



ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА  
АВТОМАТИКИ  
АГРОПРОМИСЛОВОГО  
ВИРОБНИЦТВА НААН  
України



НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
України



ІНСТИТУТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА  
ПРИРОДНИЧИХ НАУК  
НАЦІОНАЛЬНОГО  
ДОСЛІДНИЦЬКОГО ІНСТИТУТУ  
(Польща)

**МАТЕРІАЛИ**  
**ХІІІ-ї Науково-технічної конференції**  
**«Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»**

**01-18 жовтня 2024 року**

*У 2024 році конференція відбулася в рамках проведення  
XXXI Міжнародної науково-технічної конференції ІМА АПВ НААН  
України «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві»*

Глеваха - Київ  
2024

УДК 631.171

Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: XI Міжнародна науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 1-18 жовтня 2024 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2024. - 84 с.

В матеріалах конференції коротко викладені основні результати теоретичних та експериментальних досліджень з пріоритетних напрямків розвитку тваринництва та кормовиробництва. Наведені дані про ефективність результатів наукових досліджень та їх виробничої перевірки.

Матеріали розраховані на науковців та здобувачів наукового ступеня.

**Організаційний комітет конференції:** *Адамчук В.В.*, д.т.н., проф., академік НААН, директор Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України (голова оргкомітету); *Братишко В.В.*, д.т.н., проф., декан механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України (співголова оргкомітету); *Штробель В.Р.*, доктор наук, директор Інституту технологічних та природничих наук Національного дослідницького інституту, Польща, (співголова оргкомітету); *Собчук Генрик*, професор, голова вченої ради Інституту технологічних та природничих наук Національного дослідницького інституту, Польща, (співголова оргкомітету); *Viacheslav Adamchuk*, д.т.н., професор і завідувач кафедри інженерії біоресурсів в Університеті McGill, Канада, (співголова оргкомітету); *Simone Pascuzzi*, д.т.н., професор кафедри агроecологічних та територіальних наук Університету Варі, Італія, (співголова оргкомітету); *Hristo Beloev*, д.т.н., професор Русенського університету, Болгарія, (співголова оргкомітету); *Maroš Korenko*, д.т.н., професор Словацького університету сільського господарства в Нітрі, Словачія, (співголова оргкомітету); *Jüri Olt*, д.т.н., професор агротехніки Естонського університету наук про життя, Естонія, (співголова оргкомітету); *Ребенко В.І.*, к.т.н., доц., доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України (секретар оргкомітету); *Кузьменко В.Ф.*, к.т.н., с.н.с., завідувач лабораторії техніко-технологічних проблем в заготівлі кормів; *Хмельовський В.С.*, д.т.н., проф., завідувач кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України; *Ткач В.В.*, к.т.н., с.н.с. завідувач відділу механіки та автоматики біотехнічних систем у тваринництві ІМА АПВ НААН; *Фененко А.І.*, д.т.н., проф., головний науковий співробітник ІМААПВ; *Голуб Г.А.*, д.т.н., проф., професор кафедри тракторів, автомобілів та біоенергосистем НУБіП України; *Собчук Генрик*, професор, голова вченої ради Інституту технологічних та природничих наук Національного дослідницького інституту, Польща; *Ревенко І.І.*, д.т.н., проф., професор кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України; *Роговський І.Л.*, д.т.н., проф., завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка; *Заболотько О.О.*, к.т.н., доц., доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України; *Сівак І.М.*, к.т.н., доц., доцент кафедри сільськогосподарських машин і системотехніки ім. П.М. Василенка НУБіП України; *Тимова Л.Л.*, к.т.н., доц., доцент кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка НУБіП України.

*Рекомендовано до видання:*

вченою радою ІМААПВ НААН України (протокол № 15 від «20» листопада 2024 р.);  
вченою радою механіко-технологічного факультету НУБіП України  
(протокол № 4 від «14» листопада 2024 року)

*Адреси для листування:*

08631, Київська обл., Васильківський р-н, смт. Глеваха, вул. Вокзальна, 11  
03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12, к. 11

*E-mail:* ima.apv.naan@gmail.com, mtf11k@ukr.net, info@animal-conf.inf.ua

*Сайт конференції:* <http://animal-conf.inf.ua>

© ІМА АПВ НААН України, 2023

© НУБіП України, 2023

## ЗМІСТ

<b>Bratishko V.V., Khmelovsky V.S., Shulga S.M., Tigonova O.A.</b> Method of cavitation treatment of lignocellulosic raw materials .....	5
<b>Rebenko V.I., Rapavyi N.</b> Tools needed in rearing farm animals .....	7
<b>Алієв Е.Б., Буйницький О.І.</b> Дослідження технічного стану молочно-доїльного обладнання на території України.....	9
<b>Болтянський Б.В.</b> Перспективна конструкція позиційного вивантажувача консервованих кормів з траншейних сховищ.....	14
<b>Дерев'яно Д.А., Герасимчук А.А., Романюк В.А.</b> Експериментальна камера динамічного інфрачервоного сушіння рослинної сировини .....	18
<b>Єременко О.І., Войналович О. В., Фомін С.І.</b> Напрямки проектування ліній гранулювання вторинної біомаси у господарствах .....	21
<b>Єременко О.І., Гетьман А.В.</b> Аналіз технологічного процесу секційної сушарки лопатевого типу .....	23
<b>Кернасюк Ю.В., Гайденко О.М.</b> Сучасні роботизовані системи для доїння корів .....	27
<b>Корж Ю.І., Хмельовський В.С.</b> Мікроклімат – запорука високих надоїв .....	34
<b>Кузьменко В.Ф., Субота С.В., Пономаренко О.В., Холодюк О.В.</b> Розмірно-масові характеристики та особливості сучасних ротаційних косарок .....	37
<b>Куликівський В.Л., Маринін М.О.</b> Підвищення паливно-енергетичної ефективності МТА за рахунок вибору оптимального режиму роботи .....	40

<b>Куликівський В.Л.</b>	
Аналіз ресурсозберігаючих технологій приготування та роздавання кормових сумішей тваринам.....	42
<b>Купчук І.М.</b>	
Огляд основних схем отримання високобілкових кормів шляхом переробки сої.....	45
<b>Міненко С.В., Кузьмич В.С., Герасимчук Д.В.</b>	
Особливості обробітку земельних ділянок на схилах.....	48
<b>Міненко С.В., Заgrabчук І.В., Герасимчук Д.В.</b>	
Результати експериментальних досліджень детонації в циліндрі силової установки, що працює на біогазовому паливі.....	50
<b>Неверов М.В.</b>	
Особливості виробництва грубих кормів .....	53
<b>Неверов М.В.</b>	
Оцінка ефективності використання машин для транспортування сіна в рулонах .....	55
<b>Ребенко В.І.</b>	
Розумне виробництво у свинарстві .....	57
<b>Савченко В.М., Кравченко Д.С., Литвинчук Д.А.</b>	
Класифікація обладнання для підготовки зерна до згодовування тваринам .....	63
<b>Яропуд В.М.</b>	
Дослідження ефективності процесу функціонування повітряного теплообмінника побічно-випарного типу .....	65
<b>Журавель Д.П.</b>	
Обґрунтування методу очищення біологічних олій в електричному полі.....	68
<b>Кульпін Р.А.</b>	
Оптимізація режимів руху стрічкового конвеєра для переміщення та роздавання готових кормових сумішей .....	72
<b>Ювченко І.В., Ревенко Ю.І.</b>	
Основні моменти експертної оцінки рівнів властивостей виробів .....	74

**Куць О.А., Ревенко Ю.І.**

Методика оцінки якості технічних виробів ..... 78

**Новицький А.В.**

Управління надійністю самохідних засобів для приготування і  
роздавання кормів ..... 81

UDC 577.23:622.76

## **METHOD OF CAVITATION TREATMENT OF LIGNOCELLULOSIC RAW MATERIALS**

**Bratishko V.V.**, Sc.D. Eng., **Khmelovskyi V.S.**, Sc.D.,  
*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*  
**Shulga S.M.**, Sc.D. Biol, **Tigunova O.A.**, Ph.D. Biol.  
*Institute of Food Biotechnology and Genomics of NAS of Ukraine*

One of the ways to improve the efficiency of second-generation liquid and gaseous biofuels technologies, which involve the fermentation of organic, mainly lignocellulosic, raw materials, is to find effective ways to destroy lignocellulosic complexes of plant biomass. Along with microwave radiation and high hydrostatic pressure, one of the most effective ways to destroy lignocellulosic structures is to use cavitation treatment of raw materials, the promising sources of which, along with non-grain crop biomass, can be municipal waste.

There is a wide range of methods for cavitation treatment of suspensions based on plant-based raw materials (US patent US20050150618A1, Ukrainian patents 39788, 63287, 74120, etc.), which involve cavitation impact on the respective suspensions or liquids for the purpose of, for example, delignification of cellulose-containing suspensions, extraction of plant materials, preparation of various fine liquid media, cavitation disinfection, etc.

Thus, the method of biomass pretreatment by ultrasonic radiation in ethanol production technology [1] involves grinding and sonication of a biomass suspension with ultrasound intensity up to 10 W/cm<sup>2</sup>, followed by enzymatic hydrolysis and fermentation with ethanol production. A known method of ultrasonic cavitation treatment of crop biomass [2] involves the preparation of a suspension based on plant biomass crushed to particles of 0.1 mm in size and subsequent cavitation treatment of the resulting suspension with 4-6% dry matter content by ultrasonic radiation with a specific power of 0.5-0.7 W per 1 ml of suspension at a frequency of 20-28 kHz for 3-5 minutes with constant stirring, which prevents the formation of sediment.

The disadvantage of these methods is that they do not take into account a wide range of physical and mechanical parameters and properties of lignocellulosic raw materials formed in the course of human activity, namely, they cannot be fully applied to the cavitation treatment of lignocellulosic raw materials

of municipal origin, a feature of which is a significant content of wood raw materials. In contrast to such municipal lignocellulosic feedstocks as leaves and grass clippings, hydromechanical cavitation processing could be more efficient for wood feedstocks which differ significantly in terms of geometric parameters, structure, moisture content, strength, lignin content, etc. Thus, the use of hydromechanical cavitation treatment of municipal wood raw materials, as opposed to ultrasonic, will reduce the specific energy consumption for the process of its cavitation treatment both by reducing the requirements for the degree of grinding of raw materials and the dry matter content of the suspension.

Along with ultrasonic cavitation treatment, the use of existing hydromechanical cavitators - hydromills, which provide grinding of the solid fraction of the suspension during operation [3], allows the use of raw materials with a particle size of 4-6 mm (compared to 0.1 mm) and the treatment of a suspension with a dry matter content of up to 20% or more (compared to 4-6%). In addition, grinding lignocellulosic raw materials to 0.1 mm particles requires significant energy consumption and appropriate moisture content of the raw material during the grinding process, which often necessitates additional drying of the raw material. Therefore, it is advisable to develop a method of cavitation treatment of lignocellulosic raw materials of municipal origin, which, through the integrated use of interrelated parameters of preparation and cavitation treatment of available types of raw materials, ensures high efficiency of raw material processing in liquid and gaseous biofuels technologies.

In view of this, we have proposed a method of cavitation treatment of lignocellulosic feedstock of municipal origin, which includes the preparation of a suspension based on chopped plant biomass and further cavitation treatment of the feedstock, during which wood raw materials are removed from municipal lignocellulosic feedstock, after which water is added to the feedstock until the moisture content reaches 90-92%, the resulting liquid is subjected to cavitation treatment by hydromechanical method for 10-15 minutes, the separated wood raw materials are crushed to particles of 4-6 mm in size, the shredded wood raw material is subjected to cavitation treatment by a hydromechanical method, the dry matter content of the suspension based on shredded wood raw material in the process of hydromechanical cavitation treatment is gradually increased to 20-25% by adding shredded wood raw material, the duration of hydromechanical cavitation treatment is 10-15 minutes after the addition of raw materials is completed, the treated suspensions are mixed, the moisture content of the mixed suspension is brought to 88-95% by adding water.

The next stage of research is to analyse the effectiveness of the proposed method of cavitation treatment of municipal lignocellulosic raw materials in the technologies of liquid and gaseous biofuels of the second generation.

### BIBLIOGRAPHY

1. Luhovskyi O.F., Movchaniuk A.V., Seminskyi O.O. Introduction of ultrasonic cavitation treatment in the processes of processing cellulose-containing raw materials (Впровадження ультразвукової кавітаційної обробки в процесах переробки целюлозовмісної сировини). Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Technical sciences. Vinnytsia. Issue 8. 2011. Pp. 63-68. <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/3569.pdf> (in Ukrainian).

2. Patent of Ukraine for invention 127729 Method of ultrasonic disintegration of non-grain biomass of agricultural crops. Bulletin 50, 2023.

3. Solianyk M. Improvement of the technology of production of moistened fermented homogeneous feed slurry and the effectiveness of its use in animal feeding (Удосконалення технології виробництва зволоженої ферментованої гомогенної кормової суспензії та ефективність її використання у відгодівлі тварин). Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Collection of scientific papers. 2018. 23 (37). [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2018-2-23\(37\)-23](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2018-2-23(37)-23) (in Ukrainian).



UDC 631.3:636

### TOOLS NEEDED IN REARING FARM ANIMALS

**Rebenko V.I.**, PhD, As.Prof., [rebenko@nubip.edu.ua](mailto:rebenko@nubip.edu.ua)

**Rapavyi N.**, student

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Raising farm animals requires a variety of tools to ensure their health, well-being, and productivity. Here are ten essential tools commonly used in animal husbandry:

***Feeding Equipment:***

- Feeders: To provide animals with a consistent supply of feed, including



troughs or automatic feeders.

***Watering Systems:***

- Water Troughs or Automatic Waterers: Essential for providing fresh water to animals.

***Fencing:***

- Livestock Fencing: To keep animals contained and protect them from predators. This can include barbed wire, electric fencing, or woven wire.

***Shelter:***

- Barns or Animal Shelters: To protect animals from harsh weather conditions and provide a safe resting place.

***Health Care Supplies:***

- First Aid Kits: To treat minor injuries and illnesses, including antiseptics, bandages, and medications.

***Handling Equipment:***

- Chutes and Headgates: For safely managing and restraining animals during veterinary checks or other procedures.

***Bedding Materials:***

- Straw, Hay, or Wood Shavings: Used for bedding to keep animals comfortable and absorb waste.

***Grooming Tools:***

- Brushes and Combs: For maintaining the cleanliness and health of the animals' coats.

***Hoof Care Tools:***

- Hoof Trimmers or Rasps: Necessary for managing the hoof health of animals like cattle, sheep, and goats.

***Transportation Equipment:***

- Trailers or Cages: For moving animals safely from one location to another, such as to market or for veterinary visits.

These tools are fundamental for effective animal husbandry and can vary based on the type of animals being raised and the specific farming practices employed.



УДК 631.173:637.11

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Алієв Е. Б., д.т.н., старший дослідник, Буйницький О. І., аспірант  
*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*  
*aliev@meta.ua*

На сьогоднішній день, на території України стан молочно-доїльного обладнання знаходиться в незадовільному стані. З власного досвіду це обумовлено наступними причинами.

1. Незадовільна підготовка кадрів (інженерів та операторів доїння). Інженер не виконує в повному обсязі свої обов'язки, Оператори доїння не дотримуються встановлених правил з переддоїльної обробки вимені, післядоїльної обробки вимені також з правилами підключення та відключення доїльного апарату.

2. Економія господарства на запасних частинах вакуумних насосів, молочних насосів, комплектуючих до доїльного апарату (колекторів, пульсаторів, дійкової гуми), а також миючих засобів для промивання та дезінфекції системи.

3. Відмова від кваліфікованого сервісного обслуговування заради економії коштів.

Доїльна установка складається з трьох основних систем [1, 2]: вакуумна система, молочна система та система промивання та дезінфекції молочної магістралі. Найбільш розповсюджений тип доїльної установки в сучасній Україні є доїльна установка в молокопровід, яка оснащена дозаторами з реєструючим пристроєм та пульсаторами попарної дії.

Вакуумна система – одна з основних частин доїльної установки, вона знаходиться під вакуумом та не контактує з молоком. Вакуумна система включає: вакуумний насос, регулятор вакууму, вакуумметр, вакуум-проводи, ресивер, фільтр-пастка та вакуумні крани [1, 2]. Втрата працездатності вакуумної системи призводить до зупинки всього доїння. На фермах основними несправностями цього вузла є (рис. 1): велика похибка або взагалі не вимірюється рівень вакууму вакуумметром; зупинка вакуумного насосу внаслідок заклинювання, яке спричинено не якісним мастилом або

взагалі його відсутністю; забивання фільтра-пастки; вихід з ладу зворотного клапана вакуумного насоса; відмова вакуумрегулятора; забивання брудом вакуумної магістралі. Найгрубіше порушення в роботі вакуумної системи це порушення співвідношення тактів пульсатора. Пульсатор це одна з найвідповідальніших частин доїльного апарата, він забезпечує перемикання тиску у піддійковому просторі доїльного стакана, між вакуумметричним і атмосферним тиском. Інженери як і оператори доїння неохайно до них відносяться із-за цього порушується співвідношення тактів пульсатора, яке ніхто не контролює і не регулює, а також може призвести до повної його відмови.



Фільтр пастка ресивера вакуумного насоса



Зношені поверхні тертя вакуумного насоса



Хрестовина вакуумної лінії яка заглушена в точці зливу конденсату



Потрапляння пилу та бруду до пульсаторів

Рисунок 1 – Несправності і недбайливе ставлення до вакуумної системи

Молочна система призначена для забезпечення надходження вакууму до доїльних апаратів і транспортування молока до молокозбірника. До складу молочної системи входить [1, 2]: молокопровід, молокозбірник,

молочний насос, молочні крани та дозатори молока з реєструючим пристроєм. До основних несправностей молочної системи відносяться (рис. 2): втрата кута нахилу молочної лінії; зміщення внаслідок теплового розширення труб; зміщення молочних кранів внаслідок зміщення труб; вихід із ладу дозаторів молока через потрапляння залишків молока у пристрої призначені для спрацювання дозатора; втрати вакууму на лініях за рахунок пересихання ущільнюючих елементів; не правильна робота або повна відмова молочного насоса; пошкодження молокозбірника; пошкодження корпусу колекторів, пошкодження санітарної камери; пошкодження кришки молокозбірника; пошкодження комплектуючих дозаторів; пошкодження корпусів молочних кранів, а також движків.



