохода. Крім того, алкоголь впливає на координацію рухів. Людина може не точно керувати кермом, плутати педалі або неправильно оцінювати швидкість руху. Також часто виникає переоцінка власних можливостей — водій думає, що контролює ситуацію, хоча насправді це не так. Це значно підвищує ризик аварій.

Наркотичні речовини мають ще більш небезпечний вплив. Вони можуть викликати як надмірну збудженість, так і сильну загальмованість. У деяких випадках водій може втрачати контроль над собою, бачити неіснуючі об'єкти або не помічати реальні перешкоди на дорозі. Це робить керування транспортом у такому стані надзвичайно небезпечним. Ще однією проблемою є те, що дія наркотиків може тривати довше, ніж дія алкоголю. Навіть якщо людині здається, що вона вже у нормальному стані, її реакція все одно може бути порушена. Це особливо небезпечно, тому що водій може не усвідомлювати свій стан.

Наслідки керування у стані сп'яніння можуть бути дуже серйозними. Найгірше — це дорожньо-транспортні пригоди, які призводять до травм або загибелі людей. Часто страждають не лише самі водії, а й інші учасники дорожнього руху, які взагалі не винні у ситуації.

Окрім фізичних наслідків, існують також правові. В Україні передбачена сувора відповідальність за керування транспортом у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння. Це можуть бути великі штрафи, позбавлення водійських прав, а у деяких випадках навіть кримінальна відповідальність. Таким чином держава намагається зменшити кількість порушень та підвищити рівень безпеки на дорогах.

Також варто зазначити і моральну сторону цього питання. Людина, яка сідає за кермо у нетверезому стані, наражає на небезпеку інших людей. Це є безвідповідальною поведінкою, яка може мати дуже тяжкі наслідки. Важливо розуміти, що навіть одна помилка може коштувати життя.

Для запобігання таким ситуаціям необхідно підвищувати рівень свідомості водіїв. Потрібно проводити інформаційні кампанії, пояснювати наслідки та нагадувати про відповідальність. Також важливо, щоб самі люди розуміли ризики і не сідали за кермо після вживання алкоголю або наркотиків.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Одним із простих способів уникнути проблем є використання альтернатив: громадського транспорту, таксі або допомоги тверезого водія. Це допоможе зберегти життя і здоров'я як своє, так і інших людей.

Отже, можна зробити висновок, що алкоголь та наркотики за кермом є однією з головних причин небезпечних ситуацій на дорозі. Вони значно погіршують здатність водія керувати транспортом і приймати правильні рішення. Для зменшення кількості аварій необхідно дотримуватися правил дорожнього руху, бути відповідальними та ніколи не сідати за кермо у стані сп'яніння.

Список використаних джерел:

1. Вплив наркотичних речовин на організм людини та наслідки вживання - Новини - Миколаївський обласний центр контролю та профілактики хвороб. Миколаївський обласний центр контролю та профілактики хвороб. URL: <https://mk.cdc.gov.ua/news/vplyv-narkotychnyh-rechovyn-na-organizm-lyudyny-ta-naslidky-vzhyvannya/> (дата звернення: 11.04.2026).
2. Небезпека керування у стані сп'яніння. Just a moment... URL: <https://mvs.gov.ua/news/vid-povagi-do-bezpeki-nebezpeka-keruvannia-u-stani-spiannia> (дата звернення: 11.04.2026).

УДК 631.356

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІІ ЗУБОВОГО РОЗПУШУВАЧА

Мороз А.І. к.т.н., доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Досходова обробка посівів буряка проводиться на 4-й або 6-й день після посіву для підтримки ґрунту в рихлому і чистому від бур'янів стані. Досходова обробка сприяє зниженню засміченості плантації і є одним з прийомів для запобігання ґрунтовій кірці. В разі настання холодної погоди, що затримує появу сходів, досходову обробку повторюють. Обробки треба проводити з таким розрахунком, аби бур'яни знаходилися у фазі «білих ниточок».

При досходовій обробці плантації агрегат переміщається по сліду, залишеному сівалкою. Для цього користуються візирем, якого встановили на тракторі під час передпосівної обробки ґрунту [1].

Кожна секція культиватора оснащується одним зубовим розпушувачем, встановленим по напрямку руху агрегату вершиною кута назад.

Розпушувач закріплюється на двох стійках розпушувальних лап, встановлених тильною стороною вперед по напрямку руху агрегату. При цьому крайні зуби розпушувача максимально наближені до опорного колеса культиватора і, маючи мінімальні поперечні відхилення, можуть обробляти посіви з малими захисними зонами – 4...6 см. Середні зуби розпушувача із зрізаним під кутом робочим кінцем зпущують міжряддя на глибину 4...7 см. Зуби розпушувача, міжряддя, що знаходяться в центральній частині, виглиблюють для проходження крупних ґрунтових грудок, каменів і рослинних залишків, які відводяться зубами і планками розпушувача від рядків в центр міжряддя.

Ранній догляд за посівами починається з фази розвиненої «вилочки» і закінчується у фазі трьох-чотирьох пар листя. Від своєчасного і якісного проведення обробок міжрядь в цей період залежить величина урожаю і міра зниження витрат ручної праці на прополці бур'янів і проривці.

Для першої міжрядної обробки оснащення культиватора робочими органами і пристосуваннями таке ж, як і на досходовій обробці, лише в передній частині грядилів секції, в поперечних тримачах, закріплюються по дві однобічні лапи на глибину обробки 3...4 см. При такій розстановці робочих органів пласт ґрунту, що підрізає, вичісується зубами розпушувача, що різко знижує приживаність бур'янів. Ущільнювачі 1 дозволяють проводити обробку з мінімальними захисними зонами – 5...6 см, а захисні щитки оберігають схід від привалювання ґрунтом крупними грудками і каменями.

При малій засміченості полів на агрегаті замість однобічних лап можна встановлювати стрілчасті лапи [2].

Для прискорення зростання і розвитку молодого сходів буряка міжрядню обробку плантації поєднують з одночасною підгодівлею рослин аміачною селітрою. Добриво, нормою до 2 ц на гектар, вноситься через розтруби тукопроводів прямо на поверхню ґрунту в зоні рядків. При цьому одна частина селітри привалюється розпушеним ґрунтом, а інша – розчиняється протягом однієї доби повітряною і ґрунтовою вологою. При такому способі внесення азотної підгодівлі опіків і пошкоджень листя буряка не відмічено, а розвиток рослин в зростання прискорюється.

Через 6...7 днів після першої міжрядної обробки проводиться друга, теж з одночасною підгодівлею аміачною селітрою [3].

В період раннього догляду за посівами потрібно встановлювати спостереження за появою білшки і в разі її виявлення, необхідно обробити посіви з метою знищення цього шкідника. Своєчасно повинні знищуватися і інші шкідники.

При обробці розвинених рослин, що мають більше чотирьох пар листя, ставиться завдання підтримки плантації в рихлому і чистому від бур'янів стані. В цей час починається інтенсивне зростання коренеплоду.

**Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»**

Розроблена технологія обробітку кормового буряка заснована на передовому досвіді господарств.

Розроблена технологія передбачає активне використання зубового розпушувача ґрунту в міжряддях на всіх стадіях розвитку рослин.

Основною метою міжрядного обробітку ґрунту являється створення оптимальних умов для проростання насіння, подальшого росту та розвитку рослин.

В процесі даного обробітку ґрунту вирішуються наступні задачі:

- порушується капілярна провідність в верхньому шарі ґрунту, за рахунок чого знижується інтенсивність притоку вологи до поверхні;
- вирівнюється поверхня поля, що створює передумови для кращого розвитку рослини;
- ліквідовуються пророслі та проростаючі бур'яни, рівномірно перемішуються в поверхневому шарі ґрунту пестициди (гербіциди), що вносяться.

Для проведення міжрядного обробітку ґрунту на культиватор УСМК-5,4 встановлювали розроблений зубовий розпушувач.

У зв'язку з викладеними обставинами, обґрунтування параметрів і розробка конструкції зубового розпушувача є актуальним.

Розроблений розпушувач складається з центрального бруса з подовжнім роз'ємом, права і ліва частини якого сполучені між собою стяжними болтами; двох бічних планок, виконаних з верхнього і нижнього куточків і приєднаних передньою частиною до проушин центрального бруса; регульованому по довжині поперечному зв'язку; восьми середніх і двох крайніх зубів, що закріплюються на бічних планках на різній висоті за допомогою фіксаторів. При необхідності на розпушувачі можуть бути встановлені щитки для захисту рослин і гичковідводи.

При установці розпушувачів на секціях культиватора стійки робочих органів вставляють в роз'єм центрального бруса і затягують стяжними болтами. Залежно від компоновки розпушувача із стрілкою, розпушувальною або однобічними лапами, стійки робочих органів культиватора можна приєднати до центрального бруса в різних місцях. Для цього на вертикальних стінках центрального бруса по всій його довжині зроблені отвори для стяжних болтів.

Ширину захвату розпушувача регулюють зміною довжини поперечного зв'язку, який фіксують на центральному брусі середнім болтом. Крайніми болтами поперечний зв'язок прикріплюють до бічних планок.

Індивідуальне регулювання по висоті і фіксацію зуба здійснюють, відгвинчуючи гайку фіксатора на 2/3 звороту з подальшим її затягуванням.

Висновки.

Розроблена операційно-технологічна карта на міжрядну обробку буряка з використанням розробленого зубового розпушувача.

Реалізація цієї розробки в господарствах дозволить підвищити врожайність, продуктивність праці, зменшивши собівартість продукції.

Список використаних джерел:

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: підручник. Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Агроосвіта, 2015.— 679 с.
2. Дубровін В.О. Дослідження ефективності технології і техніки мінімалізації весняного передпосівного обробітку ґрунту під сівбу цукрових буряків. В.О Дубровін, В.В. Теслюк Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України Серія «Техніка і енергетика АПК» Редкол.: Д.О. Мельничук (відп. ред.) та ін. — К., 2013. — Вип. 185, ч. 1 — С. 11 — 17.
3. Войтюк П. Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність цукрових буряків П. Войтюк, В. Кремсал. Цукрові буряки. — 2010. — № 1. — С. 8—11.

УДК 631.356

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ

Мороз А.І. к.т.н., доцент
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Вирощування картоплі — складний технологічний процес, який тісно пов'язаний із природно-кліматичними умовами. Садіння повинно проходити у короткі строки залежно від погодних умов, сорту картоплі та умов контракту.

Відомий спосіб посадки та роботи в міжряддях полягає в нарізуванні гребенів перед посадкою та обробці борозен з одночасним щілюванням.

Недоліком відомого способу є великі енерговитрати і зниження продуктивності праці.

Відомий спосіб обробітку ґрунту при інтенсивній технології вирощування сільськогосподарських культур, що включає операції передпосадкового і міжрядного обробітку посівів уздовж заданих колій тракторів і сільськогосподарських машин.

Недоліком такого способу обробітку ґрунту є складність утворення щілин і заповнення їх матеріалом з високим коефіцієнтом фільтрації, а також руйнування ґрунту на схилі поблизу проходу коліс трактора. Крім того, додаткові і матеріальні витрати на нарізку щілини [1].

Відома стрічково-гребінчаста технологія вирощування та збирання картоплі, яка полягає у нарізанні гребенів без стиків у смуговій схемі для посадки картоплі зі змінним міжряддям 60-80 см, формуванні гребнів із двох зближених міжрядь і культивуванні насадження з агрегатами широкого захвату.

Недоліком відомої стрічково-гребінчастої технології є відсутність серійного виробництва саджалок для садіння картоплі з різними схемами.

Для цього необхідно переобладнати чотири- або шестирядні картоплесаджалки. Безстикове нарізання гряд потребує високої кваліфікації, прямолінійного водіння агрегату.

Для догляду за рослинами на культиваторі необхідно розташувати робочі органи в особливому порядку, щоб сформувати грядку з двох зближених рядів. Ширина колії трактора повинна бути всього 1,4 м. Крім того, при збиранні врожаю в робочі органи машини з гряд потрапляє велика кількість ґрунту, що призводить до погіршення якості технологічного процесу, а комбайн повинен мати тільки суцільні робочі органи ККУ-2А. тип для цього. Для збирання картоплі на грядках непридатні дисково-плужні знаряддя типу КПК-2 [2].

Технологія вирощування картоплі зі змінними міжряддями, включаючи технологічні з шириною міжрядь 70, 80, 90 і 110 см і агротехнічні 60 і 70 см, а також переобладнанні картоплесаджалки СН-4Б і культиватор КОН-2,8.

Недоліком відомої технології вирощування картоплі є відсутність відповідного обладнання для технологічного процесу підготовки ґрунту, посадки та догляду за рослинами.

Існуючі агрегати вимагають їх переобладнання до обраного технологічного міжряддя, тобто конструктивного доопрацювання. Ширина технологічної колії складає всього 1,4 м, де між колесами трактора розташовано лише два ряди картоплі, що зумовлює значну ущільнену площу посіву. Крім того, на двох внутрішніх схилах гряд біля коліс трактора в процесі догляду за рослинами відбувається постійне руйнування та ущільнення ґрунту, пошкодження кореневої системи, обламування кронів і травмування бульб [3].

Загально-відомий комбінований агрегат, який складається з культиватора з пристроєм для локального внесення мінеральних добрив, трактора і картоплесаджалки.

Основним недоліком відомої комбінованої установки було те, що навішування культиватора з передньої частини трактора ускладнене переобладнанням робочих органів і відсутністю рами для навішування машини.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Конструктивно такий культиватор не забезпечує суцільний обробіток ґрунту, а створює гряди з локальним внесенням мінеральних добрив. Трактор використовується з технологічною колією шириною 1,4 м, що призводить до великого ущільнення загальної площі міжрядь первинного руйнування ґрунту на чотирьох схилах гряд. Оскільки агротехнічна ширина міжрядь становить 0,7 м, а ширина коліс 0,38 м. При цьому руйнується коренева система, обламуються стебла, травмуються бульби картоплі.

Зазначена мета досягається тим, що передпосівний обробіток ґрунту – внесення мінеральних добрив, внесення їх у ґрунт та садіння картоплі здійснюється в комплексі операцій за один прохід агрегату.

Опис удосконаленої машини. Комбінований агрегат складається з енергонасиченого трактора ХТЗ-120 з передньою і задньою начіпкою. На передній начіпці за допомогою універсальної рами жорстко приєднується культиватор з робочими органами і пристроєм для внесення мінеральних добрив. Універсальна рама переставляється на рамі культиватора шляхом повороту її на 180° для заданої начіпки машини. На задній начіпці встановлюється картоплезаджалка. Універсальна рама, до якої входить рама, начіпний пристрій, нижня вісь, скоба, кронштейн, гвинтова стрем'янка, розкіс і поперечна закріплюється на брусах основної рами культиватора з можливістю переналадки, поворотом її на 180° для передньої чи задньої начіпки.

Колеса енергонасиченого трактора приставками-розширювачами в запропонованому винаході встановлюються на ширину технологічної колії 3м і розташовуються в технологічному міжрядді шириною 0,9м.

При чому між колесами агрегату розміщуються чотири рядки картоплі агротехнічним міжряддям шириною 0,7м. Таке розташування коліс запобігає руйнуванню ґрунту на схилах гребенів та зменшує в два рази ущільнення площі від посадками картоплі. Колеса трактора шириною 0,38м. з колією шириною 1,4м розташовуються в агротехнічному міжрядді, що призводить до ущільнення 54% і більше площі міжряддя і руйнування ґрунту на схилах чотирьох гребенів.