Зміщення отвору молочного крана за рахунок зміщення труб



Забруднені внутрішні стінки молочних ліній



Втрати вакууму від пошкоджень корпусу молочного насоса



Зношена дійкова гума

### Рисунок 2 – Несправності і недбайливе ставлення до молочної системи

Система промивання та дезінфекції – елемент доїльної установки призначений для промивання та дезінфекції молочної системи і доїльних апаратів [1, 2]. Система промивання складається з таких частин: бак промивки, автомат промивки, апарат промивки, повітряний інжектор,

перистальтичні насоси, клапан подачі води до апарату промивки, клапан циркуляція-злив, соленоїдний клапан гарячої та холодної води. Основні несправності системи промивання (рис. 3): збій; корозія; втрата налаштувань; вихід з ладу пресостатів автомата промивання; забивання головок промивання соломною; пропускання повітря через гумові з'єднання; вихід з ладу повітряного інжектора внаслідок неправильного монтажу або обслуговування; вихід з ладу перистальтичних насосів; вихід з ладу клапанів подачі води та циркуляція-злив за рахунок неправильного монтажу підвода вакууму або неправильній збірці після обслуговування та порушення в роботі соленоїдних клапанів подачі води.



Вихід з ладу клапана подачі води



Відкладення через погану якість води



Недбайливе ставлення



Вихід з ладу електроніки автомата промивки

Рисунок 3 – Несправності і недбайливе ставлення до системи промивання та дезінфекції

Проаналізувавши відмови доїльних установок на території України, було виявлено і представлено відсоткове співвідношення виходу з ладу доїльного обладнання.

Відмови в роботі молочної системи складають 52-58 %, переважаючим типом відмов в даній системі є: раптова відмова, залежна, експлуатаційна та конструкційна відмова. Таким відмовам притаманні стрибкоподібні зміни декількох значень технічних параметрів, відмова яка настає внаслідок відмови іншого елемента, відмова внаслідок порушення встановленого регламенту користування доїльною установкою та недосконалість конструкції або матеріалів які використані при виготовленні запчастин, вузлів та пристроїв. До таких відносяться: пошкодження корпусу колекторів, молокозбірника, дозатора, молочного крану, зміщення молочних труб що веде за собою зміщення молочних кранів які перекривають отвори для вакууму та молока, неправильне регулювання частоти тактів пульсатора, неправильне встановлення запчастин при ремонті або обслуговуванні та інші.

Відмови системи промивання відбуваються в 27-35 % випадків це відмова в системі промивання та дезінфекції. Характеризуються вони поступовою зміною значень одного або декількох технічних параметрів, недосконалістю чи порушеннями встановлених правил виробництва комплектуючих або запчастин, а також порушенням встановлених правил експлуатації.

Щодо вакуумної системи то відмови пов'язані з нею складають 8-13 %. Такий результат обумовлений тим що до вакуумної системи входять надійні елементи, вони потребують дотримання основних правил експлуатації та догляду, але якщо вакуумна система відмовила в роботі вона тягне за собою не лише фінансові втрати, а й несе шкоду здоров'ю тварин. Основними відмовами даної системи в більшості випадків є експлуатаційна, та в меншій виробнича, бо виготовлення елементів та комплектуючих вакуумної установки потребує високої точності виготовлення, але це не звільняє від бракованих запчастин.

На сьогодні в Україні стан доїльного обладнання знаходиться на незадовільному рівні. До рішення цієї проблеми потрібно підходити цілісно: навчати персонал, вести постійний контроль над станом елементів доїльного обладнання, бути забезпеченими технічними засобами з діагностики обладнання та володіти ними, а також бути у співпраці з сервісними службами, які мають більше знань та досвіду з вирішення проблем.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Шевченко, І.А., Алієв, Е.Б. (2013). Науково-методичні рекомендації

з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок. За редакцією доктора технічних наук, професора, член-кореспондента НААН України, І.А. Шевченка – Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд. 156 с. ISBN 978-966-2602-41-VIII.

2. Хмельовський, В. С., Павленко, С. І., Линник, Ю. О., Дудін, В. Ю., Алієв, Е. Б. (2017). Механіко-технологічні основи використання вакуумних насосів доїльних установок: монографія. К. : ЦП "Компринт".177 с. ISBN 978-966-929-645-0.



УДК 631.363:636.22/28

## **ПЕРСПЕКТИВНА КОНСТРУКЦІЯ ПОЗИЦІЙНОГО ВИВАНТАЖУВАЧА КОНСЕРВОВАНИХ КОРМІВ З ТРАНШЕЙНИХ СХОВИЩ**

**Болтянський Б.В.**, к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*імені Дмитра Моторного*

[boris.boltianskyi@tsatu.edu.ua](mailto:boris.boltianskyi@tsatu.edu.ua)

Для механізації вивантаження консервованих кормів з траншейних сховищ в Запорізькому науково-дослідному центрі механізації тваринництва ННЦ «ІМЕСГ» НААН України був розроблений, виготовлений і випробуваний позиційний вивантажувач ВИС-Ф-30 «Фрезер», оснащений пило-гвинтовими робочим органом з гладкими і ріжучими гвинтами з гідромеханічним приводом (рис. 1) [1,2].

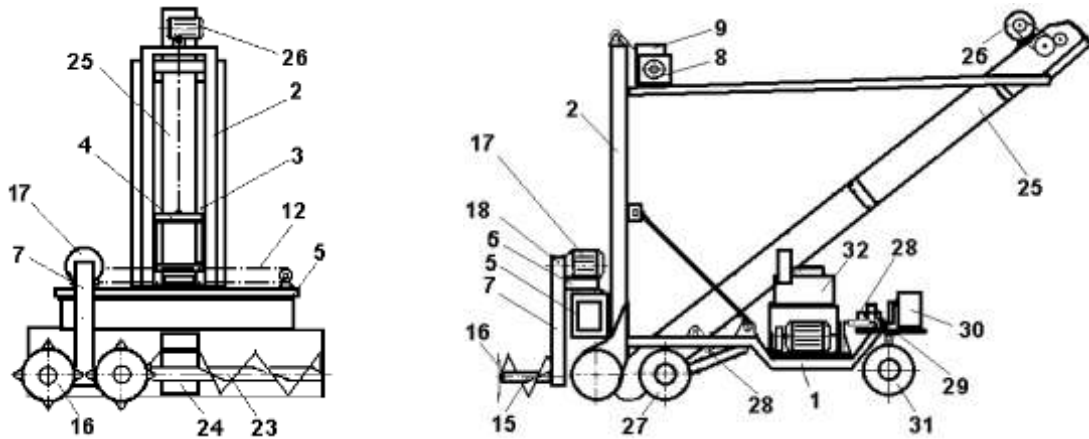


Рисунок 1 – Загальний вигляд і схема електрифікованого вивантажувача-подрібнювача ВИС-Ф-30 «Фрезер»: 1 - рама; 2 - вертикальна направляюча; 3 - рамка; 4 - каретка вертикального переміщення; 5 - горизонтальна траверса; 6 - каретка; 7 - пило-гвинтовий робочий орган; 8 - привод піднімання рамки; 9 - електричне гальмо; 10 - ведуча зірочка; 11 - ведена зірочка; 12 - безкінечний ланцюговий контур; 13 - зачіп; 14 - привідна станція переміщення робочого органу; 15 - гвинт робочого органу; 16 - пила робочого органу; 17 - привод робочого органу; 18 - корпус робочого органу; 19, 20 - упори; 21 - кінцевий вимикач; 22 - контактний ролик; 23 - гвинтовий конвеєр; 24 - металник; 25 - похилий скребковий вивантажувальний транспортер; 26 - привод вивантажувального транспортера і гвинтового конвеєра; 27 - опорні колеса; 28 - гідроциліндр; 29 - блок повороту ведучих коліс; 30 - привод переміщення вивантажувача; 31 - ведучі колеса; 32 - гідростанція; 33 - пульт керування

Так як силосно-сінажні бурти мають шаруватість у горизонтальній площині й зчеплення часток у цій площині у 4-6 разів менший, ніж у вертикальній, було запропоновано робочий орган з розділенням відокремлення пласта корму на два процеси – вертикальне відрізання його торця і горизонтальне зчісування відрізаного шару.

Для цього було використано пило-гвинтовий робочий орган, який поєднує в собі відрізання шару корму і згрібання його з горизонтальної площини. Він складається із двох горизонтально встановлених ріжучих консольних відокремлювально-згрібальних гвинтів 1 довжиною 750 і діаметром 400 мм правої й лівої навівок, які обертаються назустріч один одному з частотою 400 хв.<sup>-1</sup>. Гвинти можуть бути гладкі і ріжучі (з розташуванням до 20 ножів на кроці гвинта) з кутом загострення 15°.

Усередині порожніх валів гвинтів проходять вали, на кінцях яких встановлені дискові відрізни пили діаметром 450 мм, які також зустрічно



обертаються з частотою  $1300 \text{ хв.}^{-1}$ . Гвинти робочого органу виконані змінними – гладкими й ріжучими з різною кількістю ножів на кроці гвинта.

Вивантаження виконується при зустрічних обертаннях пили й гвинта, горизонтальному човниковому переміщенні робочого органу із заглибленням наприкінці проходу. При цьому пила безупинно відрізає вертикальний торець відокремлюваного шару, а гвинт розшаровує, згрібає його із горизонтальної площини і подає у приймальний пристрій вивантажувача [3].

Конструкція робочого органу з різношвидкісним обертанням пили й відокремлювально-згрібального гвинта дозволяє вибрати оптимальні параметри й режими роботи пили і гвинта. Причому, якщо для пил це прорізування вертикальної щілини в бурті корму, то для гвинтів – відокремлення шару корму (з додатковим подрібненням у разі встановлення ріжучих гвинтів), транспортування за допомогою витка гвинта і подача до приймального пристрою машини.

Вивантаження відбувається при човниковому горизонтальному переміщенні робочого органу. Відрізаний пилою корм згрібається гвинтом і подається в приймальний пристрій.

Подальшим розвитком вивантажувачів такого типу став електрифікований позиційний вивантажувач-подрібнювач ВИС-Ф-30 «Фрезер» зі спареним пило-гвинтовим робочим органом, призначений для вивантаження консервованих кормів з траншейних сховищ як з додатковим подрібненням вивантажувальної маси, так і без нього [4,5].

Він представляє собою самохідну електрифіковану машину з кабельним живленням. Для переміщення в траншеї використовується електропривод ходових коліс, а внутрішньофермські та внутрішньогосподарські переїзди виконуються за допомогою трактора. Вивантажувач обслуговується оператором і працює у напівавтоматичному режимі і забезпечує вивантаження стовпа корму з розмірами у плані  $0,6 \times 2,6 \text{ м}$ , товщині шару корму при вивантаженні до  $0,3 \text{ м}$  і швидкості подачі робочого ходу до  $0,4 \text{ м/с}$  з продуктивністю до  $62,6 \text{ т/год}$ . Його загальна маса становить  $2700 \text{ кг}$ , довжина  $6000$ , ширина  $2500$  і висота  $3800 \text{ мм}$ .

Робочий орган, приєднаний до каретки, конструктивно аналогічний, має такі ж параметри як пило-гвинтовий робочий орган позиційного вивантажувача (рис. 1) і відрізняється тим, що його привод виконано електродвигуном, розміщеним на його корпусі. Корпус має верхній і нижній

упори, які по чергово взаємодіють з зацепом ланцюгового контуру (у залежності від напрямку руху).

Подальшою модернізацією вивантажувача-подрібнювача консервованих кормів було застосування пило-гвинтового робочого органу з розвинутими кидальними властивостями, яка була виконана в ННЦ «ІМЕСГ» НААН України у співпраці з Таврійським державним агротехнологічним університетом імені Дмитра Моторного [1,2,4].

При цьому витки гвинтів робочого органу були продовжені у вигляді кидальних лопатей, які охоплювали виступаючі циліндричні частини корпусу (рис. 2). Це дає змогу легко надавати їм потрібної форми, що забезпечує параметри, необхідні для подавання відокремленої маси будь-якого фракційного складу у приймальній пристрій вивантажувача при різній глибині врізання з будь-якого положення робочого органу по висоті бурта, як при горизонтальному робочому ході, так і при вертикальному врізанні в бурт.

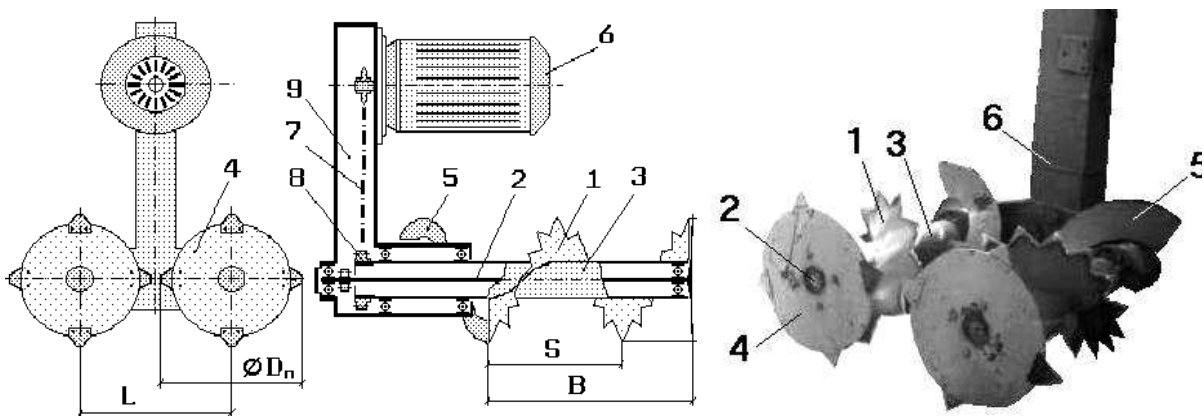


Рисунок 2 – Пило-гвинтовий робочий орган з розвиненими кидальними властивостями: 1 - гвинт, 2 - вал відрізної пили; 3 - вал гвинта; 4 - відрізна пила; 5 - кидальна лопать гвинта; 6 - корпус

Крім того особливістю даного вивантажувача кормів є горизонтальний поворот робочого органу відносно каретки, яка виконує зворотно-поступальний рух вздовж горизонтальної траверси.

Аналіз проведених досліджень доводить, що зміна продуктивності навантаження консервованих кормів у бік підвищення позитивно відображається на затратах. Питомі затрати процесу навантаження силосу різко знижуються при збільшенні продуктивності навантаження з 28,1 до 22,35 грн./т при збільшенні продуктивності з 16 до 120 т/год. [6,7].

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Болтянський Б.В. Підвищення ефективності технологічного процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби. *Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф.* Київ. Ніжин, 2021. С. 72-75.
2. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
3. Навантажувач кормів: пат. на корисну модель 30449 А / Кисельов О.В, Болтянський Б.В. // 2000 р.
4. Вивантажувач кормів з вертикальною зміною точки обертання стріли: пат. на корисну модель 47804 / Болтянський Б.В., Мілько Д.О., Бакарджиєв Р.О. // 25.02.2010 р.
5. Самозавантажувальний кормороздавач: пат. на винахід 90743 / Болтянський Б.В., Мілько Д.О. // 25.05.2010 р.
6. Болтянський Б.В. Прогресивні технології як основа мінімізації сукупних витрат енергії в тваринництві. *Матеріали IV-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві».* Глеваха, 2016. С.16-18.
7. Болтянський Б.В., Дереза О.О., Дереза С.В. Аналіз доцільності використання позиційних вивантажувачів консервованих кормів з траншейних сховищ. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* Вип. 19, т. 4. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 233-244.



УДК 66.047

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА КАМЕРА ДИНАМІЧНОГО ІНФРАЧЕРВОНОГО СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

**Дерев'янюк Д.А.** д.т.н., професор, [dalina0113@gmail.com](mailto:dalina0113@gmail.com)

**Герасимчук А.А.** здобувач освіти

**Романюк В.А.** здобувач освіти

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Схему експериментальної камери динамічного інфрачервоного сушіння представлено на рис. 1.

На колісній основі 1 встановлено каркас 2 для розміщення лотків 3 із сировиною. На основі 1 встановлено напрямні 4 для переміщення каретки 5. На візку 5 закріплена рама 6 зі встановленими на ній інфрачервоними лінійними випромінювачами 7, розміщеними між ярусами з лотками 3. У донній частині камери на основі 1 встановлено розподілений конвективний нагрівач 8, у даху камери встановлено витяжні вентилятори 9. Рух каретки 5 здійснюється мотор-редуктором 10, що передає крутний момент на кругову ланцюгову передачу 11. Каретка 5 і ланцюг ланцюгової передачі 11 з'єднані повзунком, що забезпечує рух каретки разом із ланцюгом.

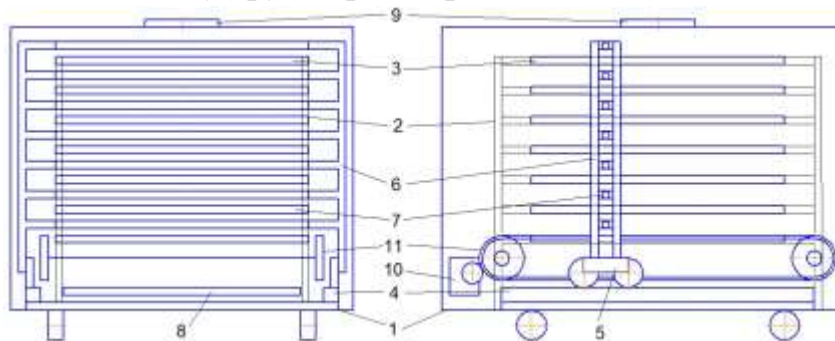
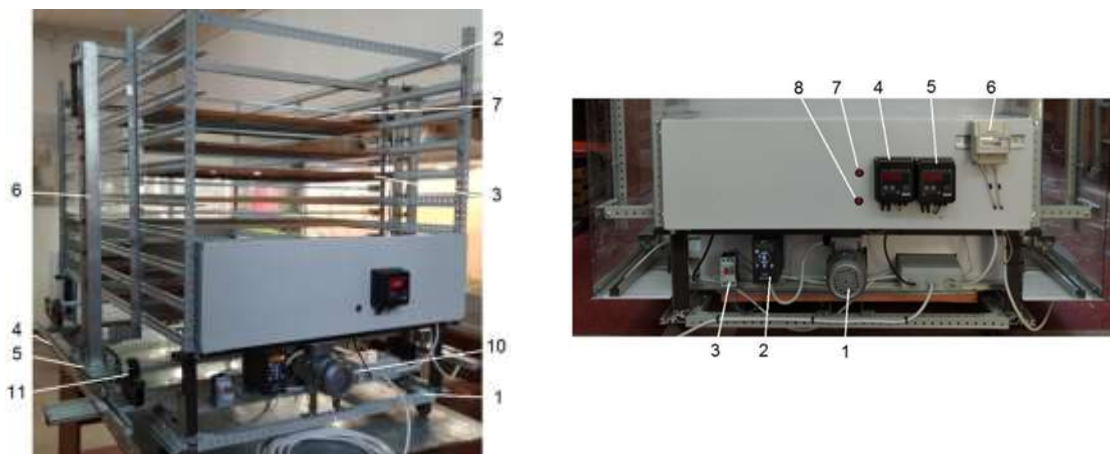


Рис. 1. Схема експериментальної камери динамічного інфрачервоного сушіння: 1 – основа; 2 – каркас для розміщення лотків; 3 – лотки із сировиною; 4 – напрямні; 5 – каретка; 6 – рама; 7 – інфрачервоні лінійні випромінювачі; 8 – конвективний нагрівач; 9 – витяжні вентилятори; 10 – мотор-редуктор; 11 – ланцюгова передача.

Відповідно до схеми розроблено конструкцію та виготовлено експериментальну камеру динамічного інфрачервоного сушіння рослинної сировини. На рис. 2 а представлено зображення каркаса камери, встановленого на колісній основі, і пристрою переміщення каретки з інфрачервоними випромінювачами.

На рис. 2 б представлено зображення органів живлення та керування роботою експериментальної камери динамічного інфрачервоного сушіння. Мотор-редуктор 1 живиться електроенергією через частотний регулятор 2 і пристрій 3 захисту від перекосу фаз електричного живлення. Електричне живлення інфрачервоних випромінювачів керується контролером температури 4, про ввімкнене живлення випромінювачів сигналізує лампа 7.



а) каркас камери та пристрій переміщення інфрачервоних випромінювачів: 1 – основа; 2 – каркас для розміщення лотків; 3 – лотки із сировиною; 4 – напрямні; 5 – каретка; 6 – рама; 7 – інфрачервоні лінійні випромінювачі; 8 – конвективний нагрівач; 9 – витяжні вентилятори; 10 – мотор-редуктор; 11 – ланцюгова передача.

б) органи живлення та керування роботою експериментальної камери динамічного інфрачервоного сушіння: 1 – мотор-редуктор; 2 – частотний регулятор; 3 – пристрій захисту від перекосу фаз електричного живлення; 4 – контролер температури; 5 – контролер температури; 6 – однофазний лічильник електроенергії; 7, 8 – лампа.

Рис. 2. Експериментальна установка.

Вимірювальний сигнал температури на контролер подає термопара типу К (хромель-алюмель) з відкритим робочим спаєм діаметром 0,3 – 0,35 мм, який розміщують у сировині на глибині 3 – 5 мм.

Електричне живлення конвективного нагрівача керується контролером температури 5, про ввімкнене живлення нагрівача сигналізує лампа 8. Вимірювальний сигнал температури на контролер подає термопара типу К (хромель-алюмель) з відкритим робочим спаєм діаметром 0,3 – 0,35 мм, що встановлений у серединній частині нагрівача на висоті 50 мм від площини розміщення спірального нагрівального елемента. Витрата електроенергії на живлення конвективного нагрівача враховується однофазним лічильником електроенергії 6.

На рис. 3 представлено загальний вигляд експериментальної камери динамічного інфрачервоного сушіння. Камера містить 8 ярусів, відстань між якими становить 65 мм. На кожному ярусі розміщуються два сітчасті лотки

розмірами 1000×650 мм, тобто площа розміщення сировини на кожному ярусі становить 1,3 м<sup>2</sup>. Між ярусами встановлено ІЧ випромінювачі, виконані з фехралевого спірального дроту, поміщеного в трубку кварцового скла діаметром 10 мм. Електрична потужність ІЧ випромінювача – 1000 Вт. Довжина ІЧ випромінювача становить 1000 мм.

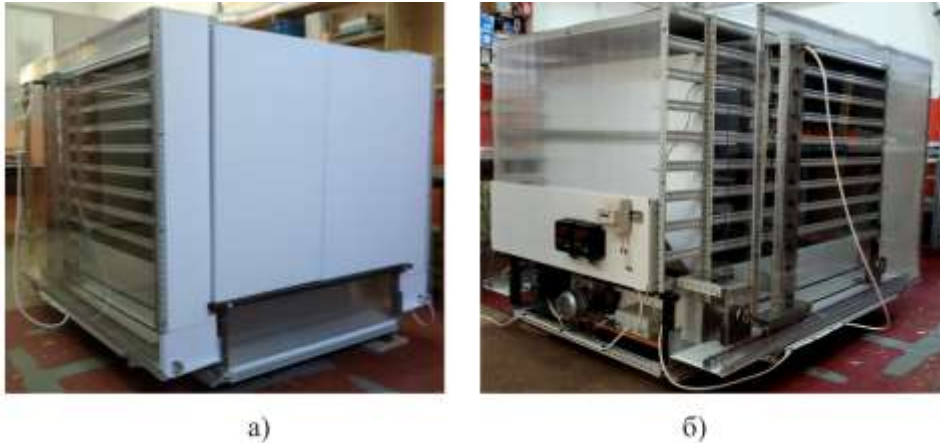


Рис. 3. Загальний вигляд компактного шафового пристрою динамічного інфрачервоного сушіння спереду зліва (а) і ззаду праворуч (б).

Для зниження потоку теплового випромінювання від ІЧ випромінювача за межі лотків із сировиною на випромінювачах встановлено плоскі дзеркально відбивні екрани так, що відбите випромінювання потрапляє на поверхню лотків із сировиною. Екрани виконані з листового аланоду (дзеркально полірованого анодованого листового алюмінію) товщиною 0,4 мм. Довжина екрана становить 1000 мм, висота – 40 мм. Підключення кожного ІЧ випромінювача до мережі електричного живлення автономне, що дає змогу використовувати тільки необхідну для виконуваного процесу сушіння кількість випромінювачів у разі неповного завантаження пристрою сировиною.



УДК 662.636/8-047.37

## НАПРЯМКИ ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНІЙ ГРАНУЛЮВАННЯ ВТОРИННОЇ БІОМАСИ У ГОСПОДАРСТВАХ

**Єременко О.І., Войналович О. В.,** к.т.н., доценти, **Фомін С.І.,** студент  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Актуальність.** Гранулювання та брикетування біомаси дозволяє суттєво збільшити насипну щільність та питому енергомідкість біопалива, що спрощує логістику та зменшує подальші витрати. Разом з цим, пресування біомаси - це трудомісткий та енергозатратний процес. Основною сировиною для виробництва твердих видів біопалива в умовах агропромислового виробництва є вторинна біомаса, в першу чергу, пожнивні рештки: солома, стебла, листя кукурудзи і соняшнику тощо.

Спалювання біопаливних гранул дозволяє автоматизувати процес подачі і горіння. Але навіть при використанні в умовах агропромислового виробництва необхідно забезпечити належну якість твердих видів біопалива [1].

Таким чином, проектування технологічних ліній гранулювання вторинної біомаси у господарствах є регламентованим і відповідальним напрямком розвитку сучасної біоенергетики.

**Мета досліджень.** Підвищення ефективності технологічних ліній гранулювання вторинної біомаси у паливо в умовах аграрних підприємств.

**Основний матеріал.** Для визначення якості проби біомаси необхідно використовувати європейські стандарти CEN/TS 14779 «Solid biofuels. Sampling. General requirements», CEN/TS 14778-1 «Solid biofuels. Sampling. Part 1. Methods for sampling» і CEN/TS 14778-2 «Solid biofuels – Sampling – Part 2: Methods for sampling particulate material transported in lorries», а також стандарт України [2].

Для виробництва твердого біопалива потенціал біосировини доцільно визначати за формулою:

$$CE = \sum_{i=1}^n s_i u_i \left( k_{mm}^i - (k_{mm}^{ie} + k_{\kappa}^i) - \sum_{j=1}^m N_j T_j m_n^j \right) \rightarrow \max; \quad (1)$$

де  $CE$  – вихід із сівозміни вторинної біомаси (соломи) придатної для енергетичних потреб, кг;

$k_{mm}^i$  – коефіцієнт виходу побічної продукції  $i$ -ї культури.

Проведено проектування підприємства малої потужності з гранулювання побічної продукції аграрного господарства. Комплект обладнання буде складатися з двох ліній для гранулювання біосировини:

– міні-лінія гранулювання біомаси ЕКО-БІО 100 продуктивністю 100 кг/год, що дозволить крім виробництва біопаливних гранул і комбікормів, гранулювати високоліквідну сільськогосподарську сировину з метою спрощення логістики та продовження терміну зберігання;

– прес-гранулятор біомаси ПГ-200 продуктивністю 200 кг/год, що забезпечує у напіваавтоматичному режимі виробництво гранульованих видів біопалива та комбікормів.

Для виробництва гранул буде застосовуватися сільськогосподарська побічна продукція: солома, сіно, рештки зерноочистки, подрібнені зерноsumіші та інші види вторинної біомаси.

Продуктивність цеху гранулювання сировини становитиме 2 т гранул за добу:

- біопаливні гранули, якість яких відповідає діючим стандартам ЄС EN 14961-2;

- гранульовані комбікорми.

Цех гранулювання буде розміщено в одному приміщенні площею 45 м<sup>2</sup> (рис. 1). Виробниче приміщення повинно відповідати вимогам будівельних норм і правил [3]. Опалювання приміщення буде здійснюватися теплогенератором на біомасі потужністю 50 кВт. Обладнання систем вентиляції та опалення відповідатиме вимогам чинних стандартів України. У виробничих приміщеннях необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки та обладнати первинними засобами пожежогасіння згідно з НПАПБ А.01.001. Мікроклімат у цеху повинен відповідати санітарним нормам згідно з ДСН 3.3.6.042. Освітленість робочих місць має відповідати вимогам ДБН В.2.5-28.



УДК 631.365/662.8.057

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СЕКЦІЙНОЇ СУШАРКИ ЛОПАТЕВОГО ТИПУ**

**Єременко О.І.**, к.т.н., доцент, **Гетьман А.В.**, студентка

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*



**Актуальність.** Для виробництва твердих видів біопалива застосовують, як правило, вторинну біомасу, вологість якої залежно від виду і сезону заготівки коливається в межах 20-45 %. Така сировина непридатна для гранулювання чи брикетування, оскільки волога, що міститься в ній, при гарячому пресуванні інтенсивно випаровується, перешкоджаючи зчепленню (сухій дифузії) окремих частинок біомаси. Технологічно сприятлива вологість сировини при гранулюванні знаходиться в межах 10-14 %. Тому перед гранулюванням та брикетуванням багато видів сировину необхідно сушити [1].

**Мета досліджень.** Визначити за результатами аналізу і порівняльної оцінки доцільність застосування секційної сушарки з лопатевими змішувачами для твердопаливного виробництва в умовах сільськогосподарських підприємств.

**Основний матеріал.** Сушильний комплекс ГТСК ТМ GRANTECH [2] - стаціонарний, безперервної дії, може бути призначений для сушіння побічної продукції виробництв (солома, лушпиння, оболонки тощо), відходів деревообробки (тирса, стружка, щепи тощо). Комплекс в базовій комплектації включає: систему підготовки палива, теплогенератор, камеру змішування, сушильну установку, систему аспірації, димохід.

Секційна конвективна сушильна установка лопатевого типу (рис. 1) є основним вузлом сушильного комплексу, де за рахунок прямого контакту вологого матеріалу з гарячим теплоносієм відбувається процес висушування до заданих параметрів. Сушарка має розбірну конструкцію, що складається з рами, валів і малогабаритних панелей, які сполучені між собою.

Сушарка працює у такий спосіб. Волога біомаса через завантажувальне вікно (1) подається дозатором у сушильну камеру, усередині якої частинки біомаси знаходяться в зваженому стані, завдяки зустрічним потокам, які утворюють лопатеві вали (2).

Усередині сушильна камера розділена на секції заслінками (3) і перегородками (4), що створюють направляючі канали, по яких біомаса потоком теплоносія піднімається вгору і транспортується у наступну секцію.

Сухіша біомаса піднімається по каналу вгору і переміщується у наступну секцію, тоді як вологіша біомаса, затримується у попередній.

Втративши частину вологи, біомаса потоком повітря піднімається і перевантажується у наступну секцію, поступово переміщуючись до вивантажувального вікна (5).

Сушарка розроблена у вибухозахищеного виконання, що підвищує ступінь безпеки її експлуатації.

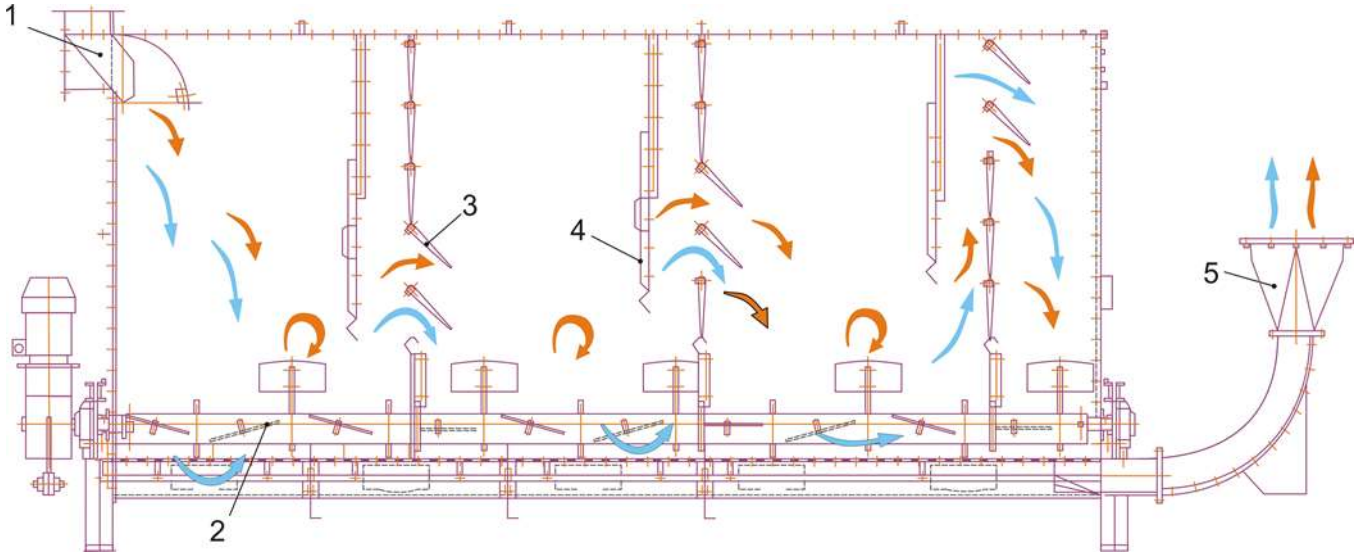


Рис. 1. Конструкційно-технологічна схема секційної конвективної сушарки з лопатевими змішувачами

Технологічний процес секційної сушарки виконується наступним чином. Волога біомаса через шлюзовий затвор подається у сушарку. У середині сушарки, завдяки лопатевим валам, що обертаються назустріч, частинки матеріалу практично весь час, знаходяться в зваженому стані. Це пов'язано з більшою кутовою швидкістю лопатевих роторів 60-75 об/хв., проти 5-6 об/хв. - для барабанних сушарок. Біомаса, втрачаючи свою початкову вологість, завдяки потоку гарячого повітря і лопатевим валам, що обертаються, переміщається до місця вивантаження і потім транспортується пневмотранспортом до циклону-розвантажувача. Після циклону висушена біомаса подається в бункер.

Секційна конвективна сушарка має просту і повністю розбірну конструкцію, яка складається з малогабаритних сталевих панелей, які сполучені між собою. Таке конструкторське рішення сприяє простоті транспортування, оскільки, сушарку можна транспортувати в розібраному вигляді. Як наслідок, розбірна конструкція дає можливість проводити монтаж сушарки без підготовки спеціальних отворів у будівлі. Сушарка покрита теплоізоляційними фольговими матами з базальтового волокна, які

ефективно монтуються і демонтуються. Використання фольгових матів дає можливість зменшити металоємність конструкції, оскільки не потрібно додатково обшивати металом теплоізоляцію.

Частина біомаси відбирається на паливо для теплогенератора. Для збільшення ефективності процесу горіння суха біомаса подрібнюється на пневматичній дробарці до пилоподібного стану і транспортується до циклону віддільника з блоком фільтрів, де вивантажується в бункер палива.

Теплогенератор має зварну циліндричну конструкцію з двох обичайок різних діаметрів для підсосу холодного повітря в камеру змішування і охолодження корпусу теплогенератора. Усередині теплогенератор поділений на три камери: горіння, допалювання, попереднього змішування.