Спосіб і робота комбінованого агрегату здійснюється таким чином. В процесі руху агрегату за один прохід пристроєм перед робочими органами культиватора на поверхню поля вносяться мінеральні добрива і заробляються робочими органами у ґрунт. Таким чином проводиться передсадивний обробіток ґрунту на глибину 12-14 см. Одночасно з цим картоплезаджалка висаджує картоплю у підготовлений ґрунт на глибину 6-8 см. Колеса енергонасиченого трактора, наприклад ХТЗ-120, за допомогою приставок розширювачів встановлюють на технологічну колію шириною 3м рухаються по технологічному міжрядді шириною 0,9 м. Ширину технологічного (стикового) міжряддя створюють водіння агрегату по маркерній лінії і візиру, встановленому на тракторі. При чому між колесами трактора розміщується чотири рядки картоплі з агротехнічними міжряддями шириною 0,7м без ущільнення ґрунту в міжряддях зруйнованих гребенів.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Висновки.

Розроблений комбінований агрегат з енергонасиченим трактором ХТЗ-120 дозволить збільшити продуктивність агрегату по садінню картоплі зменшивши при цьому кількість проходів по полю за рахунок розробки передньої начіпки для трактора. На передній начіпці за допомогою універсальної рами жорстко приєднується культиватор з робочими органами і пристроєм для внесення мінеральних добрив.

Список використаних джерел:

1. Гевко Р.Б. Аналіз розвитку малогабаритної картоплезбиральної техніки в Україні Гевко Р.Б., Синій С.В., Варголяк М.Я. Збірник тез XXVI наук.-тех. конф. проф.-викл. складу «Актуальні проблеми та перспективи науки і виробництва. (тех.напрямок). Луцьк: НВВ Луцького НТУ, 2012. С. 158-160.
2. Гевко Р.Б. Новий малогабаритний комбайн для збирання картоплі Синій С.В., Гевко Р.Б., Осуховський В.М. Вісник Інженерної академії України. – 2012. № 3-4. – С.72-76.
3. Машина для садіння картоплі з одночасним внесенням органічних і мінеральних добрив. Дідух В.Ф., Тарасюк Д.В., Ляшук В.М., Тарасюк В.В., Фомич М.І. Патент на КМ № 143095, МПК (2020.01) А01С 7/06(2006.01) А01С 15/00, опубл. 10.07.2020, бюл. №13.

УДК 631.35.001.66

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗПИЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ОБПРИСКУВАЧА ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

*Б.В.ОНИЩЕНКО к.т.н., доцент, В.Б.ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,
НУБІП УКРАЇНИ*

Якість розпилювання характеризується розміром крапель та ступенем покриття площі краплями. Кожен розпилювач створює при певному тиску краплі різного діаметра. Розмір крапель виражається медіанно-масовим діаметром крапель (по європейській класифікації - середній об'ємний діаметр краплі - MVD), що відповідає частці маси рідини в 50% крапель.

Важливим показником є розподіл розміру крапель по фракціях (дисперсність). Основним показником дисперсності розпилу служить медіанний масовий діаметр крапель. Показником дисперсності розпилу є величина 10% об'ємного діаметру (VD_{10}), що дає оцінку потенційного зносу краплі. Підвищення тиску на розпилювачі приводить до зменшення діаметрів MVD й VD_{10} . Чим більше отвір наконечника, тим більші значення приймають обидва показники. Ступінь покриття виражається кількістю осілих крапель на одиниці площі.

Залежність розміру крапель від робочого тиску

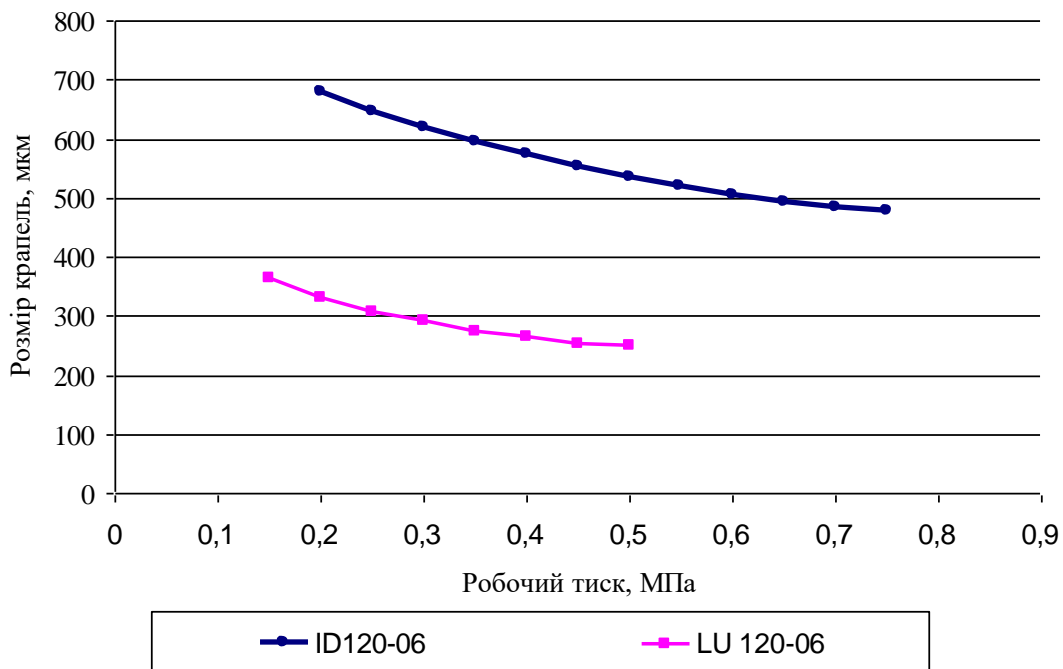


Рисунок 1.20. Залежність розміру крапель від робочого тиску

На прикладі типорозміру 06, що має для всіх типів наконечників однакову характеристику продуктивності, показана різниця в розмірах медіанного діаметра крапель MVD і дисперсності крапель VD_{10} наконечника серії LU, та інжекторного наконечника ID.

Розмір крапель інжекторного наконечника приблизно у два рази більше, ніж у звичайних розпилювачів LU. Наступним за цими показниками йде наконечник AD. Розпил

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

компактних інжекторних наконечників при низьких тисках лежить у області великих крапель, поблизу від показників довгих інжекторних при відповідно вищих тисках. За рахунок пологої форми кривої розміру краплі в довгих інжекторних розпилювачів досягається, у порівнянні з компактними, більш широкий діапазон розпилу з великим краплями, що дозволяє використати технології внесення зі зниженням дрейфу в більш широкій області. Гнучке використання таких властивостей розпилювачів при обробці рослин дає можливість варіювати як щільність покриття краплями, так і швидкість обробки.

Отже, на сьогоднішній день існує великий вибір наконечників, спеціально розроблених для досягнення максимального результату під час внесення рідких мінеральних добрив. Сучасні обприскувачі обладнуються розпилювальними наконечниками виробництва відомих зарубіжних фірм, різних типів для проведення різноманітних видів хімічної обробки рослин - суцільне нанесення хімічних препаратів, стрічкова обробка міжрядь, прикоренева обробка рослин, поверхнєве внесення рідких мінеральних добрив тощо. Конструкція їх різниться між собою в залежності від призначення та умов експлуатації.

Список використаних джерел:

1. Теоретичні дослідження процесу осідання краплі змінної маси у відкритому просторі. В. Онищенко, канд. техн. наук, Б. Онищенко, канд. техн. наук, І. Любченко Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – К., 2013. – Вип. 17(31). – С. 220 – 226.

УДК 631.34

**ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ
НАВІСНОГО МОДУЛЯ ДО РОЗКИДАЧА ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ**

В.Б.ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н., Б.В.ОНИЩЕНКО к.т.н., доцент

В.О.КУДРЯ к.т.н., НУБІП України

Детальний аналіз літературних джерел, наукових досліджень та існуючих конструкцій кузовних розкидачів органічних добрив показує, що для отримання оптимальних показників продуктивності, якості та енергомісткості робочого процесу розкидача під час внесення органічних добрив можливо при дотриманні наступних основних умов:

- якісного подрібнення та отримання однорідної маси технологічного матеріалу;
- зменшення перекриття суміжних проходів за рахунок рівномірного розподілу добрив по поверхні ґрунту;
- дотримання технології внесення органічних добрив.

Використання розкидачів з горизонтально та вертикально встановленими розподільними барабанами неможливо із-за недостатнього подрібнення добрив. Причиною цього є шар добрив, який в певні моменти часу обвалюється на подрібнювальний і розкидальний барабани, створюючи значно більшу подачу ніж максимальна продуктивність транспортера, що призводить до нерівномірності та відхилення дози внесення [1].

На основі аналізу результатів досліджень була запропонована конструкція розкидача органічних добрив з навісним модулем (рис 1) для внесення добрив у малих дозах від 2-10 т/га. Розкидач органічних добрив включає кузов 1, встановлений на ходових колесах 2, подавальний транспортер 3, встановлений вздовж кузова 1 так, що його верхня робоча частина розміщена на днищі 4 кузова 1. Поперечний транспортер 5 закріплений до задньої частини кузова 1, причому розміщений нижче подавального транспортера 3. Барабанно-лопатевий робочий орган 6, який з'єднаний з механізмом приводу в обертальний рух, розташований біля розвантажувального кінця 7 поперечного транспортера 5, причому ширина лопатей 8 ротора 6 виконана змінною, при цьому найменшу ширину мають периферійні кінці 9, лопатей 8. При розробці розкидача для малосипких і грудкуватих органічних добрив над заднім кінцем подавального транспортера 3, встановлено два лопатевих бітера 9 і 10, з'єднаних з механізмом приводу в обертальний рух і закритих зверху захисним кожухом 11 [2,3].

При роботі експериментального розкидача органічних добрив завантажені в кузов 1 добрива подавальним транспортером 3 переміщуються в напрямку задньої частини кузова. При цьому, якщо розкидач розроблений для малосипких і грудкуватих добрив, то вони подрібнюються лопатевими бітерами 9 і 10, а якщо для сипких добрив, то вони просто засипаються з подавального транспортера 3 на поперечний транспортер 5, яким подаються на барабанно-лопатевий розподільний орган 6, що обертається, де захоплюються його лопатками, втягуються в обертальний рух і під дією відцентрових сил розкидаються по поверхні поля.

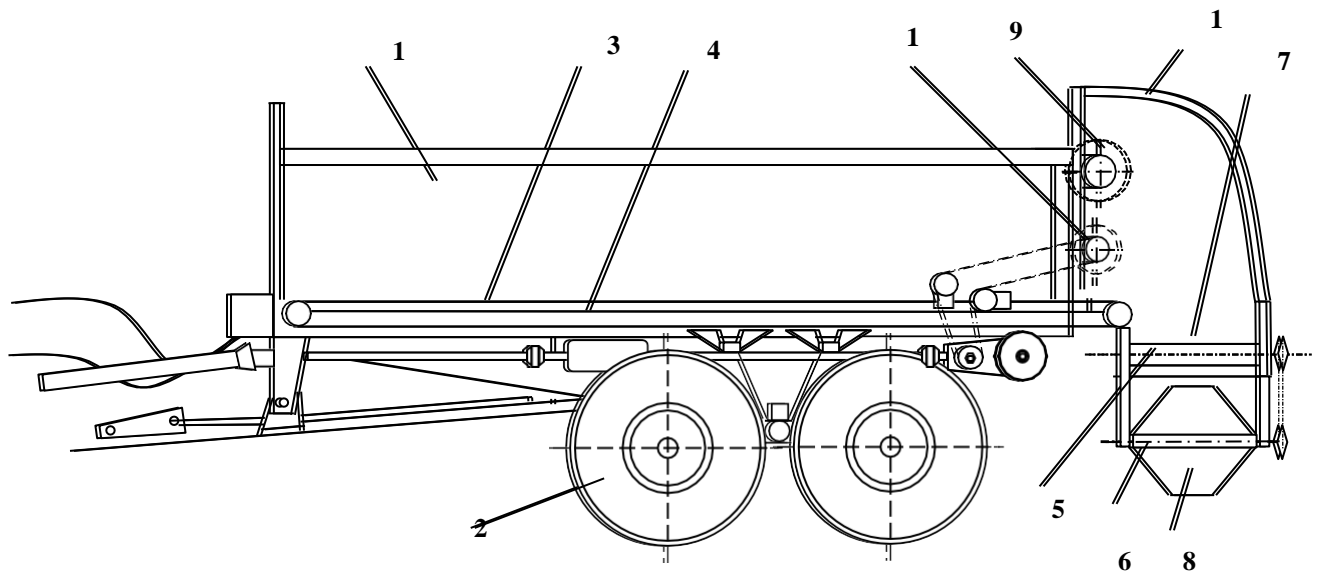


Рисунок 1. Схема розкидача органічних добрив з навісним модулем:

1 – кузов, 2 – ходові колеса; 3 –подавальний транспортер; 4 – днище кузова;
5 – поперечно-стрічковий транспортер; 6 – роторно-лопатевий робочий орган;
7 – розвантажувальний кінець поперечного транспортера; 8 – лопатка ротора; 9-10 –лопатеві бітера

Причому завдяки тому, що лопаті 8 розподільного органу 6, мають змінну ширину, добрива, які сходять з цих лопатей, мають різну швидкість руху, у результаті чого вони летять на різну відстань. Це забезпечує збільшення смуги розсівання добрив, якості їх розподілу і відповідно зростання продуктивності роботи розкидача органічних добрив.

Список використаних джерел:

1. Чемерха Б. Зберегти родючість і зупинити деградацію ґрунтів [текст] Б. Чемерха Агроном – 2006 – №1 – С.14-15.
2. Prüfbericht 5304F Universalstreuer Typ Tytan mit 4-Walzen-Streuwerk DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel– 2004 – p. 4
3. Prüfbericht 5605F Verteilqualität für Zuschuss in Sachsen Universalstreuer Megafex 1700 mit Standardstreuwerk DLG Testzentrum Technik and Betriebsmittel – 2006 – p. 5

УДК 631.333

**УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИСКОВО-ЧИЗЕЛЬНОГО АГРЕГАТУ
ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З ОДНОЧАСНИМ ВНЕСЕННЯМ
ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

**Ю. В. ПОНОМАР, директор ТОВ КРАСНЯНСЬКЕ СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПІДПРИ-
ЄМСТВО «АГРОМАШ»**

В. А. НАСОНОВ, с.н.с., к.т.н., ІМА АПВ

**В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н., Б. В. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н.,
НУБІП України**

Сучасний комбінований ґрунтообробний агрегат призначений для виконання декількох операцій за один прохід: лушення стерні попередників на глибину до 120 мм, глибокого (до 350 мм) смугового розпушення ґрунту чизельними робочими органами з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив на різну глибину, вирівнювання і прикочування оброблюваної поверхні ґрунту.

ґрунтообробний агрегат складається з наступних складових: рама з шасі, причепом і чизельними робочими органами, секції дискатора, секції котків, секції вирівнювача, гідравлічна система, гальмівна система, система освітлення і сигналізації.