Подача сировини в камеру горіння під тиском створює оптимальний процес згорання біомаси. Температура в камері горіння досягає 1000°C. Після камери допалювання встановлений ґратчастий іскрогасник виготовлений з жароміцної сталі. В камері попереднього змішування гарячі газу змішуються з холодним повітрям і заздалегідь охолоджуються.

Розрідження у теплогенераторі контролюється датчиком тиску. У теплогенераторі передбачені патрубки підведення повітря для регулювання процесу горіння біомаси. Для запуску теплогенератора призначений дизельний пальник, за допомогою якого здійснюється попереднє розігрівання топкі і запалення біомаси.

Камера змішування призначена для чіткого контролю і регулювання температури гарячого повітря, що йде у сушарку в діапазоні від 250°C до 300°C, а також уловлювання іскри у разі проходження маси через іскрогасник. Кількість холодного зовнішнього повітря регулюється за допомогою заслінки.

**Висновок.** Проведений техніко-технологічний аналіз секційної конвективної сушарки з лопатевими змішувачами свідчить про доцільність застосування таких установок в лініях виробництва твердих видів палива з вторинної біомаси в умовах сільськогосподарських підприємств.

Це підтверджується такими суттєвими перевагами порівняно з іншими типами сушарок:

- інтенсивний теплообмін у сушильній камері обумовлений раціональним аеродинамічним процесом, при якому біомаса знаходиться у підвішеному стані;

- відсутні обмежувальні вимоги щодо однорідності біомаси, фракційного складу і початкової її вологи;

- повноцінна розбірна конструкція секційної сушарки забезпечує монтаж у виробничих будівлях з малими затратами, а також значно спрощує транспортування обладнання до місця монтажу;
- застосована схема подачі палива, що полягає у поверненні 15-20 % висушеного матеріалу для спалювання у топці теплогенератора;
- теплогенератор і змішувальна камера можуть використовуватися з іншими типами сушильних камер, зокрема з барабанними сушарками;
- сушарка оснащена необхідними датчиками для забезпечення безпечної та безперервної роботи, а також передбачена система пожежогасіння безпосередньо у сушарці;
- сушильні комплекси ГТСК мають локальну систему управління, що дозволяє працювати в автоматичному режимі.

### Список використаних джерел

1. Єременко О.І., Поліщук В.М., Шворов С.А., Скібчик В.І. Розрахунок обладнання для отримання біопаливних гранул і брикетів: монографія. К.: НУБіП України, 2021. 244 с.
2. Сушильні комплекси на ділянці підготовки сировини. <https://ick.ua/ru/equipments/sushilnye-kompleksy-gtsk/>



УДК 621.3:636

## СУЧАСНІ РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОЇННЯ КОРІВ

**Кернасюк Ю. В.**, канд. екон. наук, **Гайденко О. М.**, к. т. н., с. н. с.,  
*Інститут сільського господарства Степу  
Національної академії аграрних наук України,  
isgs.agroeconomy@gmail.com, gaidenko2014@gmail.com*

*Сучасні перспективи ефективного розвитку аграрного сектору економіки за інноваційними інтегрованими роботизованими системами та цифровими технологіями, які вже декілька десятиліть досить активно використовуються в усьому світі. Зокрема, за експертними оцінками вітчизняні аграрії вже використовують загалом близько 40 роботизованих доїльних систем. Одними із перших їх впровадили ще в 2013 році в ТДВ “Терезино” Білоцерківського району Київської області. В цій статті*

*представлено науковий погляд на ці передові технології та перспективи розвитку галузі молочного скотарства.*

Молочне скотарство є одним із найбільш трудомістких видів діяльності в сільському господарстві. В нинішніх умовах дефіциту робочої сили та зростання вартості праці це призводить до збільшення витрат на виробництво продукції. З іншої сторони існує також проблема низької продуктивності виробництва при застосуванні досить значної частки ручної праці та її складність, напруженість, важкі умови. А це не заохочує працівників до таких трудомістких видів робіт, особливо в молочному скотарстві навіть за умов високого рівня сільського безробіття. В підсумку виникає певне замкнене коло проблем, яке покликано розв'язати інноваційні роботизовані технології.

Передовий міжнародний досвід вирішення цієї проблеми нині зосереджений навколо розвитку гнучких інноваційних технологій, інтелектуальних систем, а також стартапів автоматизації і роботизації в агропромисловому виробництві. Лідерами із їх розробки є США, Японія, Південна Корея, Китай, ЄС. Деякі із цих технологій уже більше як 20 років активно використовуються у сільському господарстві. Зокрема, це стосується сучасних роботизованих систем доїння із їх комплексною інтеграцією в розумне середовище – Smart Farm. Нині концепція Smart Farm розглядається як передова модель ведення сільського господарства на основі досить значної економії праці та виробництва продукції високої якості з використанням цифрових та роботизованих технологій.

На світовому ринку глобальними лідерами із промислового виробництва роботизованих систем в тваринництві нині є такі компанії як DeLaval (Швеція), Lely (Нідерланди), GEA (Німеччина) та ряд інших. Роботизовані системи кожної із цих компаній мають свої унікальні особливості та інноваційні рішення, про які варто більш детально та розгорнуто розповісти.

Насамперед, у 1995 році компанія Lely представила першого доїльного робота, що отримав назву Lely Astronaut. З історії компанії відомо, що до 1997 року було продано близько 100 роботизованих машин для доїння цього типу. В наступні роки обсяги продажів кратно зросли. У 2010 році Lely представила більш інноваційну роботизовану систему Lely Astronaut A4. В її основі покладена революційна концепція iFlow, яка ще на крок покращує процес доїння корів. Тому варто розпочати огляд з Lely Astronaut A4.

Важливою особливістю доїльного робота Lely Astronaut A4 є модульна конструкція: центральний блок містить вакуумну систему та систему очищення максимум для двох доїльних установок. Крім того, є 3D-камера та електронні щітки для очищення. На рисунку 1 можна побачити загальний вигляд цього типу роботизованої системи доїння.



Рисунок 1. Роботизована система для доїння корів Lely Astronaut A4

В подальшому продовженням розвитку даних технологій роботизованого доїння став Astronaut A5, який компанія Lely представила у 2018 році. Це більш технологічно вдосконалений варіант попередньої роботизованої системи доїння Lely Astronaut A4. Серед переваг використання Lely Astronaut A5 слід віднести кращі інженерні технологічні рішення, які втілені в цій моделі. Вони дозволяють забезпечити досягнення оптимальної свободи пересування корів. Завдяки вільному руху корів корови самі вирішують, коли їм їсти, пити, відпочивати чи подоїти. Такі функції, як гібридна рука та концепція I-flow, сприяють природному ритму корів і збільшують потужність доїльного робота. Як результат – здорова корова і без стресу, що є передумовою збільшення продуктивності корів і виробництва молока, яке надходить в резервуар з подальшим його охолодженням.

У цілому інноваційна концепція I-flow, яку пов'язують із роботизованими системами для доїння компанії Lely, передбачає дбайливе ставлення до тварин, що займає важливе місце в усіх продуктах, які компанія Lely розробляє для тваринницьких ферм. Це стосується дизайну і конструкції роботизованого модуля Lely Astronaut. При цьому основний акцент зроблено на забезпеченні вільного руху корів. Це основа будь-якої автоматичної системи доїння та найбільш природний спосіб доїння, який компанія намагається втілити в своїх продуктах.

Подібні системи спрямовані, передусім, на гуманістичне відношення до тварин. Зокрема, технічні і функціональні особливості роботизованого модуля Lely Astronaut враховують природне доїння та вільний рух корів, що забезпечує свободу для корови вибирати, коли їй їсти, пити, відпочивати чи прийти на процес доїння. Це також стосуються самопочуття корови та ступеня комфорту під час доїння. Концепція I-flow сприяє цьому багатьма

різними способами та конструктивними рішеннями.



Рисунок 2. Роботизована система для доїння корів Lely Astronaut A5

Основною перевагою цих технологій є забезпечення вільного доступу для тварин. Адже, як відомо, корови не люблять будь-яких перешкод. Прямий маршрут, конструктивно передбачений в роботизованій технології Astronaut, а також інноваційний підхід на основі застосування концепції I-flow, забезпечує безперешкодний вхід, ведучи корів оптимальним маршрутом безпосередньо до місця доїння. В результаті збільшується як кількість або кратність доїння корови, так і надій молока від кожної корови, а відповідно і його виробництво на фермі, що знижує собівартість продукції та підвищує рівень рентабельності.

Ще один важливий аспект пов'язаний із формуванням контакту з іншими коровами під час доїння. Як відомо, корови – це стадні тварини, що намагаються триматися в групі. Прямий маршрут і відкрита конструкція кабінок для корів гарантують, що корова та група ніколи не випадають з поля зору одна одної. Природна взаємодія запобігає виникненню в корів стресу під час процесу доїння. Тому корова без стресу є більш продуктивною. При цьому корови віддають молоко легше, а сам технологічний процес доїння відбувається безпосередньо швидше, що підвищує рівень їх молочної продуктивності.

Досить передові розробки систем роботизованого доїння корів є в компанії DeLaval. В основі усіх технологічних рішень та інновацій компанії DeLaval, пов'язаних з роботизованим доїнням, знаходиться концепція Voluntary Milking System або Система добровільного доїння. Насамперед,

система добровільного доїння (VMS™) не є суцільною конвеєрною стрічкою, яка приймає корів як виконання певного технологічного процесу. Це є повністю автоматизована система доїння, яка допомагає отримати кращі результати при утриманні корів на добровільній основі з урахуванням стандартів безпеки та збереження їх здоров'я. Крім цього технологічна система VMS™ призначена для створення кращого робочого середовища та способу життя для всіх, хто працює на молочній фермі. В цьому полягає головна особливість роботизованих систем, які розробляються та випускаються компанією DeLaval.

В лінійці обладнання компанії представлені дві найбільш поширені роботизовані системи – DeLaval VMS™ V300 і DeLaval VMS™ V310. На них варто більш детально зупинитися (рисунки 3 – 4).



Рисунок 3. Роботизована система для доїння корів DeLaval VMS™ V300

Інноваційну роботизовану систему доїння VMS™ V300 компанія DeLaval представила ще 26 червня 2018 р. на всіх ключових світових ринках. На той час це була одна із найбільш досконалих систем роботизованого доїння, враховуючи значний досвід компанії, яка займається дослідженнями і розробка сучасних технологій для тваринництва вже більше 100 років. Останніми роками з'явилися нові моделі, які є більш досконалими, енергоефективним та ресурсощадливими.

Відповідно до запропонованої компанією концепції роботизована система доїння корів VMS V300 призначена для фермерів, які працюють на ринках з невизначеністю та нестачею робочої сили, а також із дедалі



суворішими вимогами щодо добробуту тварин і безпеки харчових продуктів. Ця система поставляється з DeLaval InControl™, новим інтерфейсом користувача, який дозволяє отримати доступ до інформації та контролювати систему дистанційно. Крім цього вона також оснащується додатковим технологічними інструментами, які покращують процес доїння – DeLaval PureFlow™ та DeLaval InSight™ та забезпечують високу його продуктивність, дбаючи про здоров'я тварин та безпечність отриманого молока.

Продовженням лінійки систем роботизованого доїння корів є DeLaval VMS™ V310. Використання системи забезпечує переваги, які поширюватимуться на майбутні покоління стада. Зокрема, DeLaval VMS™ V310 оснащена функцією щодо можливості автоматизувати перевірку вагітності, а також збирає іншу важливу інформацію. Ці дані є потужним інструментом для ветеринарного контролю, і під час аналізу графіків прогестерону DeLaval RePro на конкретних коровах забезпечують отримання достовірної інформації в потрібний час. Саме наявність цих можливостей відрізняє роботизовані системи доїння DeLaval від інших.



Рисунок 4. Роботизована система для доїння корів DeLaval VMS™ V310

Завдяки використанню спеціальної опції DeLaval RePro ця система забезпечує найкращий процес доїння та захисту тварин, а також управління відтворенням стада. Оператор цієї системи має досить чітке уявлення про репродуктивний статус кожної тварини, а рівень прогестерону автоматично береться у зразках молока.

Досить цікавою є роботизована система доїння німецької компанії

GEA –DairyRobot R9500 Robotic Milking System. Її відрізняє низький рівень споживання електроенергії та невисокі експлуатаційні витрати, що є запорукою стійкості та економічної вигідності (рисунок 5). Це зовсім інший концептуальний підхід до роботизованих систем доїння, який втілений на основі останніх інновацій та наукових досягнень. В цій системі реалізований гнучкий та адаптивний підхід до процесу доїння, що поєднує високу продуктивність та економічність, характерну загалом для усіх німецьких технологій.

Передусім, GEA DairyRobot R9500 є єдиною автоматичною системою доїння на ринку з вбудованими лічильниками електроенергії та води. Крім цього є функція, яка дозволяє постійно стежити за даними про споживання основних ресурсів. Ефективність їх використання забезпечується завдяки спеціальній конструкції автоматичної доїльної системи (AMS) GEA DairyRobot R9500 як мультибоксової системи. Вперше ця система роботизованого доїння корів з'явилася на ринку в 2021 році. Поєднуючи автоматизацію процесів із цифровізацією, GEA сприяє тому, щоб зробити молочну ферму більш стійкою, гнучкою та легшою в управлінні, одночасно покращуючи добробут тварин.



Рисунок 5. Роботизована система для доїння корів DairyRobot R9500 Robotic Milking System

Таким чином, огляд роботизованих систем в тваринництві показав, що вони спрямовані, передусім, на підвищення продуктивності корів за рахунок використання біологічних особливостей поведінки цих тварин, збереження

їх здоров'я та покращення умов утримання, забезпечення якості молока та економії виробничих ресурсів. Використання роботизованих систем в молочному скотарстві кардинально змінює не лише сам технологічний процес виробництва, але й підходи до управління цим напрямком агробізнесу.

В середньому за даними аналізу ринку вартість подібних роботизованих систем доїння може коливатися від 100000 до 200000 доларів США. При цьому одна роботизована система доїння корів (модуль або платформа) може обслуговувати близько 50 – 70 корів впродовж 24 годин.

У підсумку варто зазначити, що за окремими експертними оцінками і даними моніторингу загалом понад 35000 систем роботизованого доїння (RMS) працюють на молочних фермах по всьому світу. І їх кількість з кожним роком зростає. Для вітчизняного ринку ці роботизовані системи доїння вже не є чимось новим та невідомим. Також на перспективу доцільно спрямувати зусилля на локалізацію їх виробництва, щоб зменшити їх вартість на внутрішньому ринку та забезпечити більше поширення в галузі тваринництва.



УДК 636.03

## МІКРОКЛІМАТ – ЗАПОРУКА ВИСОКИХ НАДОЇВ

**Корж Ю.І.**, студентка, **Хмельовський В. С.**, д.т.н., професор  
*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України*

**Мета роботи** полягає у аналізі причин, що впливають на умови утримання великої рогатої худоби в приміщеннях, а також зміну продуктивності тварин.

**Результати досліджень.** У сучасному світі, скотарство посідає одне з провідних місць, серед інших галузей тваринництва, як в Україні, так і закордоном. Велика рогата худоба, відрізняється, порівняно, довгим періодом життя, тому її можна використовувати значно довше. Рівень продуктивності, великої рогатої худоби, розташований на більш високому рівні, ніж у інших видів сільськогосподарських тварин. Так, наприклад,

кількість середньорічних надоїв молока, у деяких провідних господарств, від однієї корови, коливається у межах 8000-9000 кг молока, а у окремих і вище. Крім того, на одну одиницю корму корови здатні виробляти більше продукції, в порівнянні з іншими тваринами аграрного сектору. А у наслідок специфіки біології, великої рогатої худоби, вона здатна до засвоєння великої кількості поживних речовин, з дешевого рослинного корму, з великим вмістом клітковини. Так, в літньо-пасовищний період, значною мірою, потреби організму в поживних речовинах можна закривати за допомогою зеленого корму, а в зимовий - основа їх раціону це грубі та соковиті корми. Цей тип сільськогосподарських тварин є добре пристосованим до різних кліматичних умов (переносить високу і низьку температуру у невеликих відхиленнях), що робить їх придатними для розведення, практично, на всіх континентах та у всіх країнах світу.

Варто зазначити, що незважаючи на їх загальну можливість легко переносити різні температури та практичну можливість скорочення потреби у приготуванні спеціальних кормових сумішей у літій період року, для них також важливі спеціальні умови утримання, підтримання особливих умов у корівниках, доїльних залах та інших приміщеннях їх перебування. Тому, серед основних напрямів сучасного розвитку технологій та техніки у тваринництві, є захист здоров'я тварин, а також, увага до їх перебування у навколишньому середовищі. Відомо, що мікроклімат в корівниках сильно впливає на самопочуття худоби, а також, якість та кількість отримуваної продукції. Велика рогата худоба, окрім своєї важливості і деякої малої незамінності у тваринництві, має свій вплив на сферу рослинництва.

Варто зазначити, що велика рогата худоба забезпечує рослинництво цінним органічним добривом, після відповідного обробітку гною, яке значною мірою може підвищити родючість ґрунту (від однієї дорослої особини можна отримати до 12 тонн гною на рік). Проте, в гної є речовини, які випаровуються та утворюють гази в приміщенні. Велика рогата худоба, як будь-яка інша біологічна жива істота, має залежність від якості повітря, а саме від концентрації шкідливих газів, мікроорганізмів та загальної його запиленості. Під час утримання великої рогатої худоби, значна увага приділяється забезпеченню мікроклімату у приміщеннях. Мікроклімат, який не відповідає зоотехнічним вимогам в корівниках, значною мірою, впливає на самопочуття великої рогатої худоби і призводить до зниження приросту у молодняку, втрати продуктивності у корів, поширення інфекцій та підвищення захворювань. Вважається, що мікроклімат (і в першу чергу

температура середовища) є, за важливістю, другим після годівлі фактором, від якого залежить життєдіяльність тварин, а отже, і їхня продуктивність. Мікроклімат корівника формується під впливом сукупності хімічних, біологічних і фізичних параметрів. Вплив мікроклімату на організм може бути прямим або непрямим. Велике значення має і сама кліматична зона, в якій розташований тваринницький комплекс. Також, впливають матеріали, використані в будівлі, тип конструкції будівлі і технологія, що застосовується при вирощуванні худоби. Саме значення мікроклімату тваринницьких приміщень, як зокрема і інших приміщень, визначається рядом різних чинників, таких як вологість, атмосферний тиск, освітленість, температура та швидкість переміщення повітря, такі чинники називають фізичними.