Знаряддя може комплектуватися чизелями у двох варіантах виконання їх конструкції: у варіанті I - з гідропневматичним захистом від перевантажень (рис.1) і у варіанті II - з механічним захистом від перевантажень (рис.2).

Робочі органи в обох варіантах мають однакову конструкцію, яка включає С-подібну стійку 1 з листового матеріалу товщиною 30-40мм, на яку болтами 3,4 кріпляться змінне долото 5 і леміш 6.

За стійкою чизеля закріплюється тукопровід 7 з розподільником 8. Тукопровід має спрямовувати гранульовані добрива, які підводяться з спеціального бункера по пневмопроводу 9 з внутрішнім діаметром 32 мм, в розпушений чизелем ґрунт. Розподільник 8 виконує функцію розподілу і подачі потоку добрив в різних пропорціях на поверхню ґрунту за чизелем та на дно борозни.

Дискові робочі органи діаметром 510 мм мають гумові демпфери і за конструкцією повинні бути уніфіковані з робочими органами дискаторів Д-6 і Д-8 Замовника. Розташовуються на рамах секцій у два ряди з відстанню між рядами 850 мм і відстанню між суміжними у ряду дисками 250 мм. По краях секцій встановлюються обмежуючі диски 20 діаметром 600 мм, які також уніфіковані з аналогічними робочими органами дискатора Д-8.

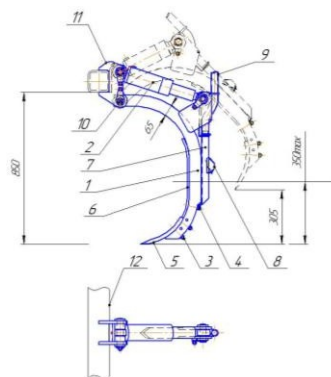


Рис. 1. Чизель з гідропневматичним захистом від перевантажень

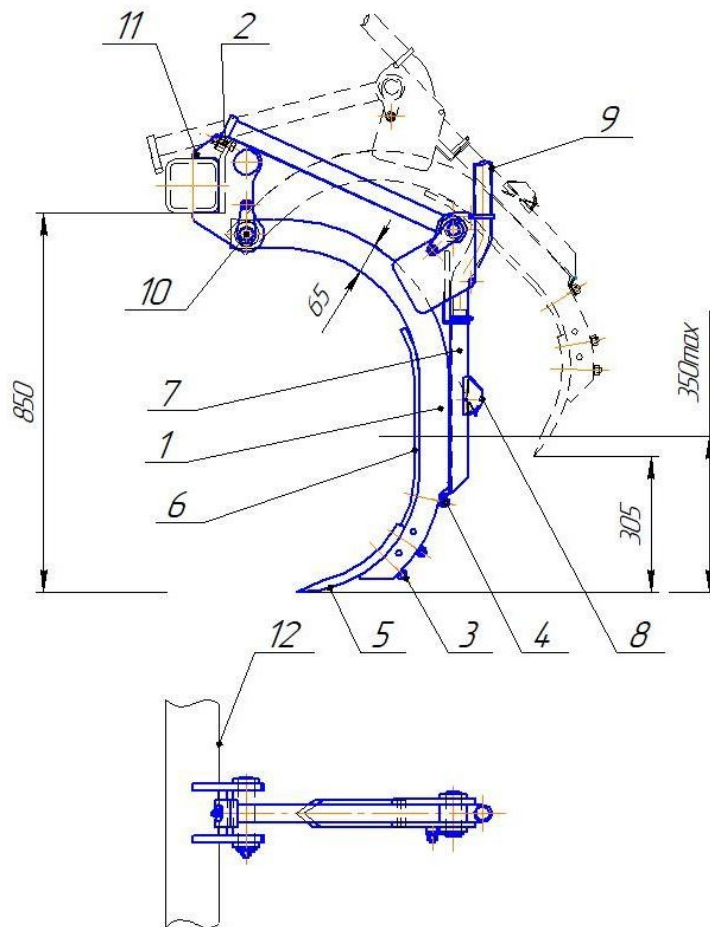


Рис. 2 – Чизель з механічним захистом від перевантажень

До задніх балок бокових рам знаряддя шарнірно кріпляться дві секції котків тарілкового типу діаметром 620 мм. Для регулювання положення котків і глибини обробітку

грунту служать гідроциліндри. За допомогою їх котки мають також виключатися в разі потреби з роботи (підійматися в гору і не торкатися поверхні ґрунту). В такому випадку глибина обробітку ґрунту регулюється колесами шасі.

Між котками і заднім рядом чизелів встановлюються дві секції вирівнювача дискового типу з дисками діаметром 510 мм. Секції вирівнювача шарнірно кріпляться до рамок котків і регулюються відносно них талрепними гвинтами.

Список використаних джерел:

1. Аналогічні знаряддя «PERFORMER SELECT» (фірма «Kuhn»), «TRITON» (фірма «Farmet»), «CEUS-2TX» (фірма «Amazone»), «TOP DOWN» (фірма «Vaderstad»).

УДК 631.34

АНАЛІЗ РОБОТИ ПРОТРУЮВАЧІВ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

В. В. РАТУШНИЙ, с.н.с., к.т.н., ІМА АПВ
В. Б. ОНИЩЕНКО, доцент, к.т.н., Б.В. ОНИЩЕНКО, к.т.н.,
НУБІП України

За конструктивними ознаками та принципом роботи основного робочого органу протруювачі насіння розділяють на наступні групи: барабанні, шнекові, камерні, комбіновані, лоткові, транспортерні, роликові і вальцеві. Слід зауважити, що перші чотири групи робочих органів використовуються в основному для обробітку насіння зернових, зернобобових і технічних культур, а інші типи для протруювання насінневої картоплі.

Протруювачі барабанного типу здійснюють нанесення препаратів на насіння сільськогосподарських культур шляхом їх змішування в барабані сухим, вологим і комбінованим способом.

Багаторічні дослідження, проведені науковцями показали, що барабанні робочі органи не забезпечують високу якість обробки зерна, так як не всі зерна в барабані мають можливість контактувати з препаратом. Крім того, вони мають низьку продуктивність, високу питому металоємність і не відповідають санітарно-гігієнічним умовам праці виробничого персоналу.

Протруювачі камерного типу мають найбільш сучасні робочі органи. Принцип їх дії оснований на взаємодії потоку насіння з частинками препарату. Таке рішення дає можливість кожній окремій зернині контактувати з потоком препарату і тим самим, створює умови для досягнення високої якості протруювання.

Камерні робочі органи можуть обробляти насіння сухим, зволженим і комбінованим способом. Крім високих якісних показників вони здатні забезпечувати високу продуктивність процесу обробітку зерна, мають низьку питому метало та енергоємність. Герметичні камери сприяють створенню сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці. У нас в країні всі більшість протруювачів, що випускають в даний час оснащені подібними робочими органами (крім ПСШ-5).

При роботі шнекових протруювачів, протруєне зерно транспортується на відрізку шляху за допомогою металічного шнека, що призводить до механічного пошкодження насіння, що є неприпустимим. По друге металічний шнек малих розмірів і висипання зерна з нього потрібно проводити або на купу або в мішки, що є зайвою тратою часу, тобто включає в себе операції затарювання в мішки, і на полі їх потрібно вручну розвантажувати.

Внаслідок проведеної модернізації шнекового транспортера, в процесі роботи протруювачі забезпечують: знищення личинок шкідників та збудників хвороб на поверхні плодової оболонки насіння; знімання оболонки насіння, що покращить проникнення вологи і препаратів у зародок та внутрішні прошарки насіння, а це в свою чергу сприяє скороченню термінів проростання зерна та отримання міцних та здорових сходів.

Використання гнучких шнекових конвеєрів також дозволить забезпечити завантаження насінневого матеріалу безпосередньо в зернові бункери сівалок, або кузов автомобіля. У цьому випадку відпадає потреба використання мішків та додаткової тари, зменшується кількість обслуговуючого персоналу, що в свою чергу позитивно впливає на собівартість виробленої продукції.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Список використаних джерел:

1. Вітровий А.О. «Результати досліджень пошкоджень зерна гнучким гвинтовим конвеєром », Зб. наук. праць НАУ. Том 6. київ, 1999р. -189с.
2. Гевко Б.М., Рогатинський Р.М. «Гвинтові подаючі механізми сільськогосподарських машин», Вища школа. Львів 1989р. -176с.

УДК 636.083:631.365

ЗАСОБИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГНОЮ З ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ДО ГНОЄСХОВИЩ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Ребенко Віктор Іванович, к.т.н., доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Email: rebenko@nubip.edu.ua

Транспортування гною від місця його утворення у тваринницьких приміщеннях до гноєсховища є невід'ємною ланкою технологічного ланцюга поводження з органічними відходами ферми. Від ефективності цього процесу залежить санітарний стан приміщень, рівень емісії аміаку та метану, збереження поживної цінності гною як добрива, а також безпека праці обслуговуючого персоналу.

Вибір системи транспортування визначається насамперед консистенцією гною, яку прийнято характеризувати вмістом сухої речовини (СР). Виділяють три типи: рідкий гній (< 5% СР), гнойова суспензія-слурі (5–15% СР) та твердий гній (> 15% СР). Кожен тип вимагає принципово різного обладнання. Перед проектувальником стоїть завдання оптимального вибору системи з урахуванням відстані до гноєсховища, рельєфу ділянки, виду тварин, обсягів відходів та бюджету господарства.

Актуальність теми зумовлена глобальним переходом до принципів циркулярного сільського господарства, посиленням екологічного законодавства та науково доведеними втратами поживних речовин при неефективних методах транспортування. За даними дослідження Medinets et al. (Communications Earth & Environment, 2025), в Україні до 90% гною фактично не використовується належним чином, що еквівалентно 2,2 млрд доларів США втрат поживних речовин щорічно. Впровадження сучасних систем транспортування є першим кроком до виправлення цієї ситуації.

За принципом дії та конструктивними ознаками сучасні засоби транспортування гною до гноєсховищ поділяються на п'ять основних класів.

1. Самопливні (гравітаційні) системи. Найпростіший і найекономічніший спосіб — транспортування рідкого гною самопливом по підземних трубах або відкритих лотках завдяки різниці висот між підлогою приміщення і гноєсховищем. Гравітаційний метод не потребує електроенергії та механічних вузлів. Труби діаметром 150–300 мм прокладаються з ухилом не менше 1% для труб Ø150 мм і 0,6% для Ø200 мм і більше. Поза межами будівлі труби заглиблюються нижче рівня промерзання ґрунту.

2. Насосні системи. Насосні системи — найпоширеніший клас обладнання для перекачування рідкого та напіврідкого гною на відстані від кількох метрів до 500 м і більше по трубопроводах. Розрізняють три принципово різні конструкції. Відцентрові (центрифугальні) насоси з відкритим ротором і ножами-подрібнювачами забезпечують продуктивність до 522 м³/год і призначені для рідкого гною. Поршневі (плунжерні) насоси створюють великий тиск і здатні перекачувати густий гній із вмістом СР до 20% на відстані до 500 м. Роторно-лопатеві насоси поєднують переваги обох систем, витримують тиск до 16 бар і стійкі до сторонніх тіл.

3. Конвеєрні системи. Для транспортування твердого та напівтвердого гною застосовуються шнекові (гвинтові) та стрічкові (бельтові) конвеєри з електроприводом. Шнековий транспортер переміщує матеріал обертовим гвинтом у трубі або жолобі, дозволяє похилі маршрути і є ефективним для ферм з глибокою підстилкою. Стрічковий конвеєр — безперервна гумова або поліпропіленова стрічка — широко застосовується у птахівництві під клітковими батареями.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

4. Мобільні транспортні засоби. На малих і середніх фермах, де прокладання стаціонарного трубопроводу економічно не виправдане, застосовуються мобільні вакуумні цистерни та гноєнасосні причепа з тракторним або автономним приводом. Вакуумні цистерни заповнюються від'ємним тиском, що дозволяє уникнути прокачування насосом навіть дуже густого матеріалу.

Нижче наведено зведену порівняльну характеристику основних типів засобів транспортування гною до гноєсховищ із прикладами провідних світових виробників.

| Система | Принцип дії | Переваги | Недоліки | Приклади |
|---|--|---|--|---|
| Самопливна підземна каналізація | Гній стікає по нахилених трубах Ø150–300 мм (ухил $\geq 1\%$) у підземний резервуар | Без електроенергії, мін. обслуговування, безперервна дія | Потребує перепаду висот, засмічення при малих ухилах, лише рідкий гній | Пасивні системи для свинарників і корівників з гнойовими ямами |
| Поршневий (плунжерний) насос | Плунжер зворотньо-поступ. руху нагнітає густий гній по трубопроводу | Перекачує густий гній (до 20% СР), великий тиск — транспорт до 500 м | Складний механізм, висока вартість, потребує кваліф. обслуговування | GEA Houle, Börger (Германія), Valmetal (Канада) |
| Відцентровий (центрифугальний) насос | Крильчатка з відкритим ротором та ножами-подрібнювачами перекачує гнойові рідини | Простий, надійний, висока продуктивність до 522 м ³ /год, недорогий у обслуговуванні | Лише для рідкого гною (вміст СР < 10–15%), не підходить для густих суспензій | GEA Houle E2200, PICHON (Франція), CRI-MAN (Італія) |
| Роторно-лопатевий насос (ротаційний) | Два синхронних лопатеві ротора в герметичному корпусі витісняють гній | Перекачує гній до 16 бар, стійкий до сторонніх тіл, витрата 1–1400 м ³ /год | Вища ціна, чутливий до піску та абразивних частинок, потребує огляду пластин зносу | Vogelsang VX186 (Германія), Börger BioSelect |
| Шнековий (гвинтовий) транспортер | Обертвий шнек переміщує напівтвердий гній по жолобу або трубі | Транспорт твердих і напівтвердих фракцій, похилі маршрути, герметичність | Непридатний для рідкого гною; ризик намотування підстилки; обмежена довжина | Patz Corporation (США), Joz B.V. (Нідерланди), Schauer Agrotronic (Австрія) |

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Стрічковий (бельтовий) транспортер | Безперервна гумова або РР-стрічка транспортує гній під клітковими батареями або з скребк. канавок | Автоматична безперервна робота, поділ фракцій сечі і калу, знижує NH ₃ | Стрічка — витратний матеріал (корозія, знос), висока початкова вартість монтажу | Big Dutchman (Германія), Vencomatic (Нідерланди) — птахівництво |
| Мобільний самохідний гноєнасосний причіп (вакуумна цистерна) | Тракторний або автономний причіп з вакуумним або відцентровим насосом забирає і відвозить гній | Гнучкість маршруту, підходить для малих і середніх ферм, не потребує трубопроводу | Партійний (не безперервний) процес, потрібна людина-оператор, ущільнення ґрунту | Bauer SX1000 (Австрія), JOSKIN (Бельгія), Doda USA |

Гравітаційні системи є беззаперечно найдешевшими в експлуатації: вони не споживають електроенергії і практично не мають рухомих частин, що зводить витрати на технічне обслуговування до мінімуму. Їхній головний конструктивний недолік — необхідність забезпечення стабільного ухилу по всій довжині траси. Для рівнинних ділянок або в разі значної відстані до гноєсховища (понад 80–100 м) підтримання потрібного ухилу без значних земляних робіт стає неможливим. Самопливні системи ефективні лише для рідкого гною: напіврідкі та тверді фракції не течуть під дією гравітації і можуть утворювати тверді пробки.

Відцентрові насоси — найпоширеніше рішення для молочних і свинарських ферм із рідким гноєм. Висока продуктивність (GEA Houle E2200: до 522 м³/год) дозволяє оперативно спустошувати гноєзбірники. Відкритий ротор з ножами (наприклад, у GEA 4" Dairy Manure Pump з 4-дюймовим підземним виходом) ефективно подрібнює волокнисті включення. Головне обмеження — ці насоси не справляються з гноєм, що має вміст СР понад 10–15%: висока в'язкість призводить до кавітації та перегріву двигуна.

Роторно-лопатеві насоси Vogelsang (наприклад, модель VX186-260Q) перекачують матеріал від 1 до понад 1400 м³/год при диференційному тиску до 16 бар, стійкі до сторонніх тіл і легко обслуговуються завдяки конструкції QuickService без демонтажу насосного блока. Вища ціна та чутливість до піску і абразивних частинок (прискорений знос пластин) є основними недоліками.

Система GEA Houle Electromix являє собою інтегроване рішення: насос з гідравлічним плунжером поєднаний із активним агітатором, що перемішує та гомогенізує гній перед перекачуванням по підземному трубопроводу безпосередньо від стійлового або безприв'язного корівника до основного гноєсховища. Ця схема усуває необхідність проміжних приймальних ям.

Шнекові транспортери (Patz Corporation, США; Schauer Agtronics, Австрія) є незамінними для ферм з глибокою соломистою підстилкою, де насоси неприйнятні. Суттєвий недолік — ризик намотування довгих волокон підстилки на шнек і вихід з ладу. Для ферм, де підстилка попередньо не подрібнюється, рекомендуються спеціальні моделі з подвійним ножовим вузлом.

**Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»**

Стрічкові конвеєри в птахівництві (Big Dutchman, Германія; Vencomatic, Нідерланди) дозволяють не лише транспортувати гній, але й здійснювати розділення фракцій: стрічка нахилена на 4° в поперечному напрямку, що забезпечує відтік сечі у закриту ємність, а кал залишається на стрічці і транспортується до збірника. Дослідження NC State University підтверджують, що така система знижує концентрацію аміаку в повітрі пташника та підвищує вміст сухої речовини гною до 5%, що суттєво покращує його якість як добрива.

Мобільні вакуумні цистерни (Bauer SX1000, Австрія; JOSKIN, Бельгія) забезпечують максимальну гнучкість і не потребують прокладання постійної трубопроводної мережі — суттєва перевага для ферм, що модернізуються, або тих, що мають декілька розосереджених корівників. Bauer SX1000 здатна обробляти матеріал з вмістом сухих речовин до 12% при продуктивності до 300 м³/год і напорі до 140 м. Основний недолік — партійний (дискретний) характер роботи, потреба в операторі та ущільнення ґрунту важкою технікою.

На підставі проведеного аналізу можна сформулювати наступні узагальнення:

– Вибір системи транспортування гною визначається консистенцією матеріалу, відстанню до гноєсховища, рельєфом ділянки та масштабами виробництва — жодна єдина система не є оптимальною для всіх умов.

– Самопливні системи — найдешевші, але застосовні лише для рідкого гною і за наявності природного ухилу; вони є ідеальним рішенням для нових корівників з гноєвими ямами, запроєктованих з урахуванням рельєфу.

– Відцентрові насоси (GEA, PICHON, CRI-MAN) оптимальні для великих молочних і свинарських ферм з рідким гноєм; роторно-лопатеві насоси Vogelsang забезпечують універсальність і стійкість до абразивних включень при вищих початкових витратах.

– Шнекові транспортери необхідні при утриманні ВРХ на глибокій підстилці; стрічкові конвеєри є стандартом для сучасного птахівництва і дозволяють розділяти тверду та рідку фракції гною вже на стадії транспортування.

– Мобільні вакуумні цистерни залишаються економічно обґрунтованим рішенням для малих і середніх господарств та у перехідний період модернізації ферм.

– Інтегровані системи типу GEA ProManure або Valmetal, що поєднують прийомні ями, насоси, підземні трубопроводи та активні агітатори, забезпечують найвищу ефективність і мінімальні втрати азоту при транспортуванні, що відповідає вимогам сучасної нітратної директиви ЄС.

Список використаних джерел:

1. Livestock & Poultry Environmental Learning Community (LPELC). Slurry Manure Collection and Handling Systems. — URL: <https://lpec.org/slurry-manure-collection-and-handling-systems/>.

2. Livestock & Poultry Environmental Learning Community (LPELC). Solid Manure Collection and Handling Systems. — URL: <https://lpec.org/solid-manure-collection-and-handling-systems/>

3. Pork Information Gateway. Scraper Systems for Removing Manure From Swine Facilities. — URL: <https://porkgateway.org/resource/scraper-systems-for-removing-manure-from-swine-facilities/>

4. GEA Farm Technologies. GEA ProManure — Electric Pump E2200. — URL: <https://www.gea.com/en/products/milking-farming-barn/promanure-manure-handling/>

5. Vogelsang GmbH. Professional pump technology for agriculture. — URL: <https://www.vogelsang.info/en/products/pumps> [Accessed: 08.04.2026]

6. Börger GmbH. Agriculture and Biogas: Rotary Lobe Pumps for Liquid Manure. — URL: <https://www.boerger.com/en/sectors/agriculture-and-biogas/agriculture>

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

7. University of Missouri Extension. Dairy Manure Management Systems in Missouri. — URL: <https://extension.missouri.edu/publications/eq301>

8. Michigan State University Extension. Manure Transport Rates and Land Application Costs. — URL: https://www.canr.msu.edu/resources/manure_transport_rates_and_land_application_costs_tank_sprayer_e2767

9. The Pig Site. Harvesting Pig Manure on a Conveyor Belt Shows Promising Test Results. — URL: <https://www.thepigsite.com/articles/harvesting-pig-manure-on-a-conveyor-belt-shows-promising-test-results>

10. Medinets S. et al. Nutrient asymmetry challenges the sustainability of Ukrainian agriculture. Communications Earth & Environment. — 2025. — Vol. 6, Article 845. — DOI: 10.1038/s43247-025-02826-9

11. Consegic Business Intelligence. Manure Handling Equipment Market Size, Share & Analysis. — 2025. — URL: <https://www.consegicbusinessintelligence.com/manure-handling-equipment-market>

12. Bauer Group. SX1000 Tractor-Driven Pump for drag-hose systems. — URL: <https://www.bauer.at> [Accessed: 08.04.2026].

УДК 662.767.2: 663.033: 620.9.004.18

ВИМІРЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ ЗБРОДЖУВАННЯ СИРОВИНИ У БІОГАЗОВОМУ РЕАКТОРІ

Сподоба М.О., доктор філософії (Ph.D), e-mail: spmisha@ukr.net

Сподоба О.О., доктор філософії (Ph.D), e-mail: sp1309@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Енергетична ефективність біогазових технологій відіграє одну з головних ролей щодо інтенсивності впровадження останніх у енергетичну систему країни. Саме системи підтримки мікроклімату та врівноваженого стану сировини при розвитку кислотоутворюючих та метаноутворюючих бактерій є найбільш енергетично ємнісними, що суттєво впливає на кінцеву собівартість біогазу. Висока вартість збільшує термін окупності, що призводить до зниження зацікавленості інвесторів до фінансування біогазових технологій.

Для підвищення зацікавленості підприємців та інвесторів, актуальним є проведення досліджень направлених на зниження енергетичних витрат на підтримку мікроклімату та врівноваженого стану сировини у біогазових реакторах невеликих габаритів, що можуть у подальшому використовуватися на присадибних ділянках та невеликих фермерських господарствах.

В основу експериментальних досліджень енергетичної ефективності використання комбінованої системи призначеної для одночасного перемішування та електричного підігріву субстрату у вертикальному біогазовому реакторі покладено:

- визначення енергетичної ефективності запропонованої комбінованої системи для одночасного перемішування та підігріву;
- визначення рівня спожитої електричної енергії на підтримку технологічного процесу у встановлених межах для мезофільного температурного режиму;
- визначення рівномірності розподілення температури по всьому об'єму субстрату у біогазовому реакторі;
- встановлення впливу температури та вологості навколишнього середовища на зміну енергетичного споживання на підтримку стабільності технологічного процесу анаеробного бродіння;
- визначення зміни температури у прошарку органічного субстрату від стінки реактора до його центру;

Проведення експериментальних досліджень надасть можливість визначення величини втрат теплової енергії у навколишнє середовище через стінки біогазового реактора при анаеробному збродженні органічного субстрату за кількох сценаріїв роботи, а саме:

- перемішування та одночасного підігріву;
- перемішування без підігріву та за статичного режиму (відсутнє перемішування та підігрів);
- дослідження зміни енергетичних характеристик електричного двигуна, у період пуску перемішуючого пристрою та часу виходу останнього на номінальну частоту обертання.

Виходячи з низки цілей, для проведення експериментальних досліджень енергоефективності використання комбінованої системи для одночасного перемішування та електричного підігріву субстрату у вертикальному біогазовому реакторі циліндричної форми, підібрано високоточне електронне вимірювальне обладнання.

Схема розташування вимірювальних датчиків у біогазовому реакторі та комбінованій системі для одночасного перемішування та підігріву субстрату наведена на рис. 1.

Датчики температури субстрату (1) та температури лопатей (2) комбінованої системи для одночасного перемішування та підігріву, дзеркально розташовані з іншого боку біогазового реактора (14).

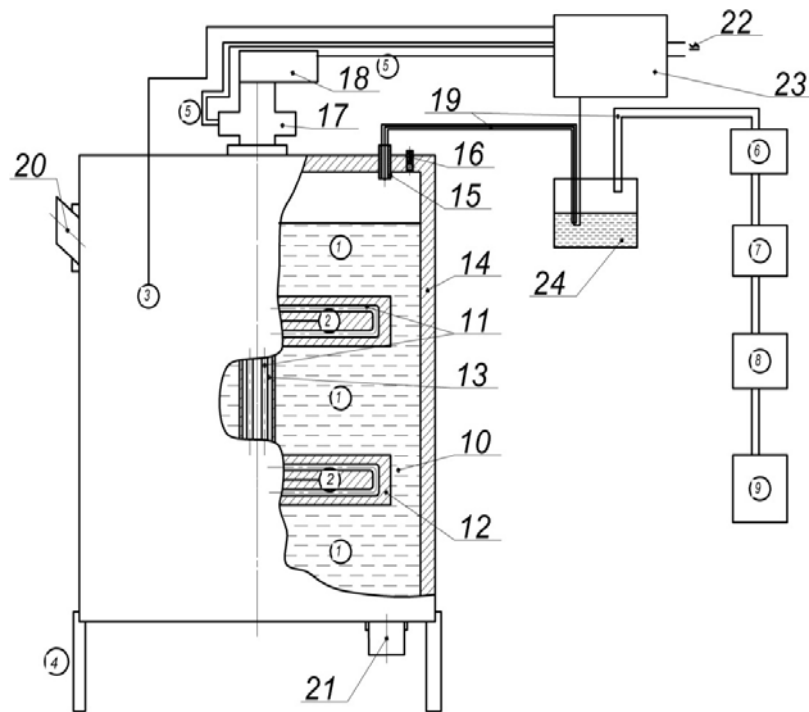


Рис. 1. Схема розташування вимірвальних датчиків: 1 – датчики температури субстрату; 2 – датчики температури лопатей; 3 – датчик температури на стінці реактора; 4 – датчик температури та вологості навколишнього середовища; 5 – трансформатори струму; 6, 7 – датчик вмісту метану та вуглекислого газу; 8 – датчик температури біогазу; 9 – датчик тиску; 10 – субстрат; 11 – електричний нагрівальний кабель; 12 – лопать; 13 – вал комбінованої системи; 14 – біогазовий реактор; 15 – штуцер відведення біогазу; 16 – аварійний клапан тиску; 17 – рухомі контакти; 18 – електродвигун-редуктор; 19 – газопровід; 20 – канал завантаження субстрату; 21 – канал вивантаження відпрацьованого субстрату; 22 – джерело живлення; 23 – блок автоматичного керування; 24 – водяний замок.

Експериментальні дослідження енергетичного споживання системами підтримки мікроклімату та врівноваженого стану сировини у біогазовому реакторі, за такого розташування вимірально-реєструючого обладнання (Рис. 1) дозволять отримати чітку картину розподілу температурних полів у об'ємі сировини, що знаходиться у біогазовому реакторі. Датчики струму дозволять визначити енергетичне споживання секціями підігріву, що розміщені у лопатях комбінованої системи, а також, визначити енергетичне споживання на перемішування сировини електричним приводом перемішуючого пристрою.

Датчики температури розміщені на зовнішній стінці біогазового реактора, дозволять визначити залежність зміни температури стінки біогазового реактора та встановити залежності теплопередачі ланцюга: від нагрівального пристрою до лопаті перемішуючого пристрою; від лопаті перемішуючого пристрою до сировини; від сировини до стінки біогазового реактора; від стінки біогазового реактора до шару утеплення; від шару утеплення через захисний металевий кожух до навколишнього середовища. Врахування отриманих залежностей при проектуванні нових та модернізації існуючих біогазових установок дозволить підвищити енергетичну ефективність систем перемішування та підігріву сировини.

УДК 662.767.2: 663.033: 620.9.004.18

ЖИВЛЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Сподоба М.О., доктор філософії (Ph.D), e-mail: spmisha@ukr.net

Сподоба О.О., доктор філософії (Ph.D), e-mail: sp1309@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Експериментальні дослідження є однією із головних частин наукових пошуків. В основі експерименту покладено дослідження з максимально точною реєстрацією зміни параметрів та умов які на них впливають. Саме отримання результатів експериментальних досліджень дозволяють встановити наявні залежності того чи іншого об'єкту, визначити ваговий вплив збурюючих дій, що на них діють. У подальшому результати експериментальних досліджень використовуються у побудові математичних моделей призначених для опису реального процесу математичними залежностями з високою точністю. Для економії часу та ресурсів експериментальні дослідження необхідно реалізовувати таким чином, щоб за мінімальну кількість проведених дослідів отримати високоточні дані. Котрі у подальшому використовуватимуться у практичних та теоретичних цілях.

Необхідно враховувати, що достовірність отриманих результатів експерименту залежить від багатьох умов, насамперед від методики проведення експерименту, вибору вимірювально-реєструючого обладнання та місця його розташування. Саме ці умови найбільший вплив мають на встановлення причино-наслідкових зв'язків реального об'єкту.

На сьогоднішній день вимірювально-реєструюче обладнання потребує джерела живлення постійного струму напругою від 5 В до 24 В, тому важливу роль у плануванні проведення експериментальних досліджень є підбір високоточного вимірювального обладнання. Поруч з цим, важливим питанням є вибір джерела живлення із жорсткою вихідною характеристикою підтримки стабільної напруги для уникнення коливань напруги на вимірювально-реєструючому обладнанні.

Для цього, було проведено дослідження блоків живлення з метою визначення стабільної вихідної напруги та встановлення максимальних значень пульсації вихідної напруги.

Принципова схема, підключення блоку живлення для проведення досліджень стабільності вихідної напруги наведено на рис. 1.