Велика рогата худоба, також, може страждати і від стресу та дискомфорту, що особливо гостро постало під час повномасштабного вторгнення. Оптимізувавши та лагодивши мікрокліматичні умови, у приміщеннях утримання тварин, можна знизити відчуття їх стресу та тривоги. Так, через стрес продуктивність тварин може впасти на 20–25%. В економічних розрахунках — це значні втрати для господарства.

Тварини – мовчазні жертви війни.

### **Список використаних джерел**

1. Машина та обладнання для тваринництва. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Хмельовський В.С. – К.: ТОВ «ЦП Компринт», 2018. 567 с.
2. Ревенко І.І., Заболотько О.О., Хмельовський В.С., Машиновикористання у тваринництві. - Ніжин, ПП Лисенко М.М. 2015. 326 с.
3. Мікроклімат у корівниках і телятниках: комплексний підхід. Сій добро, 2018. <https://siydobro.com/systema-mikroklimatu-u-korivnykakh-ta-svynokompleksakh/mikroklimat-u-korivnykakh-i-teliatnykakh-kompleksnyu-pidkhid/> (дата звернення: 26.10.2024)



УДК 631.352

## РОЗМІРНО МАСОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ РОТАЦІЙНИХ КОСАРОК

**Кузьменко В.Ф.<sup>1</sup>** провід. наук. співр., ORCID iD 0000-0002-3474-939X

**Субота С.В.<sup>1</sup>**, науковий співробітник, ORCID iD 0000-0002-

**Пономаренко О.В.<sup>1</sup>**, провідний інженер,

<sup>1</sup>*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН;*

**Холодюк О.В.<sup>2</sup>**, доцент, ORCID iD 0000-0002-4161-6712

<sup>2</sup>*Вінницький національний аграрний університет*

Для ефективного утримання високопродуктивних молочних корів обов'язковим є нормована годівля якісними кормами. В раціоні слід мати сінаж та сіно, які в порівнянні з кукурудзяним силосом мають підвищений вміст білку та мікроелементів [1]. В технологіях заготівлі сіна та сінажу першою операцією є скошування трав. Для цього переважно використовуються ротаційні косарки, які по своїм показникам переважають сегментно-пальцеві по продуктивності та технологічній надійності. По своїм можливостям агрегування з енергозасобами слід виділити правоначіпні косарки, косарки фронтального агрегування, напівпричіпні та комбіновані косарки. Комбінування косарок передбачає обов'язкове використання фронтальної косарки, тобто умовою комбінування є використання тракторів з передньою навіскою чи з реверсивною коробкою передач. В комбінованих косарках на механізмові навішування на енергозасіб передбачена не лише правостороння, а і лівостороння начіпна косарка. Комбінований агрегат за використання енергозасобу з реверсивною коробкою передач повинен мати на засобові навішування начіпних косарок пристрій для навішування фронтальної косарки. Комбінації косарок навішуються не лише на реверсивні трактори, а і на самохідні кормозбиральні комбайни.

Косарки випускаються практично у всіх промислово розвинутих країнах: Німеччина (Клаас, Кроне, Фенд), Франція (Кюн), Великобританія (МакХалл), Данія (Квернеланд), Польща (Самаш, Алка, Lisicki), Італія (GOLDONI), Чехія (Agrostroj Pelhrimov), Словенія (SIP), тощо. Переважно використовуються косарки з нижнім приводом роторів, однак в малих господарствах використовуються верхньоприводні барабанні косарки. Основою нижньоприводних косарок є різальний брус, який являє собою

редуктор з розташуванням круглих шестерен в герметичному корпусі, з виходами валів на одну із сторін. На цих валах встановлюються еліптичні диски зі ступицею по центру з підвішеними на віддалених точках еліпса переважно плоскими ножами. Довжина редуктора привода роторів визначає кількість встановлених роторів, а відповідно і ширину захвату косарки.

Проаналізуємо розмірно – масові характеристики косарок на прикладі фірми «Клаас» [2], яка випускає практично всі існуючі типи косарок (рис.1).

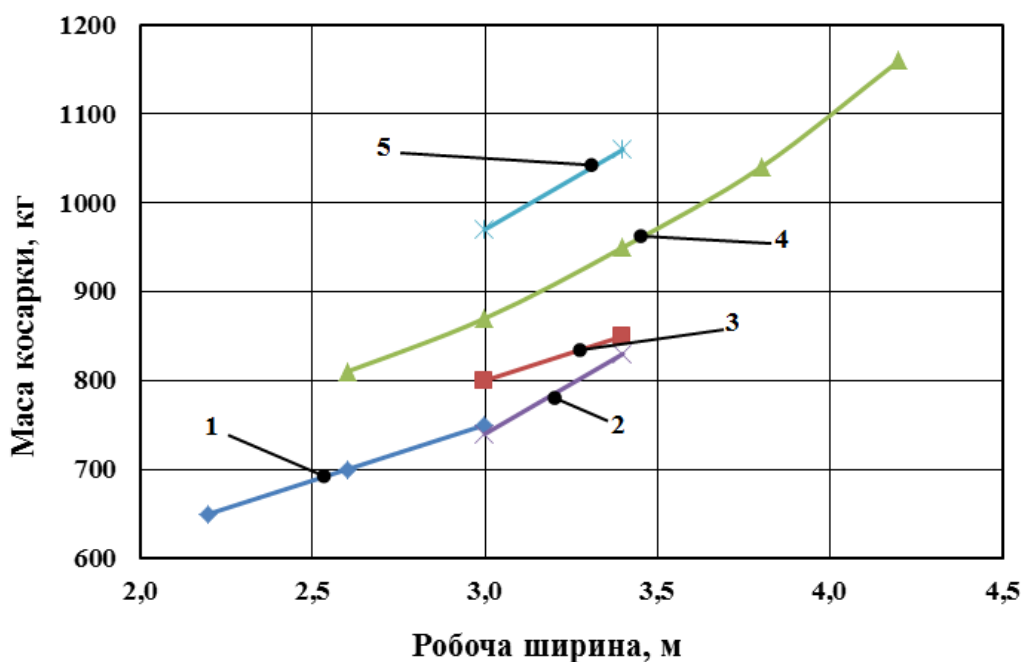


Рисунок 1 – Розмірно-масові характеристики ротаційних косарок фірми «КЛААС»

1 – правонавісні косарки традиційного навішування 10 серії, 2 – косарки фронтального агрегування, 3 - правонавісні косарки 100 серії, 4 – правонавісні косарки з центральною навіскою, 5 - косарки фронтального агрегування серії «MOVE».

Зрозуміло, що збільшення ширини захвату приводить до збільшення маси косарки (залежності 1-5). Вдосконалення конструкції косарок приводить також до збільшення їх маси. Так перехід з косарок 10 серії на косарки 100 серії (залежності 1 та 3) привели до збільшення маси за однакової ширини захвату на 50 кг. Перехід до зразків з центральною навіскою (залежність 4), саме яка забезпечує більш якісне копіювання поверхні поля призвів до збільшення маси на 70 – 140 кг. Потреба в якісному копіюванні поверхні поля для фронтальних косарок призвів до розроблення нової конструкції – серії «MOVE». Конструкція має покращені показники

як поздовжнього так і поперечного копіювання поверхні поля, гідравлічне виважування бруса для скошування, можливість підйому в транспортному положенні на висоту до 1 м. Однак нова конструкція системи навішування призвела до збільшення маси в порівнянні з 10-ю серією на 180 – 200 кг.

Сучасні косарки обладнуються кондиціюючими пристроями, а саме плющилками з гумовими рифленими вальцями, металевими вальцями з планками, бильними пристроями з рифленими деками. Аналізуючи матеріали проспектів легко бачити, що гумові плющильні вальці для косарок різної ширини захвату на 50-360 кг тяжчі за бильні кондиціонери. Використання кондиціюючих пристроїв приводить до збільшення маси на 25-40 кг на метр ширини захвату косарки.

Напівпричіпні косарки на відміну від начіпних не навантажують начіпну систему трактора, тому вони експлуатуються з кондиціюючими пристроями, мають поворотну сницю, що дозволяє їм працювати човниковим способом, використовувати трактор потужність якого розрахована на енергетичні потреби косарки, без врахування забезпечення стійкості агрегату. Ширина захвату таких косарок до 3,0 – 3,8 м.

Максимальну ширину мають комбінації косарок, яка сягає 8,2 – 9, 5 м. Раціональне рознесення маси мають агрегати з розташуванням фронтальної косарки на передній системі навішування, а ліво- та правосторонньої – на задній системі навішування. Більшу ширину захвату мають самохідні косарки в яких число скошувальних блоків сягає 5-ти, а ширина захвату – 15 м.

Таким чином ширина захвату косарок знаходиться в межах 2,2 – 15,0 м, маса збільшується пропорційно ширині захвату і сягає 3450 кг. Використання кондиціюючих пристроїв приводить до збільшення маси косарок на 25 – 40 кг на метр захвату.

### **БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Кулик М.Ф., Бабійчук М.В., Хімич В.В. Раціональне використання зерна в годівлі сільськогосподарських тварин. К.; Урожай, 1988, - 88с.
2. Косарки фірми Клаас. Передньо-, задньо навісні й причепні косарки DISCO. Інтернет ресурс [https://ats.in.ua/storage/tb-products\\_tree.files/2022/09/19/1663570433\\_claas-disco.pdf](https://ats.in.ua/storage/tb-products_tree.files/2022/09/19/1663570433_claas-disco.pdf) Дата посилання 15.10 2024 р





УДК 631.171

## **ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МТА ЗА РАХУНОК ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ**

**Куликівський В.Л.** к.т.н., доцент

**Маринін М.О.** здобувач освіти

Поліський національний університет, м. Житомир

Сільськогосподарські трактори працюють в агрегаті зі знаряддями здебільшого як тягачі та джерела енергії за допомогою вала відбору потужності, у такий спосіб формуючи мобільний енергетичний засіб, що має забезпечувати високу продуктивність та економічність під час виконання всього комплексу сільськогосподарських робіт, з відповідною якістю та у встановлені агротехнічні строки. При цьому на вихідні показники роботи машинно-тракторного агрегату значний вплив мають такі характеристики як: розмір і складність конфігурації ділянки, довжина гону, макро- і мікрорельєф, засміченість камінням, щільність і вологість ґрунту тощо. Трактори, що перебувають в експлуатації, часто мають не ідеальну конфігурацію, а допоміжні та автоматичні функції для комплексної оптимізації тягового режиму не завжди доступні. Через постійно зростаючу потужність двигуна, з одного боку, і законодавчі або ґрунтово-фізичні обмеження за розміром або вагою, з іншого боку, все частіше досягаються межі ефективної тяги. Близько 40 % втрат, що відбуваються між колінчастим валом і робочим знаряддям, зумовлені опором коченню та буксуванням за типової тягової роботи в полі. Сучасні трансмісії перебувають на високому технічному рівні і вносять лише близько чверті від загальних втрат. Допоміжні та обслуговуючі агрегати, залежно від свого призначення, мають подібний порядок величини. Таким чином, лише 20 % енергії, запасеної в дизельному паливі, залишається як тягове зусилля для знарядь. Підвищення середньої тягової ефективності на п'ять відсоткових пунктів (наприклад, з 70 % до 75 %) за типових для трактора потужністю 400 кВт параметрів (1200 робочих годин на рік, з них 60 % тягової роботи за 80 % завантаження двигуна, ціна дизельного пального 52 крон/л, питома витрата 194 г/кВт×год без допоміжного обладнання, необхідна потужність допоміжного обладнання 60 кВт, ККД трансмісії 85 %) означає зниження річних витрат на пальне приблизно на 173000 крон. Економія палива також

призводить до значного скорочення викидів CO<sub>2</sub> – приблизно на 8,7 т на рік. Ці поліпшення також видаються цілком досяжними. Однак нині користувачеві все ще бракує повноти даних про навантаження на колеса та тягове зусилля, а також точних значень буксування, без яких неможливо визначити оптимальний баласт і правильний тиск у шинах. Глибина обробітку також відіграє важливу роль у споживаній потужності. Однак, цей параметр робочого процесу має особливе значення для якості виконання роботи і тому наразі не повинен перебувати в розпорядженні оператора.

Стратегічна відповідальність за виконання робочого завдання залишається за механізатором. Таким чином, визначення мети для підвищення ефективності експлуатації МТА може бути сформульоване таким чином: конфігурація трактора і режиму роботи МТА забезпечує оптимізацію для мінімальної витрати палива або максимальної продуктивності, за заданих агротехнічних вимог до виконуваної операції.

Для машинно-тракторного агрегату фіксованої конфігурації, продуктивність прямо залежить від швидкості руху, яку задає оператор. Основними обмеженнями для підвищення швидкості виступають: - обмеження, що накладаються здатністю зняття забезпечувати якість виконання технологічної операції; - обмеження, що накладаються доступною потужністю двигуна трактора; - обмеження, що накладаються конструкцією шасі та трансмісії трактора; - обмеження, що накладаються керованістю трактора; - обмеження, що накладаються необхідністю забезпечення вимог безпеки та умов роботи оператора. Для регулювання швидкості руху механізатору надається можливість зміни передавального відношення трансмісії та зміна швидкості обертання приводного вала трансмісії (колінчастого вала двигуна).

Забезпечення мінімальної витрати палива під час виконання сільськогосподарської операції на заданому режимі, для оператора пов'язане з необхідністю забезпечення максимального тягового ККД і забезпечення найбільш економічного режиму роботи двигуна. Особливістю дизельних двигунів є неоднорідність паливної ефективності на різних навантажувальних і швидкісних режимах.

Найкращим шляхом розв'язання проблеми раціонального використання потужності трактора є впровадження надійних і ефективних безступеневих трансмісій, які дають змогу автоматично, без участі оператора, на всіх видах робіт підтримувати найекономічніший режим роботи двигуна. Для тракторів зі ступінчастими трансмісіями

рекомендується застосовувати технологію SUTB (shifted-up and throttled-back), що дає змогу підтримувати однакову швидкість руху на різних передачах і має на увазі зниження частоти обертання колінчастого вала під час переходу на вищій щабель трансмісії і навпаки.

Для ефективного використання технології SUTB, оператор повинен самостійно оцінити необхідну для виконання технологічної операції енергетичну потребу і зіставити її з потужностною, паливно-економічною характеристиками двигуна і можливим рядом передавальних відносин трансмісії. Потім, з урахуванням обмежень, що накладаються вимогами до якості виконання сільськогосподарської операції, ухвалити рішення щодо можливості підвищення швидкості руху агрегату, або щодо можливості зниження частоти обертання колінчастого вала та переходу на підвищену сходинку трансмісії для підтримання колишньої швидкості. Як вхідні дані для такого аналізу, оператор може використовувати інформацію, отриману з панелі приладів трактора (частота обертання колінчастого вала двигуна, установча швидкість руху трактора), а також інформацію, отриману органолептичним методом (тональність і характер звуку двигуна, колір і димність відпрацьованих газів, рівномірність руху, зміна вібрацій тощо), при цьому ефективність аналізу і подальшого ухвалення рішень має суб'єктивний характер і більшою мірою залежить від кваліфікації та досвіду оператора.



УДК 636.084.74

## **АНАЛІЗ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ ТВАРИНАМ**

**Куликівський В.Л.**, к.т.н., доц.

*Поліський національний університет, м. Житомир*

*kylikovskiyv@ukr.net*

Постановка питання. Попит на механізовані технології приготування і роздавання кормових сумішей, що не потребують значних витрат (інвестицій) незмінно зростає, особливо під час переведення стада на цілодобове однотипне годування. Одним із напрямків скорочення енергоємності машин і обладнання, задіяних у процесі приготування та роздавання сумішей тваринам є вибір способу згодовування кормів.

Короткий огляд стану досліджень. Серед багатьох чинників повноцінної годівлі тварин процес дозованого роздавання кормів є одним із важливих факторів. При вирішенні завдання щодо підвищення ефективності використання кормів виділено два напрямки у нормованій годівлі тварин: забезпечення індивідуального годування на базі складних автоматизованих систем; годування тварин однієї групи. Автоматизовані системи дозволяють організувати персональне годування і нормування кормів виходячи з продуктивності та фізіологічного стану тварини [1]. Попри переваги, системи нормованого, індивідуального годування тварин дуже складні та мають високу вартість. Найбільш перспективним та практичним є груповий спосіб нормованого годування тварин. В якості головної та необхідної умови за даного способу годівлі є комплектування стада в однорідні групи тварин із подібними потребами у поживних речовинах. Груповий спосіб годування може бути механізований та автоматизований.

Виклад основного матеріалу. За групового способу годування, для зручності нормування та можливості механізації роздавання, грубі корми, силос і сінаж видаються досхочу тваринам усіх груп, а концентрати – залежно від їхньої продуктивності. Аналіз відомих способів згодовування кормів тваринам та пошук технологій, що виключають повторне приготування, дозволили виявити інші, найбільш прийнятні варіанти. На увагу заслуговує спосіб за якого спочатку в годівниці подаються стеблові корми, котрі зверху встеляються шаром багатокомпонентної високоенергетичної добавки. Під час використання даної технології виконуються два дуже важливі заходи щодо зниження енергоємності (металоємності) приготування кормів до згодовування:

1. Повторному подрібненню не піддаються силосовані стеблові корми, що займають у раціоні тварин до 65...70 % від загального обсягу;
2. Забезпечується згодовування дорогих високоенергетичних кормів залежно від продуктивності тварин.