Дослідження проводили наступним чином. Блок живлення (Рис. 1, позиція 1), під'єднували до однофазного джерела змінного струму (220 В, 50 Гц), до виходу блоку живлення (5 В) під'єднували резистивний подільник напруги, який побудований на постійних резисторах 10 кОм (Рис. 1, позиція 2), що виступає у ролі статичного вимірювального датчика. Падіння напруги на резистивному подільнику вимірювали за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) мікроконтролера Arduino Nano V 3.0 (Рис. 1, позиція 3). Інформація з АЦП через USB, за допомогою програми Arduino IDE виводилась на монітор ноутбуку HP EliteBook 8440p (Рис. 1, позиція 4). Час дослідження для кожного блоку живлення прийнято 1000 мілісекунд. Частота опитування виходу АЦП складає 6,67 мс.

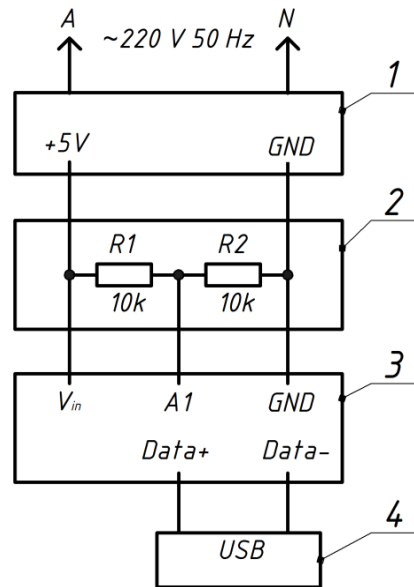


Рис. 1. Принципова схема дослідження блоків живлення: 1 – блок живлення; 2 – резистивний подільник напруги; 3 – мікроконтролер Arduino Nano V 3.0; 4 – ноутбук HP EliteBook 8440p; R1, R2 – постійні резистори 10 кОм, 0,25 Вт, $\pm 0,1\%$; A1 – вхід аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера Arduino Nano V 3.0.

Результати експериментальних досліджень імпульсного лабораторного блоку живлення PeakTech 2665A наведено на рис. 2.

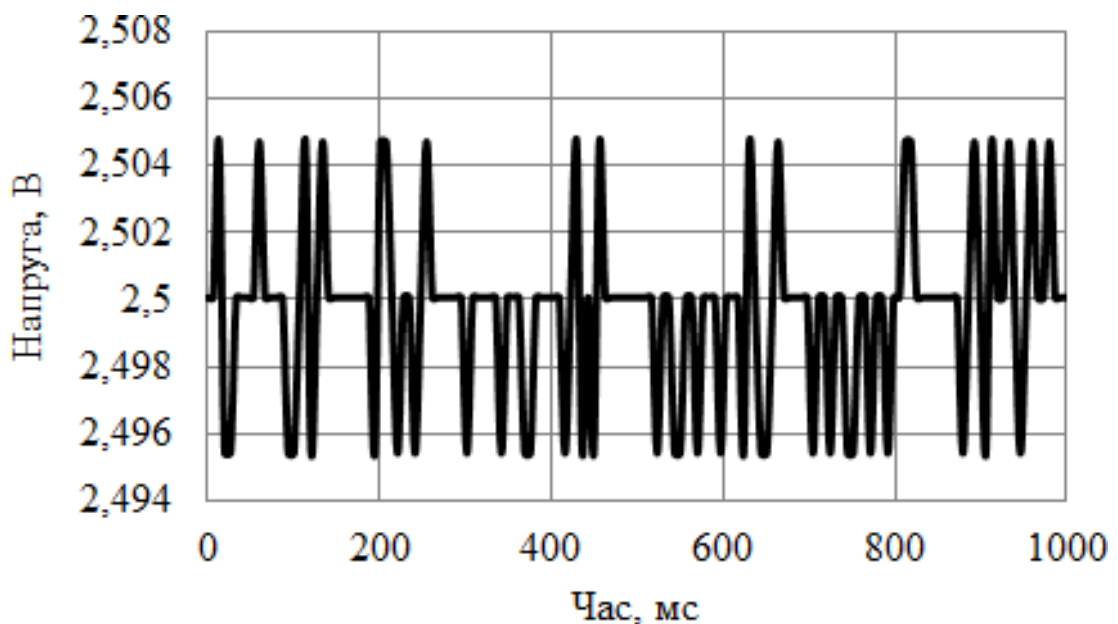


Рис. 2. Коливання показів напруги на резистивному подільнику при живленні останнього від імпульсного лабораторного блоку живлення PeakTech 2665A.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

З результатів дослідження представленого на рис. 2 видно, що вихідний сигнал з резистивного подільника напруги подібний до сигналу представленому на рис. 2. Піковий розмах імпульсів 0,0093 В. Середньоквадратичне відхилення від номінальної напруги

($U_n = 2,5$ В) складає (0,0026 В). Середнє значення вимірної напруги складає 2,49996 В, що на 0,0016 % менше від номінальної напруги. При цьому, кількість вимірних значень номінальної напруги ($U_n = 2,5$ В) за період дослідження (1000 мс) становить 70% від загальної кількості вимірювань.

При аналізі рис. 2, помітно, що блок живлення PeakTech 2665A має малу частоту імпульсів, це вказує на те, що використання блоку живлення PeakTech 2665A забезпечить невелику похибку вимірювання, а отже, високу достовірність отриманого під час експерименту масиву даних.

Практична цінність отриманих у роботі результатів полягає у тому, що використання у експериментальних дослідженнях блоків живлення з меншою пульсацією вихідної напруги дозволить знизити час програмної обробки отриманих масивів даних, підвищить ефективність проведення експерименту та точність отриманих залежностей .

УДК 631.563:664.7:620.9

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА: МЕТОДИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ

Федорина Т.П., к.п.н., доцент, fedoryna@gmail.com
ВНУБП України Ніжинський агротехнічний інститут»

Зернова маса — це не просто сукупність насіння, а складна штучно створена екологічна система, що включає зерно основної культури, домішки, мікроорганізми, повітря міжзернових просторів та, за наявності, комірних шкідників. Зерно необхідно розглядати як живий організм. Адже в ньому відбуваються різні біологічні та хімічні процеси. У процесі зберігання зерно «дихає» і втрачає вагу через дисиміляцію цукрів та органічних речовин. Це відбувається через зміну вологості та температури зернової маси. Тому важливо стежити за цими показниками, які впливають на якісні та кількісні характеристики зібраного врожаю [1].

У разі підвищення температури зернової маси вона починає «дихати» активніше. Ця проблема виникає у теплу пору року на всіх зерносховищах. Як результат – зерновій масі активізуються процеси виділення вологи, вуглекислого газу та самозігрівання, що призводять до інтенсивної втрати її ваги (а відповідно – до зниження вартості врожаю).

Найбільш ефективна з економічного погляду температура -12°C і нижче. Оптимальна вологість – 17%. За дотримання таких умов у зерносховищі кількісні втрати врожаю становитимуть лише 0,1% на місяць. Але максимальний період зберігання зерна за таких умов становить не більше 3,5 місяців [2].

А ще важливо зважати на інші фактори, що впливають на кількісно-якісні показники зерна. Наприклад, присутність у масі комах-шкідників, які можуть призвести до зменшення врожаю аж до 25% (якщо не вживати заходів щодо їх знищення).

Якщо розглядати тенденції та вдосконалені технології, кардинальних змін у нормах зберігання врожаю не відбувається. Зерно так само повинно зберігатися в силосах, елеваторах, механізованих сховищах, обладнаних за їх прямим призначенням.

Основні видів зерносховищ:

1. Заготівельні. Зводяться біля великих сільськогосподарських комплексів. Використовуються для тимчасового зберігання врожаю. Там виконують первинну обробку культур, готуючи їх до посіву.

2. Перевалочні. Там виконують перевантаження врожай між транспортними засобами. Розташовуються якомога ближче до фермерських господарств або місць з доступністю до транспортних шляхів (автомобільних, залізничних, водних і т.д.). Зернові культури на перевалочних складах зберігаються короткий час.

3. Базисні. У цих зерносховищах зберігають зернові культури для зернопереробних заводів та експорту. Зерно тут піддається ретельному очищенню і може зберігатися тривалий час.

4. Фондові. У них є державний резерв зерна. Фондові сховища мають велику місткість та заповнюються зерном вищого гатунку. Урожай із таких складів видобувається лише у крайньому разі — наприклад, при поповненні стратегічних запасів чи компенсації дефіциту.

5. Виробничі. Належать до зернопереробних заводів. Вони зберігають сировину, готову до продукції, отриману після переробки.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

6. Портові. Розташовуються біля портів. Використовуються для зберігання великих партій урожаю та його навантаження на водні судна. У цих комплексах зерно зберігають тимчасово, готуючи його експорту.

7. Реалізаційні. Забезпечують компанії зерном та супутніми продуктами. Вони вивантажують урожай від фермерських господарств. Тут займаються продажем культури.

Кожен із цих типів зерносховищ виконує свої специфічні функції. Але навіть якщо склад буде технологічно добре оснащений усередині, його все одно потрібно [захистити від зовнішніх негативних факторів](#), який може спровокувати спад врожаю [3].

Тому важливим питанням технологій зберігання зерна є зовнішні методи впливу. Під зовнішніми методами слід розуміти техніки складування зернової маси. Всі вони базуються на наступних основних методах — сухому, охолодженому та безповітряному. Розглянемо їх докладніше.

1. Сухий метод.

- Базується на ксероанабіозі — принцип переходу організмом в стан анабіозу.
- Підходить для тривалого зберігання до 10 років і більше (термін залежить правильної вентиляції, температурного контролю та кількості шкідників).
- Перед зберіганням зернова маса частково чи повністю висушується.

2. Зберігання в охолодженому виді.

- Метод передбачає постійну підтримку в елеваторі низьких температур — як правило, 5-12°C. Перевага такого підходу полягає у невеликій кількісно-якісній втраті зерна. Зумовлено це уповільненням всіх процесів життєдіяльності у зерні.

- При зберіганні врожаю в охолодженому вигляді важлива вентиляція. Вона має бути припливно-витяжною та постійною. У теплу пору року вона має працювати лише вночі, у холодну — цілодобово.

- Максимальні терміни зберігання залежить від типу зерна і конкретних умов зберігання. Також дуже важливо запобігати утворенню конденсату в сховищі. Якщо організовано всі оптимальні умови для конкретної культури, в охолодженому вигляді вона може зберігатися близько 10 років і більше.

3. Зберігання без доступу кисня.

- Безповітряний спосіб зберігання ідеальний для виробництв, де якість сировини першому місці. Адже завдяки «вимкненню» кисню у сховищі гинуть абсолютно всі шкідники, а зернова продукція консервується. У цьому зберігаються майже всі корисні властивості.

- Реалізується безповітряне зберігання зерна з допомогою герметичних ємностей, у тому числі викачують повітря. Для прискорення процесу консервації додають сухий лід або вуглекислий газ. Таке зберігання дозволяє зберегти максимум корисних властивостей зерна, що позитивно впливає на його якість.

- Безповітряний метод забезпечує максимально тривале зберігання культури до кількох десятиліть. Але головна складність — забезпечення та підтримання оптимальних умов збереження стану зібраного врожаю.

Сучасні тенденції біоенергетики також впливають на галузь, перетворюючи аграрний сектор на виробника альтернативного палива, такого як біодизель із ріпаку або біогаз із відходів. Проте ключовим завданням залишається мінімізація втрат маси та якості. Найбільш небезпечним явищем під час зберігання є самозигрівання, спричинене низькою теплопровідністю зерна та інтенсивним диханням у вологих зонах насипу. Своєчасне очищення від домішок та використання систем активного вентилявання є критично важливими для запобігання цьому процесу.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Висновок.

У процесі зберігання зерно слід розглядати як живий організм, у якому безперервно відбуваються біологічні та хімічні процеси. Ефективність збереження врожаю залежить від розуміння фізіологічних властивостей зернової маси та впровадження сучасних технологічних рішень.

Список використаних джерел:

1. Подпратов Г. І., Рожко В. І., Скалецька Л. Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : підручник. К. : Аграрна освіта, 2014. 393 с.
2. Подпратов Г. І., Бобер А. В. Післязбиральна доробка та зберігання продукції рослинництва : навч. посіб. Київ : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2019. 492 с.
3. Ситнікова Н. О., Фоміна К. Ф., Дудник Л. І., Чернозубенко Н. Н., Кузьменко Л.І. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2008. 304 с.
4. <https://sojam.ua>

УДК 631.11:658.5

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ АГРАРНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

Федорина Т.П., к.п.н., доцент, fedoryna@gmail.com
ВНУБП України Ніжинський агротехнічний інститут»

У сучасних умовах турбулентного ринкового середовища успіх аграрних підприємств безпосередньо залежить від ефективності системи управління. Перехід до інформаційної та цифрової економіки змушує суб'єктів АПК швидко адаптуватися, шукаючи нові шляхи зміцнення конкурентних переваг за умов обмежених ресурсів.

Досліджено, що для оцінки ефективності апарату управління підприємством, необхідно визначити завантаженість кожного управлінського підрозділу. Для цього доцільним буде оцінювати ефективність управлінської праці за її функціями, що дозволить більш обґрунтовано визначити, які фахівці потрібні для апарату управління і в якому управлінському підрозділі є резерв [2, с.32].

Для підвищення ефективності управління підприємством необхідно розробити ефективний план трансформаційних дій, що враховує очікуваний кінцевий результат. Він має враховувати всі внутрішні завдання та унікальні аспекти діяльності підприємства, а також усі останні зміни в зовнішньому середовищі, які впливають на функціонування суб'єкта господарювання. Поєднуючи такий підхід зі специфікою виробництва та економічними аспектами, можна знайти ефективні способи підвищення рівня ефективності управління підприємством і досягнення бажаного результату в короткі терміни [3, с.134].

Стрімкі зміни ринкових трендів і цифрові трансформації кардинально змінюють структуру і традиції сучасних підприємств. Сьогодні керівникам і вищому керівництву доводиться вирішувати все більше нових управлінських завдань.

Тому необхідним є впровадження наступних ключових перспективних напрямків, що дозволяють оптимізувати управління сучасним аграрним бізнесом.

1. Модернізація та автоматизація бізнес-процесів. Впровадження новітніх технологій та систем автоматизації є критично важливим для підвищення результативності. Для аграрного сектору це означає не лише оновлення техніко-технологічної бази, а й перехід до моделі «інноваційного конвеєра» — процесу прискореної реалізації нововведень. Своєчасне оновлення основних засобів дозволяє збільшити обсяги виробництва при незмінних витратах.

2. Стратегічне управління ресурсами. Сучасна парадигма управління зміщує акцент із простого використання матеріальних запасів на розвиток інтелектуальних ресурсів та організаційних здатностей.

- Інтелектуальний капітал: знання персоналу стають домінуючим джерелом розвитку, оскільки вони дозволяють створювати унікальні комбінації ресурсів, які важко скопіювати конкурентам.
- Ресурсозбереження: важливим є впровадження стратегій ресурсозбереження, що забезпечують зниження витрат на одиницю продукції при збереженні її якості.
- Управління знаннями: підприємство має стати «організацією, що навчається», де постійне оновлення компетенцій працівників є частиною корпоративної стратегії.