За явних біологічних та енергетичних переваг, технологія роздільного згодовування стеблових кормів та багатокомпонентної високоенергетичної

добавки має суттєві недоліки. Практично не забезпечується згодовування кормів у вигляді суміші, що знижує їхню енергетичну віддачу. Для видачі стеблових кормів та фуражного зерна необхідні два види кормороздавачів (різних марок), що збільшує тривалість годівлі тварин, підвищує витрати, ускладнює організацію обслуговування та ремонту машин.

Для приготування кормової суміші тваринам використовується спосіб, за якого об'ємні корми і багатокомпонентна високоенергетична добавка змішуються шляхом перетину їх потоків у повітрі та при переміщенні вивантажувальним транспортером кормороздавача. Формування кормової суміші здійснюється здебільшого без участі механічних пристроїв. Запропонована технологія дозволяє:

- виключити повторне подрібнення силосованих стеблових кормів;
- забезпечити нормоване згодовування дорогих високоенергетичних сумішей;
- скоротити енергетичні, матеріальні, трудові та фінансові витрати на приготування кормових сумішей;
- підвищити енергетичну віддачу кормів.

Зменшити енерговитрати процесів роздавання та формування кормових сумішей можливо, шляхом поєднання двох технологічних операцій в одній машині. У такому разі мобільний змішувач-роздавач повинен містити два бункери – для об'ємних стеблових кормів та багатокомпонентної високоенергетичної добавки. Роздавання та змішування даних кормів тваринам повинні проводитися одночасно, під час руху кормороздавача вздовж годівниць. У відповідності із ресурсозберігаючою технологією, стаціонарним комплектом машин до згодовування готуються лише коренебульбоплоди та фуражне зерно.

Висновки. На підставі проведеного аналізу зроблено висновок про доцільність застосування високотехнологічних мобільних кормороздавачів, що забезпечують згодовування високоенергетичних кормів залежно від групи та продуктивності тварин. Для цього високоенергетичні корми повинні завантажуватися в окремий, від силосованих стеблових кормів, бункер-дозатор мобільного змішувача-роздавача. Суміш із високоенергетичних та силосованих стеблових кормів доцільно готувати під час дозованої видачі їх тваринам. У цьому випадку корми змішуються в повітрі при перетині кормових потоків без додаткових механізмів. Для створення мобільного роздавача, який забезпечує виконання зазначеної умови, необхідно провести додаткові пошукові та теоретичні дослідження.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Банга В. І. Економічна ефективність роздачі комбікормів автоматизованим індивідуальним роздавачем-дозатором. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2019. № 15. С. 86–95.



УДК 633.348:664.34

## ОГЛЯД ОСНОВНИХ СХЕМ ОТРИМАННЯ ВИСОКОБІЛКОВИХ КОРМІВ ШЛЯХОМ ПЕРЕРОБКИ СОЇ

Купчук І.М.

*Вінницький національний аграрний університет*

**Вступ.** Соя та продукти її переробки широко використовуються у кормовиробництві завдяки своїм високим поживним властивостям, оскільки є цінним джерелом високоякісного білка, незамінних амінокислот, вітамінів та характеризуються високою енергетичною цінністю. Як свідчать численні дослідження, включення сої до раціонів тварин та птиці позитивно впливає на їхній ріст, розвиток та продуктивність [1]. Включення соєвого шроту та інших продуктів переробки сої до раціонів сільськогосподарських тварин дозволяє значно підвищити їхню білкову забезпеченість. Високий вміст незамінних амінокислот, зокрема лізину та метіоніну, робить сою незамінною складовою кормів для молодняку та тварин на інтенсивних технологіях вирощування.

**Метою дослідження** є формування передумов для підвищення ефективності конверсії високобілкових кормів в продукцію тваринництва на основі аналізу сучасних схем отримання високобілкових продуктів переробки сої.

**Результати дослідження.** Повножирне соєве борошно містить близько 41 % білка і отримується шляхом подрібнення декортикованих бобів. Для виробництва знежиреного соєвого борошна (близько 50 % білка) процесу подрібнення передуює етап екстракції олії [2]. Типову технологічну

схему виробництва обох видів борошна наведено на рис. 1. Поживна цінність та функціональність знежиреного соєвого борошна значною мірою залежить від режимів термічної обробки продукту під час десольвентизації на наступних стадіях виробництва.

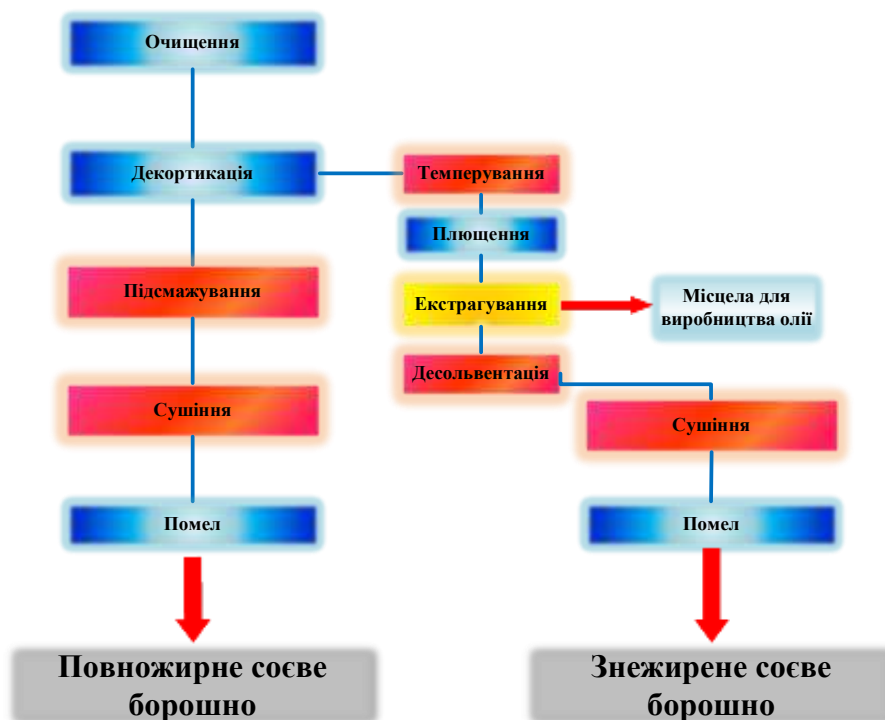


Рис. 1 – Схема процесу виробництва соєвого борошна

Виробництво соєвих концентратів (близько 70% білка) зазвичай здійснюється зі знежиреного соєвого шроту або борошна шляхом видалення олігосахаридів, частини золи та деяких компонентів шляхом процесу осадження одним із способів представлених на рис. 2.

До таких способів відноситься вилуговування водного-спиртовим розчином (60-80%), вилуговування кислотним розчином (рН 4,5) та використання вологого нагрівання (нагрівання матеріалу за допомогою пари або гарячої води) з наступним водним вилуговуванням [2]. При використанні способів осадження спиртовим розчином або водного вилуговування подальше сушіння концентрату здійснюється за рівня рН 7, у випадку кислотного осадження концентрат проходить нейтралізацію перед сушінням.

Виробництво соєвого ізоляту (близько 90% білка) передбачає затосування низки окремих технологічних операцій, мета яких полягає у видаленні нерозчинних у воді полісахаридів, олігосахаридів та інших

низькомолекулярних компонентів. Кінцевим цільовим продуктом отриманим за використання технологічної схеми виробництва соєвого ізоляту є водорозчинний (за використання технологічної операції нейтралізації) та водонерозчинний білковий ізолят.

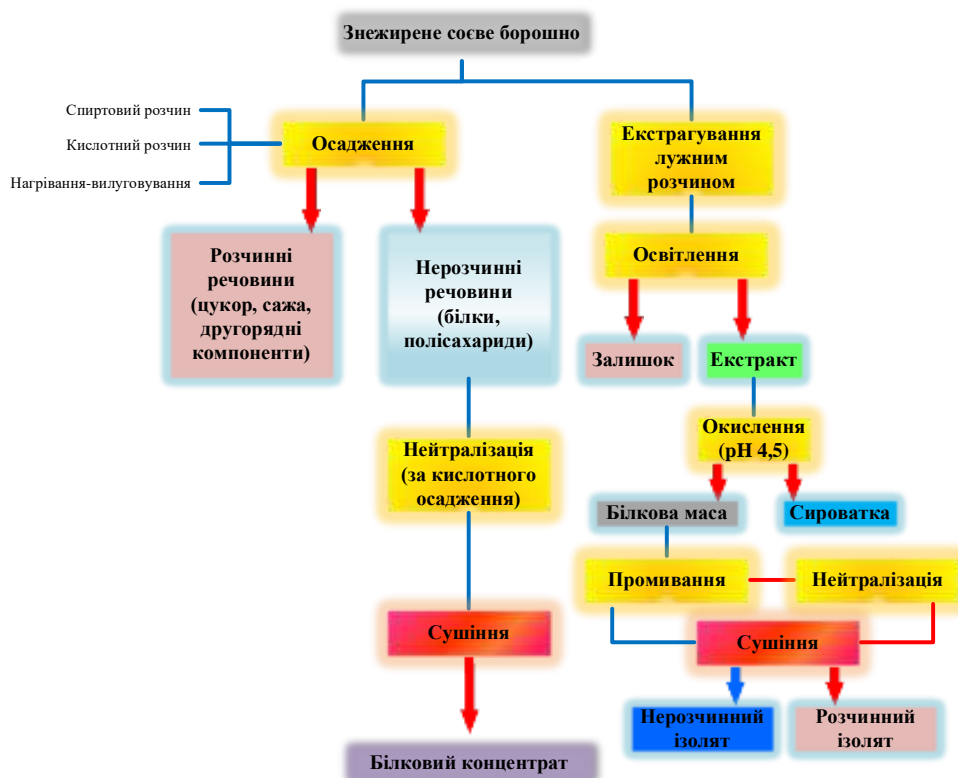


Рис. 2 – Схема процесу виробництва білкового концентрату та ізоляту

**Висновки.** Виробництво кормів на основі продуктів переробки сої відіграє ключову роль у формуванні раціонів для різних видів тварин, від великої рогатої худоби до птиці. Широка номенклатура цих продуктів дозволяє підбирати оптимальні компоненти для кормів з різними функціональними характеристиками. Зокрема, наприклад, соєве борошно містить меншу частку білка порівняно з концентратом та ізолятом, але має більш доступну вартість та сприяє покращенню травлення завдяки вмісту клітковини, тоді як соєвий концентрат характеризується високим вмістом білка та збалансованим амінокислотним складом, що дозволяє широке використання у комбікормах для молодняку та тварин на інтенсивних технологіях вирощування. Соєвий ізолят є найчистішим білковим продуктом, що отримується із бобів сої та використовується у технології виробництва спеціальних кормів для молодняку, спортивних тварин, а також у харчовій промисловості.



### Список використаних джерел

1. Калетнік Г.М., Кулик М.Ф., Глушко Я.Т. Енергоощадні технології кормів – основа конкурентоздатності тваринництва: монографія. Вінниця: Теза, 2006. 340 с.
2. Metussin Pg., Rosidah Dk. Properties of proteins and food products from micronized soybeans. M. Sc Theses, McGill University, 1990.



УДК 631.31

## ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБІТКУ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК НА СХИЛАХ

**Міненко С.В.** к.т.н., доцент dgs-ua1@ukr.net

**Кузьмич В.С.** здобувач освіти

*Поліський національний університет, м. Житомир*

**Герасимчук Д.В.** викладач

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

При обробітці орних земель недостатня увага приділяється агрофонам, що мають нахил, хоча понад 20% орних земель мають схил від 3-5 градусів і вище та зазнають додаткових чинників деградації, таких як: переущільнення, засолення, заболочування, ерозія (рис. 1). Це призводить до втрати потенційно можливої продуктивності оброблюваних земельних ділянок, які знаходяться на схилах.

Поля на схилах мають низку особливостей, таких як експозиція, стійкість і підвищена переущільненість, які необхідно враховувати за їхнього протиерозійного обробітку та вибору культури вирощування. У зв'язку з розвитком сільськогосподарської галузі, зокрема сільгоспмашинобудування, спостерігаються тенденції підвищення потужностей агрегатів, що призводить до відповідного захоплення їх мас. На сьогодні переущільнення, що виникає під час взаємодії рушіїв технологічних машин із ґрунтом, є одним із найважливіших чинників зниження родючості ґрунтів.



Переущільнення



Засолення



Заболочування



Ерозія

Рис. 1.1. Фактори деградації земельних ділянок, які знаходяться на схилах.

У багатьох роботах звертають увагу на пряму залежність між потужністю трактора та його масою. Видно, що за останні 50 років тренд був у збільшенні тягової потужності тракторів, не враховуючи при цьому несприятливі наслідки впливу ваги трактора на ущільнення земель.

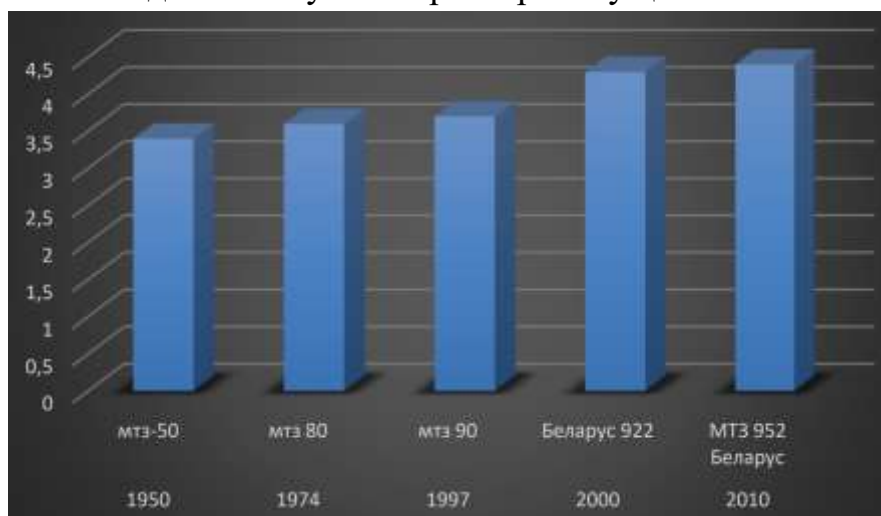


Рис. 2. Динаміка зростання ваги тракторів на прикладі тракторів тягового класу 1,4 МТЗ.

Однак останні 20 років ця тенденція значно змінилася з графіка, наведеного на рис. 2 випливає, що останні розробки спрямовані на підвищення потужності трактора за умови збереження його маси та відповідно тиску на ґрунт. Це дає змогу знизити ущільнення під час обробітку земель енергонасиченими тяговими машинами.



УДК 620.92

## **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕТОНАЦІЇ В ЦИЛІНДРІ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ, ЩО ПРАЦЮЄ НА БІОГАЗОВОМУ ПАЛИВІ**

**Міненко С.В.** к.т.н., доцент, *dgs-ua1@ukr.net*

**Заграбчук І.В.** здобувач освіти

*Поліський національний університет, м. Житомир*

**Герасимчук Д.В.** викладач

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Результати проведених раніше експериментів підтверджують, що для адаптованих на застосування газового палива ДВЗ середнє граничне значення критерію детонації ( $K_{dmax}$ ) становить 1,5. При цьому в науковій літературі не наводяться середні граничні значення зазначеного вище критерію для силової установки, що працює на біогазовому паливі.

Для отримання розрахункових значень середнього граничного критерію детонації для біогазової силової установки був проведений цикл експериментальних робіт на базі стенда силової установки 4ГЧ11/12,5, адаптований під біогазове паливо.

За підсумками описаних вище експериментів було отримано індикаторні діаграми, наведені на рис. 1.

Експерименти проводилися за встановлених параметрів  $M_{emax}$  ( $n=1600xv^{-1}$ ;  $\phi_{op} = 100\%$ ;  $\alpha = 1,0$ ). Ступінь стиснення в силовій установці на момент проведення експерименту дорівнювала  $\varepsilon = 11,8$ . Цикл експериментів

проходив із використанням чотирьох компонентів біогазу:  $r_{CO_2}$ :  $r_{CO_2} = 0$ ;  $r_{CO_2} = 0,1$ ;  $r_{CO_2} = 0,2$ ;  $r_{CO_2} = 0,3$ .

Експерименти показали, що в пропонуваній модернізованій силовій установці значення критерію детонації ( $K_d$ ) збігається з аналогічним значенням у газовій силовій установці і дорівнює 1,5.