3. Клієнт-орієнтований підхід та маркетинг. Ефективне управління збутом в АПК вимагає переходу від збутової ідеології («продаємо те, що виробили») до маркетингової («виробляємо те, що продається»),

- CRM-технології: впровадження систем управління відносинами з клієнтами дозволяє персоніфікувати запити споживачів та формувати їхню лояльність.
- Брендинг: створення позитивної ділової репутації та впізнаваного бренду виступає потужним нематеріальним ресурсом, що захищає підприємство від цінової конкуренції.

4. Проєктний менеджмент та теорія обмежень. Застосування методів сіткового планування (CPM, PERT) дозволяє чітко контролювати терміни, витрати та якість виконання сільськогосподарських проєктів. Паралельно використання теорії обмежень допомагає керівникам ідентифікувати «вузькі місця» (найслабші ланки) в системі управління та спрямовувати ресурси на їх усунення.

5. Соціальна відповідальність та персонал. Люди є «надфактором», який визначає ефективність використання всіх інших ресурсів.

- Мотивація: крім матеріальних стимулів, важливу роль відіграє створення атмосфери творчого пошуку та підтримка інноваційної активності працівників.
- Корпоративна соціальна відповідальність (КСВ): добровільний внесок підприємства у розвиток місцевих громад та екологічну безпеку покращує репутацію та забезпечує підтримку з боку зацікавлених сторін.

6. Фінансове озброєння та залучення інвестицій. Для реалізації амбітних намірів аграрні підприємства (особливо публічні) мають використовувати сучасні технології залучення капіталу на міжнародних ринках. Це включає підготовку до виходу на фондові біржі (IPO) та підвищення інвестиційної привабливості через прозорість бізнесу.

Висновок.

Найбільша ефективність досягається за умови одночасного впровадження змін у кількох площинах: модернізації виробництва, розвитку інтелектуального капіталу, цифровізації маркетингу та посилення соціальної відповідальності. Тільки комплексний системний підхід, орієнтований на довгострокову стратегію, може забезпечити аграрному підприємству стійкий розвиток.

Список використаних джерел:

1. Белінський П.І. Менеджмент виробництва та операцій: підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2022. 624 с.
2. Васильєв С.В., Кривонос А.О. Методи підвищення ефективності України в сучасних умовах. Агросвіт. 2019. № 9. С.32–38.
3. Синюк О. Напрямки підвищення ефективності управління підприємством. Вісник Львівського національного екологічного університету. Серія «Економіка АПК», №30, 2023. С.134–139.

УДК 631.356

МОДЕРНІЗАЦІЯ ДИСКОВОГО КУЛЬТИВАТОРА

Фришев Г.С., д.т.н., професор,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Після збирання зернових та зернобобових культур важливим агротехнічним заходом є своєчасний поверхневий обробіток ґрунту, спрямований на накопичення та утримання вологи, створення сприятливих умов для проростання насіння бур'янів і їх подальшого механічного знищення. Найбільш ефективним вважається виконання дискування безпосередньо після збирання врожаю або одночасно з ним.

На полях, де переважають однорічні бур'яни або спостерігається незначний рівень засміченості, доцільним є застосування дискових борін та луцильників. За наявності коренепаросткових бур'янів, зокрема осоту чи гірчака, більш ефективним є використання лемішних агрегатів. Практика свідчить, що своєчасне виконання такого обробітку забезпечує суттєве підвищення врожайності: приріст урожаю цукрових буряків може становити 25–30 ц/га, а зернових культур — 3–4 ц/га [1].

Під час мульчування стерньового фону дисковими знаряддями рекомендована глибина обробітку має становити не менше 6 см, а в окремих випадках — 8–12 см. Глибина розпушування повинна бути максимально рівномірною, із допустимим відхиленням не більше ± 2 см. Висота гребенистості поверхні не повинна перевищувати 3–4 см. Після проходу агрегату верхній шар ґрунту має бути дрібногрудкуватим, без надмірного подрібнення. Наявність глибоких борозен або необроблених ділянок є недопустимою, а стерня та бур'яни мають бути повністю підрізані [2].

Протягом останніх десятиліть дискові ґрунтообробні машини набули значного поширення в системі основного та передпосівного обробітку ґрунту, поступово витісняючи традиційні плуги та культиватори. Основним робочим елементом таких агрегатів є сферичні диски — суцільні або вирізні — різного діаметра. Завдяки конструктивній універсальності вони застосовуються під час луцення стерні, основного обробітку, формування борозен, підгортання та навіть у процесах збирання картоплі.

Функціональність дискових робочих органів значною мірою визначається параметрами їх встановлення. Насамперед це кут атаки відносно напрямку руху агрегату та кут нахилу диска в поздовжньо-вертикальній площині. Крім того, на якість технологічного процесу істотно впливають конструктивні характеристики дисків: їх діаметр, радіус сферичності, конфігурація та кількість вирізів.

Разом із тим конструкція дискової борони КДА-3 має певні технічні недоліки. У стандартному виконанні всі сферичні диски жорстко закріплені на спільному валу. Таке рішення спричиняє однакову кутову швидкість обертання всіх дисків, незважаючи на різну інтенсивність зовнішнього навантаження на кожен із них. У результаті частина дисків працює з пригальмовуванням, тоді як інші — з надлишковою швидкістю обертання, що негативно впливає на енергетичні показники та якість обробітку.

Додатковою проблемою є невеликий кліренс між дисками та розпірними втулками, що сприяє накопиченню ґрунту і рослинних решток у міждисковому просторі, викликаючи забивання робочого органу [3].

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

До основних конструктивних недоліків дискових борін можна віднести:

- неможливість індивідуального регулювання кута встановлення дисків через їх розташування на спільній осі;
- недостатній кліренс, який спричиняє забивання рослинними залишками;
- однакову швидкість обертання всіх дисків, що збільшує тяговий опір;
- ускладнення регулювання кута атаки, яке потребує повороту всієї осі та збільшення кінематичної довжини агрегату.

Для усунення зазначених недоліків доцільним є застосування конструктивного рішення, за якого кожен сферичний диск встановлюється на окремій індивідуальній осі. Така схема забезпечує автономне обертання кожного робочого органу відповідно до умов взаємодії з ґрунтом. Кожен ряд дисків оснащується регульовальним механізмом, що дозволяє змінювати кут атаки та ширину захвату.

У такій конструкції диск одночасно виконує функції лемеша та полиці, що покращує процес підрізання, обертання й кришення скиби. Крім того, зниження сил тертя ковзання завдяки використанню підшипникових вузлів сприяє зменшенню тягового опору. Відсутність суцільної осі практично усуває проблему намотування рослинних решток і забивання міждискового простору, що забезпечує стабільну роботу агрегату навіть за підвищеної вологості або значної кількості післяжнивних залишків.

Використання модернізованих дискових знарядь дає змогу зменшити витрати палива на виконання технологічної операції на 15–30 %.

Висновки.

Для підвищення ефективності дискової борони КДА-3 доцільно впровадити конструкцію з індивідуальним кріпленням кожного сферичного диска на окремій осі. Оснащення рядів дисків механізмами регулювання кута атаки та ширини захвату забезпечує поліпшення якості обробітку ґрунту, підвищення надійності роботи агрегату, зменшення енерговитрат та збільшення продуктивності. Реалізація такого технічного рішення сприятиме більш раціональному використанню машинного часу й підвищенню коефіцієнта змінного використання агрегату.

Список використаних джерел:

1. Кобець А.С. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок: монографія / А.С. Кобець, Б.А. Волик, А.М. Пугач. – Дніпропетровськ: Вид-во «Свідлер А.Л.», 2011. – 140 с.
2. Математична модель дискового плуга / [Семенюта А.М., Білокопитов О.В., Волик Б.А., Колбасін В.О.] // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – Вип. 10, т. 8. – С. 169–176.
3. Шмат С. І. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом [Електронний Ресурс] / С. І. Шмат, П. Г. Лузан, С. В. Колісник // КНТУ. – 2010. – <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>

УДК 621.762:631.31:519.87

МАТЕМАТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДРУКУ ЗНОСОСТІЙКИХ РОБОЧИХ ОРґАНІВ

Хропост В.І., PhD, старший викладач кафедри природничо-математичних та загальноінженерних дисциплін,

Кресан Т.А., к.т.н., доцент, завідувач кафедри природничо-математичних та загальноінженерних дисциплін

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

e-mail: hropost1505@gmail.com

Сучасний етап розвитку агропромислового комплексу вимагає впровадження інноваційних технологій, здатних радикально підвищити експлуатаційний ресурс деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування. Робочі органи посівної техніки, такі як сошники, насіннепроводи та елементи дозуючих систем, піддаються постійному впливу ґрунтового середовища, яке характеризується високою варіативністю гранулометричного складу, вологості та твердості. Традиційні методи виготовлення шляхом лиття або штампування часто не дозволяють досягти необхідної локальної зносостійкості без надмірного здорожчання виробу. У цьому контексті технології 3D-друку, зокрема селективне лазерне плавлення (SLM) або наплавлення металевим дротом (WAAM), відкривають нові можливості для створення деталей з градієнтною структурою. Проте ефективність таких виробів критично залежить від точності математичного обґрунтування параметрів друку, оскільки будь-яка похибка в енергетичному режимі або геометрії наплавлення призводить до виникнення внутрішніх напружень, пор та мікротріщин, що в умовах динамічного навантаження в полі спричиняє передчасне руйнування.

Математичне моделювання процесу формування зносостійкого шару базується на розв'язанні рівнянь теплопровідності та масопереносу. Ключовим параметром є щільність енергії E , яка визначається як відношення потужності лазера P до добутку швидкості сканування v , кроку сканування h та товщини шару t :

$$E = \frac{P}{v \cdot h \cdot t}$$

Ця формула є базовою, проте для досягнення максимальної зносостійкості робочих органів вона потребує розширення через врахування коефіцієнта поглинання матеріалу та термічного циклу. Оптимізація цього рівняння дозволяє знайти «технологічне вікно», в якому матеріал повністю розплавляється, утворюючи гомогенну структуру без залишкової пористості. При друці деталей посівної техніки, що контактують з абразивом, важливо максимізувати твердість поверхні. Це досягається шляхом керування швидкістю охолодження розплаву. Математично цей процес описується зміною температурного градієнта G та швидкості росту кристалів R . Співвідношення G/R визначає морфологію мікроструктури (планарна, коміркова або дендритна), а добуток $G \cdot R$ впливає на щільність структури. Чим вища швидкість охолодження, тим дрібнішим є зерно металу, що безпосередньо корелює з законом Холла-Петча: підвищення границі текучості та зносостійкості при зменшенні розміру зерна.

Для робочих органів посівної техніки, які мають складну геометрію (наприклад, криволінійні лемеші сошників), математичне обґрунтування повинно включати розрахунок траєкторій сканування. Використання стратегії «шахматного» друку або сканування з ротацією шарів на 67° дозволяє мінімізувати анізотропію механічних властивостей.

Математична модель прогнозування залишкових напружень будується на основі термомеханічного аналізу, де сумарна деформація ϵ_{total} є сумою пружної, пластичної та термічної деформацій. Зменшення термічного градієнта за рахунок попереднього підігріву платформи побудови є необхідним кроком, параметри якого обґрунтовуються через розрахунок критичної температури, що запобігає холодному тріщиноутворенню у високовуглецевих або легованих

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

сталях.

Окремим аспектом є математичне моделювання зношування надрукованої поверхні. Враховуючи, що ґрунт є багатофазним середовищем, модель зношування повинна базуватися на рівнянні Арчарда, адаптованому для адитивних структур. Тут враховується не лише об'ємна твердість, а й мікрогеометрія поверхні (шорсткість), яка після 3D-друку є специфічною. Математичне обґрунтування кроку друку та діаметра плями контакту дозволяє мінімізувати «ступінчастий ефект», який у польових умовах стає концентратором напружень та осередком інтенсивного викришування матеріалу.

Більше того, при використанні композитних порошків (наприклад, з додаванням карбідів вольфраму в матрицю інструментальної сталі) математичне моделювання ускладнюється необхідністю розрахунку рівномірності розподілу твердих часток у розплаві. Сили плавучості та конвекція Марангоні в зварювальній ванні, що описуються відповідними безрозмірними числами, визначають, чи будуть зносостійкі включення зосереджені на поверхні, чи рівномірно розподілені по об'єму. Оптимальне значення числа Марангоні Ma забезпечує інтенсивне перемішування, що критично важливо для створення самогостривальних різальних крайок, де нижній шар деталі зношується швидше за верхній, армований твердими сплавами.

$$Ma = -\frac{d\gamma}{dT} \frac{L\Delta T}{\eta\alpha}$$

де $d\gamma$ — температурний коефіцієнт поверхневого натягу,

L — характерний розмір ванни,

η — динамічна в'язкість,

α — температурна дифузія.

На завершення, математичне обґрунтування параметрів друку є не просто технічним завданням, а комплексною оптимізаційною проблемою, де цільовою функцією є мінімізація швидкості масового зношування при заданих обмеженнях на вартість матеріалу та час виробництва. Інтеграція методів скінченних елементів для аналізу напруженого стану та алгоритмів машинного навчання для корекції параметрів у реальному часі дозволяє створювати робочі органи посівної техніки нового покоління. Такі деталі не лише мають у 2-3 рази вищий ресурс порівняно зі серійними аналогами, а й забезпечують стабільність глибини висіву за рахунок збереження геометричної форми сошника протягом усього сезону. Таким чином, перехід від емпіричного підбору параметрів до суворого математичного моделювання є ключовим фактором ефективності адитивного виробництва в сучасному сільськогосподарському машинобудуванні, забезпечуючи перехід до концепції точного землеробства на рівні надійності заліза.

Список використаних джерел:

1. Аулін В.В., Кузик О.В., Тихий А.А., Лисенко С.В. Механізми внутрішнього та зовнішнього тертя та їх вплив на процеси зношування трибоспряження деталей машин *Центральноукраїнський науковий вісник*. 2024. Т. 10 (1). С. 250-260. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkntu_2024_10\(1\)_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkntu_2024_10(1)_27)

2. Коржик В. М. та ін. Технологічні основи 3D-друку металевих виробів: монографія. Київ: Наукова думка, 2022. 256 с.

3. Гавриш, В.І., Грицюк, Ю.І. Математичні моделі визначення температурних полів у елементах електронних пристроїв із напівнаскрізними чужорідними включеннями. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2023. 33(3), 55-65. <https://doi.org/10.36930/40330308>

4. Соколовський М., Сіора О., Юрченко Ю., Бацак А. і Бернацький А. Лазерне наплавлення ріжучих кромок деталей сільськогосподарської техніки. *«Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування»*: тези доп. Тринадцятої конференції студентів, аспірантів, молодих вчених та спеціалістів, м. Київ, 24 жовтня 2025р. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18115079>

УДК 621.1(091)

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕПЛОТЕХНІКИ

Шейко Н.В., к.і.н., sheykonad@gmail.com
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Тепло використовується у всіх сферах людської діяльності. Найдавніше використання сил пару приписується Архімеду, який, за словами Леонардо да Вінчі, винайшов парову гармату.

Наступне використання теплової енергії належить найбільшому винахідника всіх часів і народів Герону Олександрійському, який жив в I столітті нашої ери.

Куля Герона – еоліпіл (у перекладі з грецького "куля Еола – бога вітрів") стала прототипом реактивної парової турбіни. Це була пола металева кулька з двома Г-подібними патрубками-соплами, які були впаяні в неї на протилежних півкулях. Куля могла обертатися в трубчастих опорах. По трубках, що виконували роль осей, надходив пар до кулі з котла, встановленого під кулею. Потім він виривався з трубок, створюючи реактивні сили, під дією яких швидко обертася. Але внесок Герона в розвиток теплотехніки не обмежується еоліпілом, на його рахунок є різні автоматичні пристрої, що працюють під тиском гарячого повітря або пари. Але всі винаходи Герона Олександрійського, що основані на використанні енергії тепла залишилися незатребувані. Низький рівень науки і техніки і відсутність потреби в тепловому двигуні в рабовласницькому суспільстві зупинили розробку теплових машин на більш ніж півтора тисячоліття.

Але в кінці XVII століття, коли почався стрімкий розвиток гірничої, металургійної, металообробної, машинобудівної та інших галузей, виникла термінова потреба в набагато потужніших джерелах механічної енергії, ніж м'язова сила людей і тварин, енергія води і вітру. Увага винахідників повернулася до рушійної сили пари або вогню.

У 1629 році італійський математик і інженер Джованні Бранка запропонував проект турбіни у вигляді диска з лопатками, закріпленого на вертикальній осі, який повертався струменем пари, який підводився до диска по дотичній. Турбіна Бранка була призначена для приводу ткацьких верстатів, але через її низьку продуктивність і дуже низьку економічність не була промислово використана. Принцип роботи колеса Бранка ліг в основу активних парових турбін.

Використання парових турбін було дуже заманливим, тому що вони надавали рівномірний обертальний рух ротору, і не було потреби в механізмах, які перетворюють поступовий рух поршня в обертання вала, як це відбувається в парових машинах і ДВС (двигунах внутрішнього згорання). Однак виготовлення парової турбіни можливе тільки при високому рівні технології, наявності спеціальних матеріалів і методів дуже точної обробки металу. Крім того, створення парової турбіни вимагає знання властивостей пари і закономірностей її витікання.

Перші пропозиції таких машин належать ігумену Готфейлю і Х. Гюйгенсу (1681 р.). Вони запропонували для створення розрідження використовувати не пар, а вибухи порошу всередині робочого циліндра, і вони вважаються піонерами, які запропонували ідею ДВС.

Дені Папен запропонував робити розрідження за допомогою водяного пару. У 1690 році в Марбурзі, він створив паровий двигун, який зробив корисну роботу за рахунок нагрівання і конденсації пару. Вода в циліндрі при нагріванні перетворилася на пару і рухала поршень вгору. Через спеціальний клапан пара виштовхнула повітря, а під час конденсації пара створювала розріджений простір і зовнішній тиск переміщав поршня вниз. Опускаючись, поршень тягнув за собою мотузку з вантажем.

Двигун Папена не міг здійснювати безперервну дію. Щоб змусити поршень підняти вантаж, необхідно було маніпулювати стрижнем-клапаном і стопором, переміщувати джерело полум'я і охолоджувати циліндр водою. Недоліком машини Папена була також об'єднання в циліндрі функцій котла, циліндра і конденсатора. Заслугою Папена є винахід парового котла, що оснащений запобіжним клапаном, який дозволяє регулювати тиск пари.

**Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»**

З багатьох винахідників, першим успіху досягнув англійський механік і винахідник Томас Севері, який у 1698 році винайшов працюючий без поршня паровий насос "друг шахтарів" для відкачування води з шахт. Паровий насос Томаса Севері складався з парового котла і робочого циліндра. Таким чином, Севері відділив котел від ємкості, де проходила конденсація. Машина мала два робочих цикли: всмоктування і цикл виштовхування.

Всмоктування води відбулося шляхом конденсації пари і створення розрідженого простору над рівнем води в посудині. Для цього кран в всмоктувальній трубі відкривають, а кран подачі пари і кран в напірній трубі закривають. Потім робочий циліндр обливають холодною водою, а пара в ній починає конденсуватися. У робочому циліндрі створюється розрідження, і в нього з шахти під дією атмосферного тиску надходить вода.

Деагюльє запропонував, щоб для конденсації пари вприскувати воду в циліндр. Це значно зменшило час на конденсацію пари, і машина Севері почала працювати набагато швидше. Деагюльє запровадив запобіжний клапан і двоходовий розподільчий кран. Машини, поліпшені Деагюльє будувались до початку ХІХ століття.

Слава створення першого універсального паропоршневого двигуна дісталася англійцю Дж. Уатту. У 1769 році, він отримав патент на поліпшення машини для підйому води: відділення конденсатора від циліндра і використання в якості рушійної сили не атмосферного тиску, а пружності пари, яка подавалась зверху поршня. У 1782 р. Уатт ввів подвійну дію (пара попеременно поступала зверху і знизу поршня), золотниковий паророзподіл, перетворення поступально оберненого руху в обертальний, а в 1788 р. – і відцентровий регулятор обертів. Схема установки стала майже сучасною.

Тільки в 1877 р., німецький винахідник-бізнесмен Н. Отто, нарешті, створив чотирьохтактний ДВС з іскровим запалюванням, а в 1897 рр. німецький інженер Дизель розробляє компресорний з запалюванням, від раніше сильно стисненого в циліндрі повітря, ДВС, що виявився найбільш економічним. Так поступово ДВС перевершують парові двигуни як в компактності, так і економічності. Пошук нових конструкцій двигунів повертає винахідників назад до турбін, які через брак жаростійких матеріалів, низької точності обробки деталей, і з інших причин, не розроблялись до ХІХ століття.

Перший газотурбінний двигун (ГТД) з процесом горіння при постійному тиску був розроблений і побудований інженером П. Д. Кузьмінским в 1897 р.

Паротурбінні двигуни поступово витісняють всі інші в електроенергетиці. Їх потужність і економічність стрімко зростають.

Всі види теплових двигунів використовуються на транспорті: паро- і газотурбінні, ДВС на кораблях; в авіації – турбореактивні і реактивні; на автотранспорті, на будівельних, дорожніх та сільськогосподарських машинах (в тому числі трактори) – ДВС.

Сучасні системи теплопостачання представляють собою великі енергетичні системи, джерелами теплоти яких являються ГРЭС, ТЕЦ або котельні. Системи теплопостачання мають велике економічне і соціальне значення, забезпечуючи життєдіяльність в регіонах країни, тому підвищення ефективності теплопостачання є актуальною проблемою, значення якої зростає, зі збільшенням потужності теплопостачальної системи.

Список використаних джерел:

1. Драганов Б.Х. Теплотехніка / Б.Х.Драганов, Бесараб О.С., В.О.Лазоренко, А.В.Міщенко. –К.: Фірма "Інкос", 2005. – 400 с.
2. Лазоренко В.О. Теплопостачання сільського господарства. Технічна термодинаміка і теплопередача / В.О.Лазоренко. – К.: НАУ, 2004. – ч.І – 44 с.
3. Лазоренко В.О. Теплопостачання сільського господарства. Використання теплоти в сільському господарстві / В.О.Лазоренко. – К.: НАУ, 2004. – ч.ІІ – 36 с.

РОЗВИТОК ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Шейко Н.В., к.і.н., sheykonad@gmail.com
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Творці перших двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) відштовхувалися від конструкції парової машини. Для цього потрібний резервуар з горючим газом, наприклад, світильним газ треба змішати з повітрям, подавати в циліндр машини й там запалювати. Горіння й розширення суміші зробиють силу, що замінить його.

Раніше інших у цьому напрямку удача прийшла до бельгійського механіка Етьєна Ленуара (1822...1900 рр.), що розробив в 1860 р. патент на двигун, конструктивно схожий на парову машину, але в принципі, яка відрізнялася від неї способом дії. Двигун Ленуара – двосторонній (або, як прийнято говорити, подвійної дії; робочий процес відбувається із двох сторін поршня) і двотактний, тобто повний цикл роботи поршня триває протягом двох його ходів (рис. 2.1). При ході поршня вниз суміш світильного газу й повітря всмоктується в циліндр, як вода в шприц. Коли поршень зробить приблизно половину ходу, від електричної іскри суміш вибухає. Продукти згоряння під тиском 5...6 атм. рухають поршень до кінця ходу. Рух поршня передається за допомогою кривошипного механізму колінчатому валу із закріпленням на ньому маховиком. Під час зворотного ходу поршня, забезпечуваного обертанням маховика, продукти згоряння виштовхуються в атмосферу, а суміш газу й повітря всмоктується в циліндр. Впуском і випуском управляє засувка-золотник, а ексцентрик-золотник-ексцентрик, змонтований на валу двигуна.

Причини низької продуктивності двигуна полягали в самому принципі його дії. Тиск запаленої суміші не перевищував 5 кг/см^2 , а до кінця робочого ходу знижувався втриє. Простий розрахунок показує, що одноциліндровий двигун робочого обсягу 2 л при такому тиску, частоті обертання вала 100 хв^{-1} і $ККД=0,04$ розвиває потужність не більше 0,1 кВт. Інакше кажучи, лєнуарівський двигун у тисячу разів менш продуктивний, чим двигун нинішнього автомобіля.

Двигун Отто швидко витиснув з міжнародного ринку мотор Ленуара. До 1897 р. у світі було побудовано 42 тис. таких двигунів.

Створюючи новий двигун, М. Отто звернувся до чотиритактного циклу, уперше запропонованому в 1862 р. французьким інженером А. Бо де Роше, що теоретично обґрунтував, використовуючи працю Карно. В 1876 р. двигун був сконструйований, а на наступний рік Отто став власником патенту на чотиритактний газовий двигун, що працює зі стиском горючої суміші перед її запаленням. Про термодинамічну досконалість циклу цього двигуна вказує ККД двигуна, що становив близько 22%. Мотори Отто", як і попередні їм мотори Ленуара, могли працювати тільки на світильному газі, а для швидко розвиваючихся наприкінці ХІХ ст. механічних транспортних засобів потрібний був двигун, що працює на паливі, зручному для перевезення.

За рішення завдання узявся в кінці 70-х років інженер-механік Огнеслав (Ігнатій) Степанович Костьович (1851...1916 рр.), що задався метою створити двигун внутрішнього згоряння потужністю до 60 к.с., що працює на бензині.

У сконструйованому їм 8-циліндровому моторі усмоктувана в циліндри паливно-повітряна суміш підготовлювалася у спеціальному пристрої, пізніше названому карбюратором. В 1884 р. мотор з фантастично малою для того часу питомою масою – 3 кг/л.с. був побудований і випробований. В 1888 р. Костьович подав патентну заявку на бензиновий двигун внутрішнього згоряння й в 1892 р. одержав патент.

Одним з перших оцінив перспективність двигуна внутрішнього згоряння на рідкому паливі технічний директор заводу по виготовленню газових двигунів Отто й Лангена інженер Готліб Даймлер (1834...1900 рр.). Організувавши власне підприємство, Даймлер сконструював і побудував бензиновий двоциліндровий двигун, запатентувавши в 1885 р. його застосування на автомобілі, мотоциклі й моторному човні.

**Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»**

У своїх двигунах Даймлер більшу частоту обертання вала, забезпечувану, зокрема, інтенсивним запаленням суміші, справедливо вважав головним його показником роботи на транспортній машині. Частота обертання вала двигуна Даймлера була в 4...5 разів більше, ніж у газових двигунів, і досягала 450...900 об/хв., а потужність на 1 л робочого обсягу – удвічі більша. Такі особливості, як закритий картер (кожух) двигуна, заповнений мастилом і захищений рухомими частинами від пилу й бруду, сприяли розвитку їх "транспортної специфіки". Охолодженню води в навколишній двигун "сорочці" сприяв пластинчастий радіатор. Для пуску двигуна служила пускова рукоятка,

Наприкінці XIX ст. двигуни внутрішнього згоряння на рідкому паливі широко застосовувалися на сухопутному й водному транспорті. Однак при всіх перевагах двигунів, що працюють по циклі Отто, поширенню перешкождала обмежена потужність, що не перевищує 80...100 к.с.

Черговим великим кроком у розвитку ДВЗ з'явилися винаходи німецького інженера Рудольфа Дизеля (1858-1913 р.).

В 1892 р. Дизель одержав патент на винахід "Робочий процес і спосіб виконання одноциліндрового й багатциліндрового двигуна". Але це був лише початок.

В 1892-1895 р. один за іншим Дизель будує три двигуни, у яких прагне дотримуватися циклу Карно. Але згодом він вирішив відступити від циклу Карно, замінивши ізотермічне згоряння палива адіабатичним стиском повітря в циліндрі. Двигун на честь винахідника був згодом названий дизелем.

У дизельному двигуні застосований той же чотиритактний цикл. Але в порівнянні із двигуном Отто, у циліндрі двигуна Дизеля стискується не суміш палива й повітря, а чисте повітря, що дозволяє практично вдвічі збільшити ступінь стиску, тому що виключена можливість передчасного запалення палива.

В 1906...1908 р. були створені двотактні двигуни. Робочий цикл двотактного дизеля здійснюється за два ходи поршня – один оберт колінчатого вала. У циліндрі двигуна передбачені продувні й випускні вікна.

Повітря в продувні вікна подається спеціальним насосом під тиском приблизно 1,5 атм. Поршень, рухаючись нагору, спочатку перекриває вікна, а потім стискає повітря, що залишилося в циліндрі, до тиску, що забезпечує досягнення температури самозапалювання палива, що впорскується.

Після згоряння палива під впливом газів, що розширюються, поршень рухається вниз, послідовно відкриваючи спочатку випускні вікна, через які гази виштовхуються в атмосферу, а потім продувні, у які надходить від насоса свіже повітря, виштовхуючи гази, що залишилися, і заповнюючи циліндр.

У ряді країн для збільшення потужності двигунів внутрішнього згоряння стали застосовувати наддування повітря, що дозволяє спалювати в циліндрі більшу кількість палива, у результаті чого збільшувалася маса продуктів згоряння, а, отже, і тиск на поршень, і зростала потужність двигуна.

Список використаних джерел:

1. Історія автомобіля: посібник / М. І. Садовий, О. М. Трифонова. – : Кіровоград. держ. пед. ун-т ім. Володимира Винниченка. Кропивницький: КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. – 87 с.
2. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Історія автомобільного транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.070106 - «Автомобільний транспорт». / Укл.: к.т.н., доц. Коржавін Ю.А. – Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2013. – 110 с.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

3. Дмитриченко М. Ф. Історія автомобільного транспорту / М. Ф. Дмитриченко, О. М. Язвінська, Б. І. Хорошун. - К.: НТУ, 2011. – 352 с.

СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК НАУКИ ПРО МЕТАЛИ

Шейко Н.В., к.і.н., sheykonad@gmail.com
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Шлях до сучасного використання металів був дуже довгим і складним. З археологічних розкопок відомо, що самородні метали – золото, срібло, мідь – почали застосовувати близько 8 тис. років тому. Найдавніші прикраси з міді, виявлені на території Туреччини, відносяться до VI тис. до н.е. Знаряддя праці, виготовлені з бронзи у IV ст. до н.е., були знайдені теж на території Туреччини, а також Ірану та Месопотамії. До цього ж періоду належать і вироби з метеоритного заліза, виявлені в Єгипті.