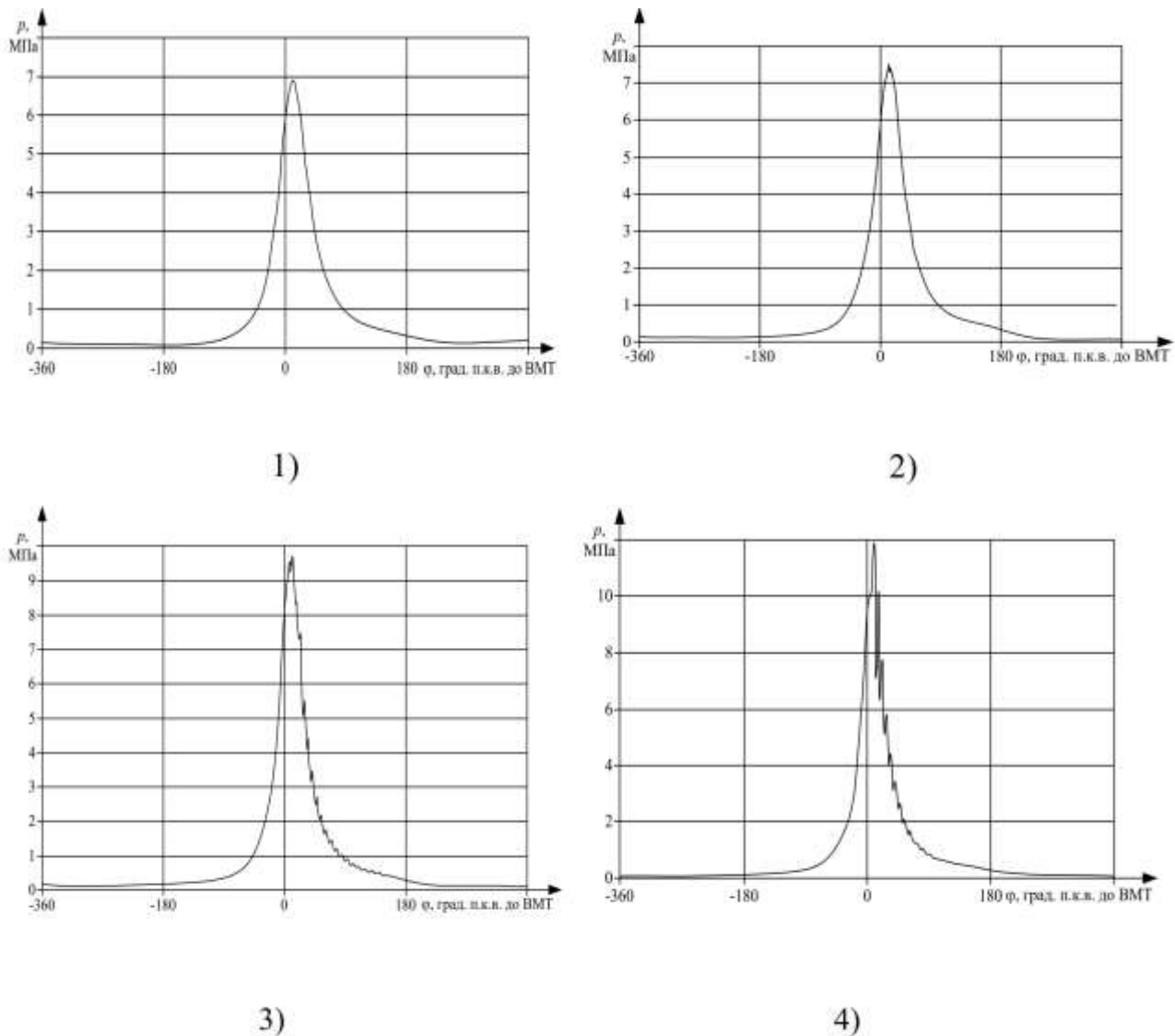


Рис. 1. Індикаторні діаграми, що відповідають різним значенням критерію детонації: 1 – без детонації ( $K_d = 1,0$ ;  $r_{CO_2} = 0,2$ ); 2 – середня гранична детонація ( $K_d = 1,5$ ;  $r_{CO_2} = 0,2$ ); 3 – детонація ( $K_d = 1,8$ ;  $r_{CO_2} = 0,1$ ); 4 – сильна детонація ( $K_d = 2,5$ ;  $r_{CO_2} = 0,1$ ).

Таким чином, вибір ступеня стиснення може здійснюватися розрахунковим шляхом на запропонованому режимі.

Крім того, для режиму  $M_{крmax}$  обираються значення кута випередження запалювання  $\theta_{opt}$ , град. пкв до ВМТ, що забезпечують максимальні значення  $p_i$  за заданої  $\alpha$ .

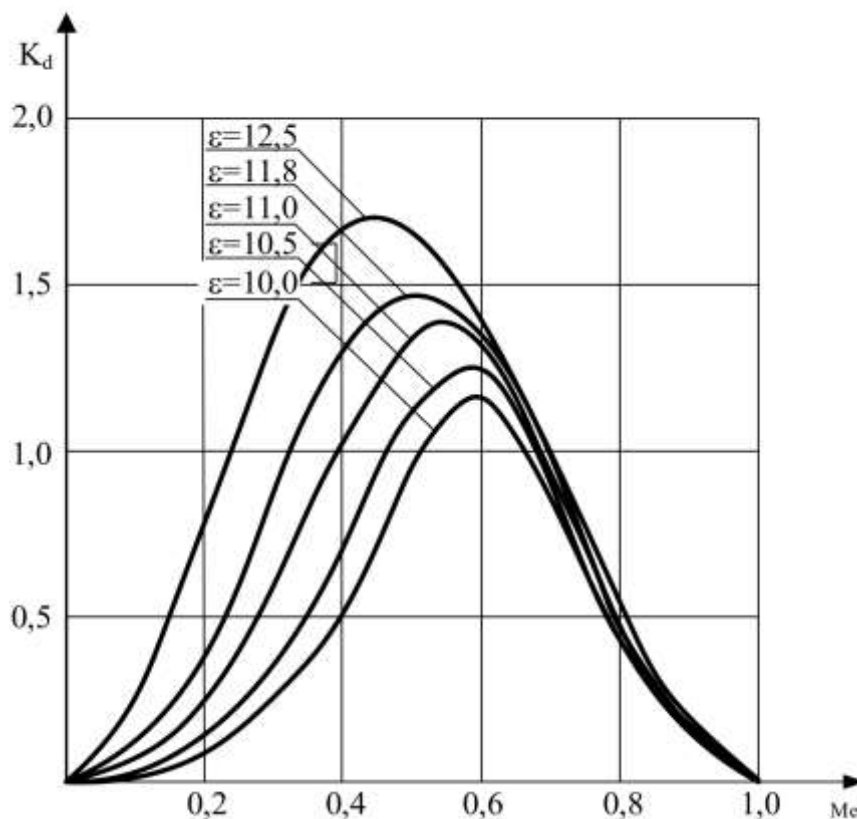


Рис. 4.12. Залежність зміни  $K_d$  від ступеня стиснення для силової установки 4ГЧ11/12,5, що працює на біогазовому паливі, на режимі  $M_{крmax}$  ( $n = 1600 \text{ хв}^{-1}$ ;  $\alpha = 1$ ;  $\theta = \theta_{opt}$ )

Результати розрахункового дослідження  $K_{dmax}$  для режиму  $M_{крmax}$  з  $\alpha = 1$  і  $\theta = \theta_{opt}$  наведено на рис. 2. Виходячи з результатів цього дослідження, для силової установки 4ГЧ11/12,5, що працює на біогазовому паливі, доцільним є ступінь стиснення  $\epsilon = 11,8$ , а для силової установки 4ГЧ9,4/9,55, що працює на біогазовому паливі, є ступінь стиснення  $\epsilon = 12$ .



УДК 636.085

## ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ГРУБИХ КОРМІВ

**Неверов М. В.** студент, *rooieran2005@gmail.com*,  
*Сумський національний аграрний університет*

За останнє десятиліття в Україні відбулося значне скорочення поголів'я великої рогатої худоби, що викликає занепокоєння серед фахівців аграрної галузі. Зокрема, порівняно з 2010 роком, коли кількість великої рогатої худоби досягала 9,5 мільйонів голів, у 2021 році (до початку повномасштабної війни росії проти України) цей показник зменшився майже вдвічі, склавши лише 5,3 мільйони голів. Очевидно, що в подальші роки тенденція була аналогічною. Це явище свідчить про суттєві зміни в сільськогосподарській структурі країни та піднімає важливі питання щодо майбутнього розвитку тваринництва в Україні.

Разом із розвитком тваринництва м'ясного напрямку, не менш важливим є увага до молочного тваринництва, яке відіграє ключову роль у забезпеченні населення якісними молочними продуктами. У найближчі 5–6 років перед Україною стоїть важливе завдання – суттєво збільшити поголів'я молочних корів, додавши як мінімум мільйон голів. Водночас, необхідно підвищити продуктивність існуючого стада, що стане запорукою стабільного розвитку молочної галузі та сприятиме зміцненню аграрної економіки країни. Однак без розвитку кормовиробництва досягти зазначеного рівня виробництва м'ясного і молочного тваринництва практично неможливо.

В системі сівозмін особливе місце займають кормові сівозміни [1], що є одним з джерел корму для великої рогатої худоби. Крім того, значну частку раціону великої рогатої худоби складає корм з природних пасовищ. Так, до 80 % річної потреби в кормі становить зелений корм з пасовищ. При цьому основна частка заготовленого сіна становить сіно з природних пасовищ і лугів.

До розвитку кормовиробництва для великої рогатої худоби слід підходити комплексно: поряд з підбором високопродуктивних тварин, розширенням площ культур, що застосовуються для корму великої рогатої худоби, і збільшенням урожайності цих культур при заготівлі корму слід

застосовувати сучасні технології, реалізацію яких забезпечують високопродуктивні і надійні машини.

Основу раціону великої рогатої худоби становлять комбікорми і силос. Однак для повноцінного функціонування травної системи тварин потрібно в їх раціон вводити грубі корми, до яких належать сіно і солома різних сільськогосподарських культур. У раціон дійної корови в стійловий період повинен включатися грубий корм до 15–20 % від усього раціону.

Крім того, в раціоні великої рогатої худоби молочного напрямку велику частку складають силос і сінаж, які мають підвищену кислотність, що негативно позначається на якості молочної продукції [2]. Тому з метою отримання високоякісної продукції з молока в раціон великої рогатої худоби молочного напрямку вводиться сіно.

Важливим, крім того, є введення сіна в раціон великої рогатої худоби і м'ясного напрямку, оскільки сіно є джерелом каротину, а, отже, і провітаміну А, що є вітаміном росту. Особливо це важливо для тварин при переведенні їх із зимового на літнє годування, оскільки частка клітковини в раціоні знижується.

При виборі технології збирання сіна слід врахувати той факт, що після сушки сіна в природних умовах залишається більше 10 % каротину [2]. Як відомо, велику частку каротину містять листя і суцвіття рослин. Тому при виборі технології заготівлі сіна і машин, які її реалізують, необхідно врахувати вимогу мінімальних втрат листя і суцвіть рослин шляхом осипання.

З грубих кормів основним для великої рогатої худоби є сіно, а побічним – солома. Солома, як правило, застосовується на підстилку тваринам. В якості корму вона використовується рідко, в основному, в посушливі роки в деяких господарствах. Цінним в якості кормової добавки може бути полова.

Однак, ефективна технологія збору полови з половонабивачем зернозбирального комбайна поки не розроблена. Широко застосовується в даний час технологія збирання зернових колосових культур з подрібненням соломи і розкиданням її по полю, що практично позбавляє можливість збору полови.

Тому дослідження технологічних операцій по заготівлі сіна не втрачає своєї актуальності.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. – К.: Аграрна наука, 1996, 571 с.
2. Зінченко О. І. Кормовиробництво: Навчальне видання. – 2-е вид., доп. і перероб. – К.: Вища освіта, 2005, 448 с.



УДК 631.362

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СІНА В РУЛОНАХ

**Неверов М. В.** студент, *rooieran2005@gmail.com*,  
*Сумський національний аграрний університет*

З метою оцінки рівня ефективності використання машин для транспортування сіна (грубого корму) в рулонах спочатку необхідно встановити основний принцип, що визначає загальний підхід: комплексна оцінка рівня ефективності використання машин для транспортування сіна в рулонах повинна ґрунтуватися на результатах оцінки показників.

З огляду на сформульований принцип необхідно:

- вибрати фактори, які впливають на ефективність використання машин для транспортування сіна в рулонах, дати їх аналіз;
- вибрати сукупність показників, що дають можливість виконати диференціальну оцінку ефективності за результатами експериментальних досліджень;
- використовуючи сукупність обраних показників ефективності та можливі форми комплексної оцінки критерію ефективності, вибрати комплексний критерій ефективності використання машин для транспортування сіна і розрахувати його значення;
- дати аналіз ефективності використання машин для транспортування сіна в рулонах, на основі якого запропонувати технічні або (і) технологічні рішення по підвищенню ефективності збирання сіна.



Алгоритм оцінки ефективності використання машин для транспортування сіна в рулонах представлена на схемі (рис. 1).



Рисунок 1. Алгоритм оцінки ефективності використання машин для транспортування грубого корму в рулонах

Перспективою подальшого напрямку досліджень можуть бути теоретичні та експериментальні дослідження, що передбачають виконання всіх представлених на схемі (рис. 1) етапів оцінки ефективності використання машин для транспортування грубого корму в рулонах.



УДК 631.3:636

## РОЗУМНЕ ВИРОБНИЦТВО У СВИНАРСТВІ

**Ребенко В.І.**, к.т.н., доц., rebenko@nubip.edu.ua

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У зв'язку з постійним зростанням обсягів споживання м'яса господарства, що вирощують свиней прагнуть максимізувати продуктивність тварин та збільшити їх кількість. Виходячи з необхідності частіше та детальніше інформувати фермерів про стан здоров'я, добробут та продуктивність свиней і виникло розумне виробництво.

**Розумне виробництво** - це застосування передових технологій у тваринництві для моніторингу, моделювання та управління виробництвом тварин. Його мета - підвищити здатність фермера підтримувати контакт з окремими тваринами в міру активізації виробництва продукції тваринництва. Використовуючи інтелектуальні методи ведення фермерського господарства, фермери можуть краще контролювати потреби окремих тварин і відповідно коригувати їх практику ведення господарства, тим самим запобігаючи проблемам здоров'я, добробуту та господарювання та покращуючи здоров'я стада. Доступний широкий спектр інтелектуальних технологій ведення сільського господарства, які можуть бути використані у свинарській промисловості, зокрема такі технології зондування та моніторингу, як акселерометри, килимки під тиском та силові пластини, мікрофони, камери та радіочастотна ідентифікація (RFID).

**Акселерометри** - це електронні датчики, які дозволяють безперервно реєструвати і характеризувати зміни даних в діяльності шляхом вимірювання параметрів руху. Вони відносно недорогі і можуть бути прикріплені до різних ділянок тіла, таким як ноги, шия і вуха. Можуть виникнути деякі проблеми при утриманні їх на тварині через умови утримання і дослідницької поведінки свиней. Акселерометри можуть вживатися для виявлення ранньої кульгавості шляхом виявлення змін в поставі і ході свиноматок.



Рис.1. Вушні бирки з вбудованими датчиками

Свині допитливі та руйнівні, що, як правило, означає, що все, що штучно прикріплено до їхнього тіла, може бути пошкоджене. Це зробило розробку носимих датчиків для свиней складнішою, ніж для іншої худоби. Останні досягнення в технології дозволили вбудувати акселерометри у вушні бирки, дозволяючи визначати місцезнаходження та пересування. Вушні бирки з вбудованими датчиками підходять для свиноматок, але досить великі для молодих свиней. У міру того, як датчики стають все компактнішими та доступнішими, стає все більш реалістичним те, що всі види тварин можуть бути оснащені такою технологією.

*Килимки, що працюють під тиском*, аналізують характер ходи свиноматки, щоб забезпечити надійні індикатори кульгавості, такі як більш низька швидкість ходьби, коротша довжина кроку і більш тривалий час перебування в стійці.

Силові пластини вимірюють розподіл ваги ніг і можуть вживатися для оцінки кульгавості шляхом виявлення відмінностей в навантаженні між

ногами, оскільки кульгаві тварини неохоче переносять навантаження на уражені кінцівки. Такі заходи є об'єктивними і легко відтвореними.

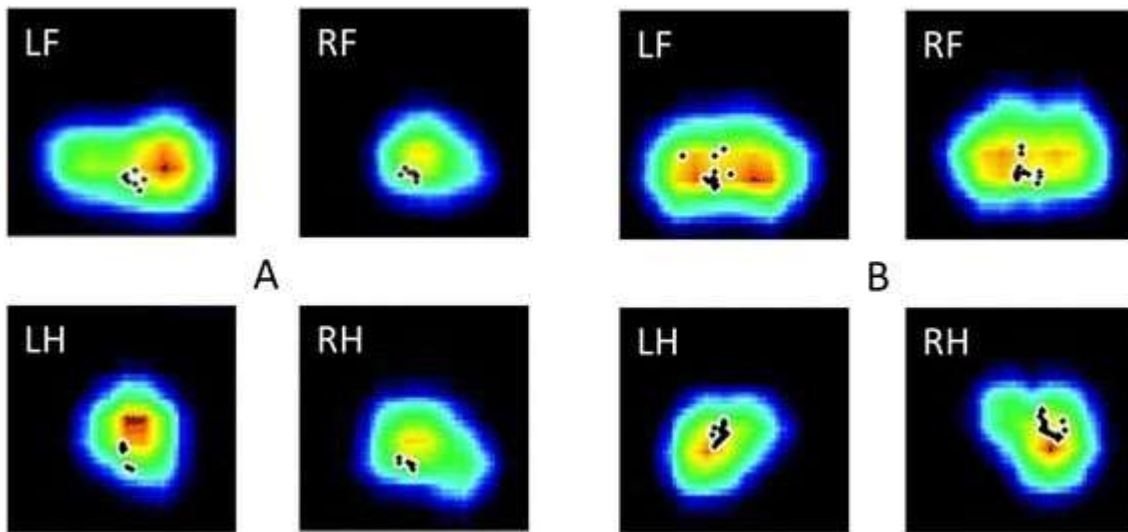


Рис.2. Типові записи ковзання тиску від свині з кульгавістю на праву передню кінцівку (А) та здорової свині (В).

*LF = ліва спереду, RF = права спереду, LH = ліва задня, RH = права задня.*

*Свиня А мала оцінку візуальної кульгавості 2/5. Записаний тиск позначається кольором: червоний – найвищий тиск, синій – найнижчий.*

*Чорні точки представляють центр тиску протягом усієї фази стійки.*

*Свиня А демонструє чітку різницю в величині тиску, що застосовується між кульгавою стопою (RF) і контралатеральною стопою (LF), а також демонструє перерозподіл тиску в бік лівої задньої кінцівки*

**Мікрофони** можна використовувати для об'єктивних неінвазивних вимірювань для розпізнавання стресу і спостереження за захворюваннями в різних сільськогосподарських умовах. Мікрофони використовувалися для виявлення стресових вокалізацій (наприклад, криків) і для виявлення хвороб, що викликають виснаження свиней, з використанням звукових даних в системах аудіоспостереження. Вони також використовувалися для опису акустичних характеристик звуків кашлю, викликаних легеневою інфекцією, для розробки алгоритму класифікації кашлю в реальному часі, заснованого на аналізі звукових характеристик респіраторного захворювання, і для об'єктивного вимірювання будь-яких відхилень від нормального респіраторного стану.