Як вважають вчені, металургія заліза виникла понад три тисячі років тому в різних місцях земної кулі (Мала Азія, Індія, Китай). Трохи згодом (початок I тис. до н.е.) залізо виплавляли з руд у Середній Азії, Закавказзі і на території теперішньої Швейцарії, де проживали племена кельтів. Учнями кельтів стали найближчі їхні сусіди – римляни та германці.

Виробництво заліза на території України відоме з VII...V ст. до н.е. За часів Київської Русі залізо видобували способом безпосереднього його відновлення деревним вугіллем у горнах. У XIII...XVIII ст. в Галичині, на Поліссі, Київщині й Придніпров'ї залізо отримували в горнах і примітивних домницях. На Львівщині залізо виробляли в Звенигороді, що був зруйнований татарами-монголами в 1241 р. У XVIII ст. в Галичині й на Поліссі з'явилися перші доменні печі невеликих розмірів, у яких із місцевих болотних і гірських руд виплавляли чавун на деревному вугіллі. На території Галичини в 1778 р. налічувалось 40 дрібних металургійних підприємств з печами висотою від 10 до 20 метрів. Чавун переробляли в сире залізо, яке потім кували і навіть вальцювали. Заводське виробництво чорних металів в Україні почало розвиватись на початку XIX ст. разом з промисловою розробкою кам'яного вугілля в Донбасі та залізних руд у Криворізькому й Керченському басейнах.

Спочатку залізо відновлювали із руд у закритих ямах, а згодом – у невисоких печах, що називались *горнами*. В горно насипали деревне вугілля й залізну руду. Щоб інтенсивніше горіло підпалене вугілля, в горно вдували повітря міхами з ручним приводом. Температура в зоні горіння сягала 900 °С і більше. Відновлений карбоном (вуглецем) шматок заліза – *криця* мав вкраплення шлаку. Для витіснення шлаку крицю кілька разів проковували в нагрітому стані. Винайдення водяного колеса стимулювало перехід від ручних повітродувних міхів до продуктивніших механічних, що дало змогу інтенсифікувати горіння вугілля й збільшити висоту горна. Високе горно стали називати *домницею*. У Європі домниці виникли перед XIV ст. Зі збільшенням висоти домниці краще використовувалась теплота, збільшувалась температура процесу і як наслідок поряд зі шматком криці з'являвся розплавлений чавун. Чавун порівняно з крицею мав високий вміст вуглецю і характеризувався крихкістю.

Згодом металурги навчилися переробляти чавун у крицю в кричному горні, який нагадував домницю. В кричний горн завантажували шматки чавуну разом з деревним вугіллем. Під дією інтенсивного дуття згоряло вугілля, розплавлявся чавун і частина вуглецю в ньому вигоряла. Так виник двостадійний процес виробництва криці: в першій стадії у домниці з руди отримували чавун, а в другій – із чавуну в кричному горні отримували крицю.

У 1784 р. англійський винахідник *Генрі Корт* запропонував конструкцію пудлінгової печі для переробки чавуну в крицю. Піч замінила неекономічний кричний горн. Вона складалась з видовженого робочого простору і камери спалювання кам'яного вугілля. Твердий чавун завантажували крізь вікно в робочий простір печі. Продукти згорання скеровували всередину печі, вони розплавляли чавун, окисували вуглець і інші домішки.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

Розплавлений метал старанно перемішували залізними прутами. В міру вигорання вуглецю метал поступово переходив у твердий стан через зростання його температури плавлення. Розігрітий шматок металу (крицю) виймали з печі й проковували. Пудлінговий процес дав змогу замінити деревне вугілля кам'яним, зменшити технологічні витрати заліза й мав вищу продуктивність порівняно з кричним.

Підвищені господарські й військові потреби вимагали невинного розширення і вдосконалення металургійного й металообробного виробництва. Зросли вимоги до підготовки фахівців технічного профілю.

Бурхливий розвиток металургії в Англії призвів до інтенсивного винищення лісів на її території. У зв'язку з цим проблема заміни деревного вугілля кам'яним стала дуже актуальною. Перші спроби такої заміни позитивних результатів не дали через наявність у кам'яному вугіллі шкідливої домішки – сірки.

Завдяки сухій перегонці кам'яного вугілля, виконаній англійцем *Абрагамом Дербі* старшим, вдалось зменшити кількість сірки в продукті перегонки – коксі. Такий кокс відрізнявся від кам'яного вугілля високою пористістю, відсутністю летких речовин й обмеженим вмістом сірки. І все ж, щоб широко запровадити кокс, необхідно було зробити ще ряд удосконалень доменної печі (змінити систему подачі повітря й підвищити тиск дуття), що було завершено аж у середині XIX ст.

А тим часом шотландець *Джеймс Нельсон* у 1828 р. отримав патент на застосування гарячого повітря у доменній печі, яке нагрівалось поза піччю кам'яним вугіллям. Гаряче повітря підвищувало температуру в доменній печі й заощаджувало значну кількість дорогого коксу.

Починаючи з другої половини XIX ст. у металургії сталі зроблено цілу низку визначних винаходів. Одним з них став спосіб отримання сталі внаслідок продування повітрям рідкого чавуну. Патент був виданий в 1855 р. англійцю *Генрі Бессемеру*.

У 1878 р. англієць *Сідні Джількріст Томас* взяв патент на отримання сталі з високофосфористих чавунів у конвертері з основною футерівкою. Результатами цього винаходу одразу ж скористалась Німеччина, на території якої були значні запаси залізної руди з високим вмістом фосфору. Так завдяки винаходу Томаса Німеччина дуже швидко випередила Англію у виробництві сталі.

У 1900 р. француз *Поль-Луї Еру* започаткував спосіб виплавлення високоякісної сталі в дуговій електропечі.

В 1933 р. український інженер *Микола Мозговий* запропонував застосувати кисень у конвертерах, щоб підвищити їх продуктивність й здешевити виробництво сталі. Однак зроблені спроби втілити у виробництво ідею Мозгового позитивних результатів не дали. Лише пізніше – у 1952...1953 рр. на двох металургійних заводах Австрії, розташованих у Лінці та Донавіці, почали виробляти сталь, продуваючи рідкий чавун киснем (Л-Д процес). Цей спосіб сьогодні витіснив бессемерівський та томасівський способи, ставши найпоширенішим у світі.

Список використаних джерел:

1. Афтандіянц Є.Г. Матеріалознавство: підручник / Є.Г. Афтандіянц, О.В.Зазимко, К.Г.Лопатько. – Херсон: Олді-плюс, 2012. – 612 с.
2. Опальчук А.С. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: підручник для вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації / А.С. Опальчук, Є.Г. Афтандіянц, Л.Л.Роговський. – Ніжин: ПП Лисенко М.М, 2013. – 752 с.
3. Попович В. Технології конструкційних матеріалів і матеріалознавство / В.Попович, В.Голубець. – Суми: Університетська книга, 2012. – Книга II. – 260 с.

УДК 631.312.001.001.66.(091)

ЕТАПИ РОЗВИТКУ ПЛУГБУДУВАННЯ В УКРАЇНІ

Шейко Н.В., к.і.н., sheykonad@gmail.com, Фадеєв М.М., студент
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Виробництво удосконалених землеробських знарядь і сільськогосподарських машин в Україні розпочалося наприкінці 30-х років XIX століття в механічних закладах і майстернях, які були відкриті в 1832...1862 рр.: Заславського – в Катеринославі, Шумана – у Слов'янському повіті, Яхненка і Симиренка – у Млієві Київської губернії, Ріхтера – в Ромнах (1835 р.), Бобринського – у Смілі (1840 р.), Кандиби – в Чернігівській губернії (1841 р.), Потьомкіна – у Кременчузі (1841-1842 рр.), де виготовлялись сільськогосподарські машини й обладнання для цукрових, винокурних й інших заводів, Дорофа – у Волинській губернії (1846 р.), Менцеля – в Білій Церкві (1850 р.), Леппа і Вальмана – в Хортиці (1852 р.), І. Гена – в Одесі (1854 р.), Унтера – в Хортиці (1859 р.), Гельферіх-Саде – в Харкові, Грієвза – в Бердянську та ін. Аналогічні 97 майстерні, на базі яких згодом виникали заводи, відкривались і в інших місцях України [1, с. 7-8; 3].

Перша сільськогосподарська майстерня була відкрита в 1802...1803 рр. Вільсоном, проте в Україні станом на початок 1843 року налічувалося вже 10 механічних підприємств з виробництва сільськогосподарських машин [2, с.193]. Особливою популярністю користувалися удосконалені Георгієм та Іваном Генами вітчизняні плуги, випуск яких в 1844 р. вони розпочали у своїх майстернях. Син продовжив справу батька, заснувавши в 1854 р. в Одесі перший плугобудівний завод.

Практично до реформи 1861 року в Україні не було власного сільськогосподарського машинобудування. Існуючі заводи й майстерні виготовляли окремі машини за зарубіжними зразками. Західно-європейське машинобудування інтенсивно працювало на широкий український ринок, виробляючи знаряддя і машини, пристосовані до умов України. Основними постачальниками ґрунтообробних машин були німецькі заводи Г. Еккерта і Р. Сакка. З 1857 р. іноземні фірми безмитно ввозили продукцію (машини, залізо, чавун), відкривали свої представництва, створюючи при них склади й майстерні з ремонту сільськогосподарської техніки, на базі яких виникали великі заводи, що виготовляли сільськогосподарські машини спочатку за іноземними, а потім і за власними зразками.

З кінця 70-х до 1885 р. – другий період бурхливого розвитку і впровадження в землеробство сільськогосподарських машин, який характеризується надзвичайно швидким збільшенням обсягів увезеної іноземної техніки і зростанням внутрішнього виробництва, але в дещо менших обсягах порівняно з імпортом. Особливо високого рівня розвитку капіталізму в Україні досягли два райони – Південь і Правобережжя, де масштаби технічного прогресу й рівень енергооснащеності були вищими. Цьому сприяло надання приватного сільськогосподарського кредиту земським Херсонським банком, заснованим у 1864 р., операції якого поширювались на увесь Південь України. У цих районах наприкінці 60-х і протягом 70...80-х років, в умовах швидкого зростання внутрішнього і зовнішнього ринку, із застосуванням машин збільшувався валовий збір продукції землеробства і зменшувалися витрати виробництва, і, як результат, збільшувалося прибутковість господарств. Вершиною технічного прогресу в сільському господарстві було застосування парових плугів і парових молотарок.

У 1880 р. в Україні, де виробництво зростало швидкими темпами: лише за чотири роки (1876...1879 рр.) воно зросло майже на 80% [1, с.8; 2, с.198]. В Україні у 1880 р. було 58 машинобудівних закладів, серед них 29 – фабричного типу, 9 – у поміщицьких маєтках, які

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

виготовляли знаряддя і машини, в основному для власних потреб, решта – кустарні майстерні. Однак всі машини, що вироблялися в цей період, були розраховані на силу тяги тварини, адже парових локомотивів і сільськогосподарських машин із паровими двигунами в Україні не виробляли [2, с. 198-200; 1, с. 10].

Третій період – з 1885 до початку 90-х років. Для цього періоду характерне:

- значне скорочення імпорту сільськогосподарських машин внаслідок тарифу 1885 року, що встановив мито на ввезені іноземні машини в розмірі 50 коп. золотом з пуда і 70 коп. – у 1887 р.;

- зниження темпів розвитку сільськогосподарського машинобудування внаслідок сільськогосподарської кризи, що почалася саме в цей час; встановлення високого мита на імпортований метал і позбавлення машинобудівних заводів пільг безмитного завезення металу для виробничих потреб; високих цін на метал всередині країни, що у 2...3 рази перевищували західноєвропейські;

- підвищення цін виробниками на вітчизняні плуги порівняно з цінами на продукцію іноземних фірм, що знизило попит на них на внутрішньому ринку.

У 90-х роках XIX ст. внутрішнє сільськогосподарське машинобудування почало вже удвічі перевищувало завезення сільськогосподарської техніки з-за кордону [3, 2, с.201].

Центри сільськогосподарського машинобудування з Польщі і Прибалтики переміщуються в Україну внаслідок розвитку тут на початку 90-х років XIX ст. металургійної бази – в Донбасі та Придніпров'ї, залізничного сполучення, наявності широкого місцевого ринку на Півдні України. Поряд із Катеринославщиною на Півдні з'являється новий район сільськогосподарського машинобудування – Таврія. В Україні в цей період діють крім вище вказаних такі великі заводи, як Менцеля – в Білій Церкві, Бобринського – у Смілі, Лільпопа-Рау – у Славути, Рестеля та Гена – в Одесі, Копа – на Хортиці, Прянишникова – в Харкові, Донських – у Миколаєві та ін. [1, с.10; 3].

Четвертий період у машинобудуванні України розпочався з 90-х років. У цей період поряд із завезенням імпортованих сільськогосподарських машин збільшувався попит на машини вітчизняного виробництва. Цьому сприяло зниження цін на них у 90-х роках завдяки механізації виробничих процесів на заводах-виробниках, здешевлення прокату й чавуну, появі на ринку металу необхідних для сільськогосподарських машин і знарядь марок і профілів [2, с.203]. Дрібні підприємства Київщини, Полтавщини, Чернігівщини припинили виробничу діяльність, кількість нових великих заводів у Харківській губернії та на Півдні зростала, а існуючі заводи збільшували свої потужності. У 1894 р. в Україні налічувалось 82 заводи сільськогосподарського машинобудування, вартість продукції яких з 1891 по 1894 р. зросла від 3 рази. Завод Фендеріха в Одесі вперше в Україні розпочинає виробництво локомотивів [1, с. 10; 2, с. 204].

Внаслідок цього питома вага Півдня у загальноукраїнському виробництві сільськогосподарських машин на середину 90-х років досягла 90%. Південь став головним районом виробництва плугів і основних сільськогосподарських машин, особливо Херсонська й Катеринославська губернії. У 1894...1895 рр., порівняно з 1879 р., виробництво плугів зросло майже у 16 разів [1, с.10; 2, с. 204-206].

Таким чином, на межі тисячоліть, у період становлення монополістичного капіталізму одним із результатів здійснення технічної революції в Україні було створення внутрішнього сільськогосподарського машинобудування як самостійної галузі великої машинної індустрії.

Список використаних джерел

1. Розвиток механізації і електрифікації сільського господарства Української ССР / П.М. Василенко, Н.П. Барабан, І.А.Коваль та ін. / АН УРСР, Ін-т історії та ін. – К.: Наукова думка, 1988. – 472 с. 136.
2. Мельник Л.Г. Технічний переворот на Україні в XIX столітті. – К., 1972. – 240 с.
3. Вергунов В.А., Мудрук О.С., Шквира З.А. Нарис історії плуга: до сторіччя видання альбому професора К.Г. Шиндлера “Політипажи, ескизи та креслення машин-знарядь сучасного сільського господарства”. – К.: Аграр. наука, 2002. – 54 с.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання агроінженерії, електричної інженерії і транспортних технологій
в системі природокористування»

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
№ 23
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«Проблеми сучасної механізації, енергетики і транспортних технологій в
системі природокористування» (6-7 листопада 2025 року)

Відповідальний за випуск:

М.І. Ікальчик – декан факультету інженерії та транспортних технологій ВП НУБіП
України «Ніжинський агротехнічний інститут».