Рис.3. Підвісний мікрофон у боксі

**Системи цифрового відеоспостереження** на основі цифрового відео недорогі, надійні і точні в моніторингу показників, показників здоров'я і благополуччя свиней. Наприклад, камери можна використовувати для точної оцінки ваги тіла шляхом вимірювання таких розмірів, як обхват області серця, довжина і зріст, а також для вимірювання теплового комфорту на основі поведінкових моделей під час відпочинку свиней, таких як просторовий розподіл свиней в загоні, шляхом оцінки їх поведінки в купці.

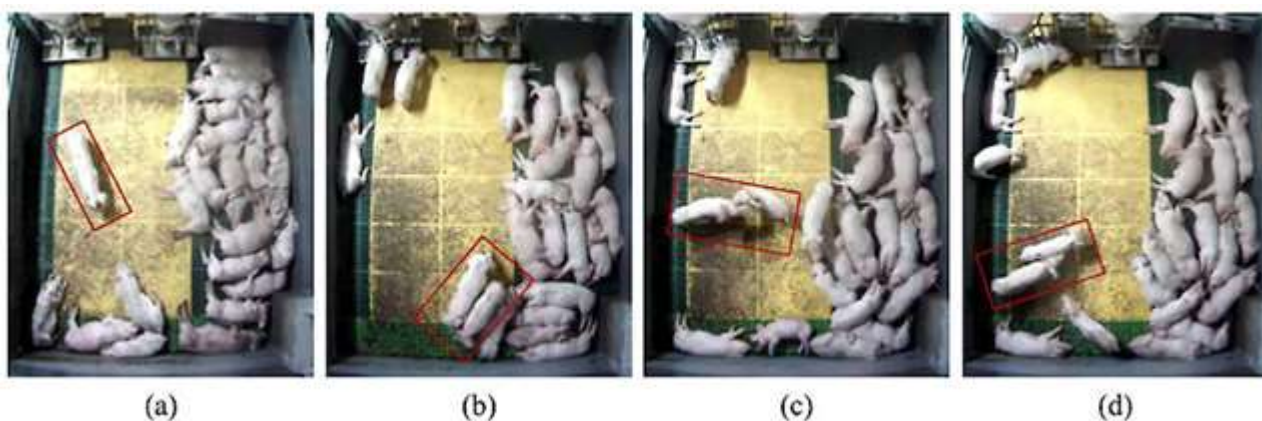


Рис.4. Відеоаналіз руху тварин

Камери також внесли свій вклад в оцінку теплового комфорту, автоматично отримуючи температуру основи вуха з теплових зображень виду зверху у свиней, і вони дозволили визначити барабанну область, як кращу область для моніторингу температури при використанні

інфрачервоного термометра, а також область вуха і попереку при використанні датчиків температури.

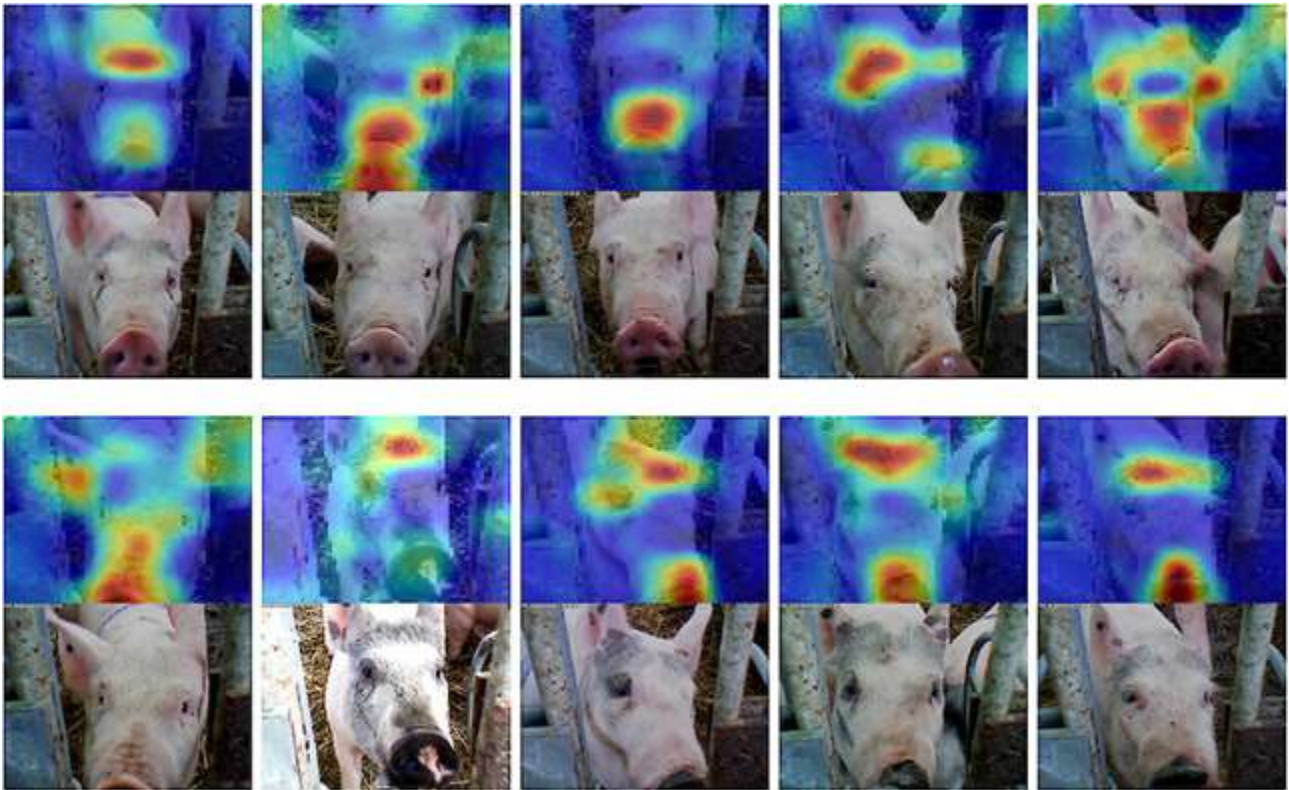


Рис.5. Тепловий аналіз стану тварин

Більше того, камери можуть використовуватися в якості інтегрованої частини процедури аналізу зображень в інтерактивних пакетах програмного забезпечення для визначення необхідності обігріву або охолодження свинарника. Кульгавих і здорових свиней також можна відрізнити за відеозаписом відстеження підйому області шиї під час ходьби і зміни співвідношення кроку до довжини кроку. Цей метод дозволяє точно ідентифікувати до 74% свиней, у яких згодом розвивається кульгавість.

*Системи тривимірного машинного зору* можуть використовуватися для автоматичного визначення положення хвоста і раннього попередження про укус хвоста на фермі. Цифрові зображення також можуть допомогти точно ідентифікувати кусаючих і укушених свиней під час спалахів укусів. Ще одне застосування камер на фермі - виявлення агресивної поведінки шляхом вимірювання швидкості і відстані між свинями для класифікації поведінки ударів і переслідування.

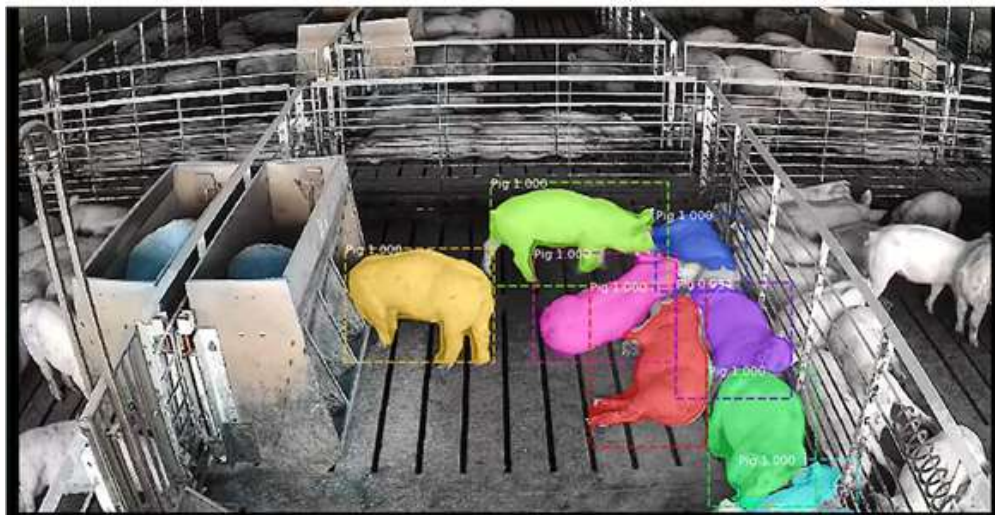


Рис.6. Індивідуалізований аналіз поведінки тварин

*Системи RFID* вже широко використовуються на свинофермах для індивідуальної ідентифікації і відстеження свиней. Інші додатки RFID-систем включають запис індивідуального режиму годування і питного поведінки свиней в умовах групового утримання, і вони можуть підтримувати тривалий безперервний моніторинг здоров'я і поведінки свиней в найближчому майбутньому.

Нові технології, доступні для використання в свиначстві, включають доповнену реальність, штучний інтелект, тривимірний (3D) друк та Інтернет речей (IoT). Такі технології дозволяють об'єднувати фізичні і віртуальні об'єкти в реальному середовищі, взаємодіяти в режимі реального часу, приймати певні технологічні рішення щодо впливу на тварин, машини та середовище для забезпечення найвищої якості та ефективності виробництва.

Великі дані в поєднанні з алгоритмами штучного інтелекту можуть бути перетворені в корисну інформацію для поліпшення процесу прийняття рішень на свинофермах.

Таким чином, розумне виробництво збільшує здатність фермера підтримувати контакт з окремими тваринами в міру збільшення поголів'я тваринництва. Використовуючи технології розумного виробництва можна зібрати великий обсяг даних за короткі періоди часу і обробити їх, що дозволить поліпшити моніторинг та управління здоров'ям, благополуччям і продуктивністю свиней.



УДК 664.788

## КЛАСИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО ЗГОДОВУВАННЯ ТВАРИНАМ

**Савченко В.М.** к.т.н., доцент *dgs-ua@ukr.net*

**Кравченко Д.С.** здобувач освіти

**Литвинчук Д.А.** здобувач освіти

*Поліський національний університет, м. Житомир*

У запропонованій технології подрібнення кормового зерна починається з його зволоження з метою підвищення якості руйнування і відділення оболонок і зниження витрат енергії на подальше дроблення зернівок. Серійні зволожувальні установки складні в конструктивному плані й досить громіздкі. У зв'язку з цим у наших дослідках використано лабораторну установку, зволоження зерна в якій відбувається інтенсифікацією процесу завдяки вакуумуванню зернової купи та тепловому впливу на неї (рис. 1).

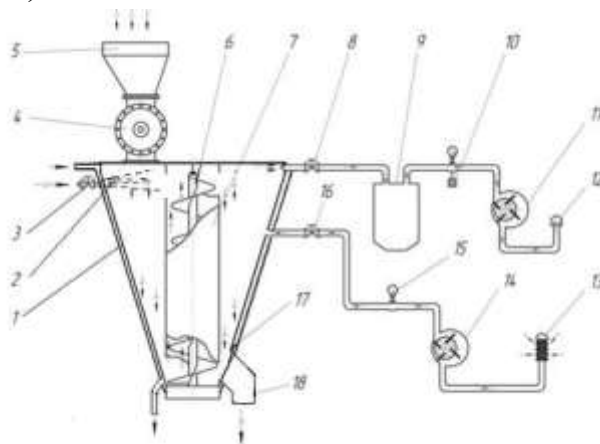


Рис. 1. Схема установки для зволоження зерна перед дробленням: 1 – корпус змішувача, 2 – розпилювач, 3 – кран, 4 – шлюзовий затвор, 5 – бункер завантаження, 6 і 7 – шнек та його кожух, 8 і 16 – вентилі, 9 і 10 – вакуумні балон та регулятор, 11 – насос вакуумний, 12 – глушник, 13 – фільтр, 14 і 15 – компресор та манометр, 17 і 18 – вивантажувальні заслінка та патрубок.

До її складу входили бункер-змішувач 1, вертикальний шнек 6 з кожухом 7, лінія подачі води, обладнана краном 3 і розпилювачем 2, завантажувальний бункер 5 і шлюзовий затвор 4. Зверху бункер щільно закривався кришкою, а внизу його був встановлений патрубок 18 вивантаження, що має заслінку 17. Зволожувальна установка мала лінію



створення вакууму в порожнині бункера у складі вакуумного насоса 11, вакуум-балона 9 і вакуумного трубопроводу з регулятором 10 і вакуумметром. До складу її входила також нагнітальна пневмосистема з компресором 14 і трубопроводом, на якому були манометр 15 і вентиль 16.

У корпусі змішувача 1 передбачена подвійна стінка, порожнина якої сполучається з трубопроводом для подачі підігрітого повітря в неї.

Зволоження зерна на такій установці здійснювали в такому порядку: закривали крани і вентиля 3, 8 і 16, вивантажувальну заслінку 17 і за увімкненого приводу шлюзового затвора 4 подавали зерно ячменю з бункера 5 у змішувач, забезпечуючи наповнення бункера ним на 75...80% загальної його місткості з огляду на збільшення об'єму зернівок, які зволожували. Далі відкриттям вентиля 8 вакуумували змішувач і зернівки в ньому, зберігаючи вакуум у змішувачі із зерном. Потім подавали в нього воду, одночасно ввімкнувши привід шнека 6. Вакуумоване зерно зволожувалося водою і перемішувалося. Тривалість перемішування залежала від необхідної в дослідах відносної вологості зерна. Після цього воду зі змішувача зливали, приводи насоса 11 і шнека 6 відключали і в змішувач 1, відкривши вентиль 8, подавали атмосферне або стиснене повітря. Це сприяло своєрідному «втисканню» води в тріщини, порожнини та пори кожної зернівки, прискорюючи зволоження їх. На завершення зволожене зерно вивантажували зі змішувача 1 і піддавали зовнішньому сушінню та подальшим дослідженням, як новоприйнятих властивостей, так і параметрів дроблення з лущенням.

Величину вакууму і тиск у процесі дослідів змінювали від нуля до 50 кПа з проміжками через кожні 10 кПа регулюванням вантажами регуляторів.

Тривалість вакуумування зернівок у змішувачі становила 0,5...5,0 хвилин, а витримки за надлишкового тиску повітря – у межах 0,5...3,0 хвилин з інтервалами через 30 с. Тепловий режим підтримувався циркуляцією гарячого повітря в порожнині сорочки змішувача.



УДК 66.045.1

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ПОБІЧНО-ВИПАРНОГО ТИПУ

**В. М. Яропуд**, к.т.н., доцент, [yaropud77@gmail.com](mailto:yaropud77@gmail.com)

*Вінницький національний аграрний університет*

Для проведення експериментальних досліджень виготовлений лабораторно-експериментальний зразок теплообмінника побічно-випарного типу, його 3D-модель представлена на рис. 1 [1, 2].

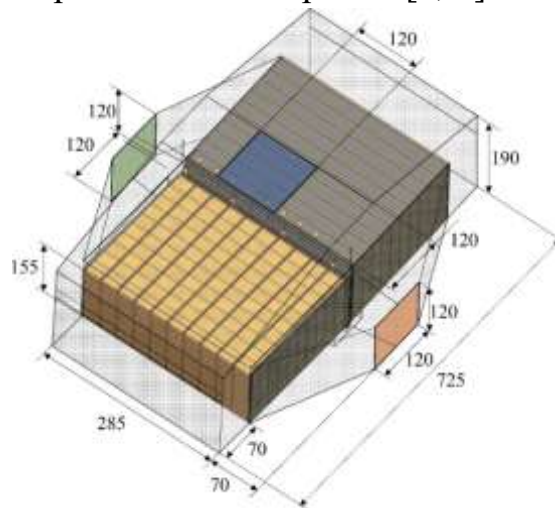


Рисунок 1 – 3D-модель теплообмінника побічно-випарного типу із прийнятими геометричними розмірами (мм)

Запропонований теплообмінник побічно-випарного типу виконаний у вигляді тепломасообмінника, який знаходиться в середині термоізолюваного корпусу. Він є основною частиною всього теплообмінника побічно-випарного типу, оскільки він є компонентом, що відповідає за фактичне охолодження.

Дослідження проводились за такими факторами: площа отворів між каналами тепломасообмінника (з однаковою площею; з різною площею); витрати повітря у вихідних каналах  $Q_{in}$  (100 м<sup>3</sup>/год, 300 м<sup>3</sup>/год, 500 м<sup>3</sup>/год); температура  $T_{in}$  (20 °С, 26 °С, 32 °С) і абсолютна вологість  $x_{in}$  (5 г/кг, 15 г/кг, 25 г/кг) вхідного повітря.

Критеріями досліджень є: динаміка зміни температури в середині тепломасообмінника; температура і вологість повітря на виході з

тепломасообмінника; коефіцієнт теплової ефективності  $\eta_t$ ; потужність, що витрачається вентиляторами для перекачування повітря через тепломасообмінник.

За результатами обробки даних отримані рівняння регресії другого порядку для температури вихідного первинного повітряного потоку  $\overline{t_{out}}$  від факторів досліджень. Табличний критерій Стьюдента складає  $t_{0,05}(30) = 2,04$ .

Графічна інтерпретація експериментальних і теоретичної залежностей представлені на рис. 2.

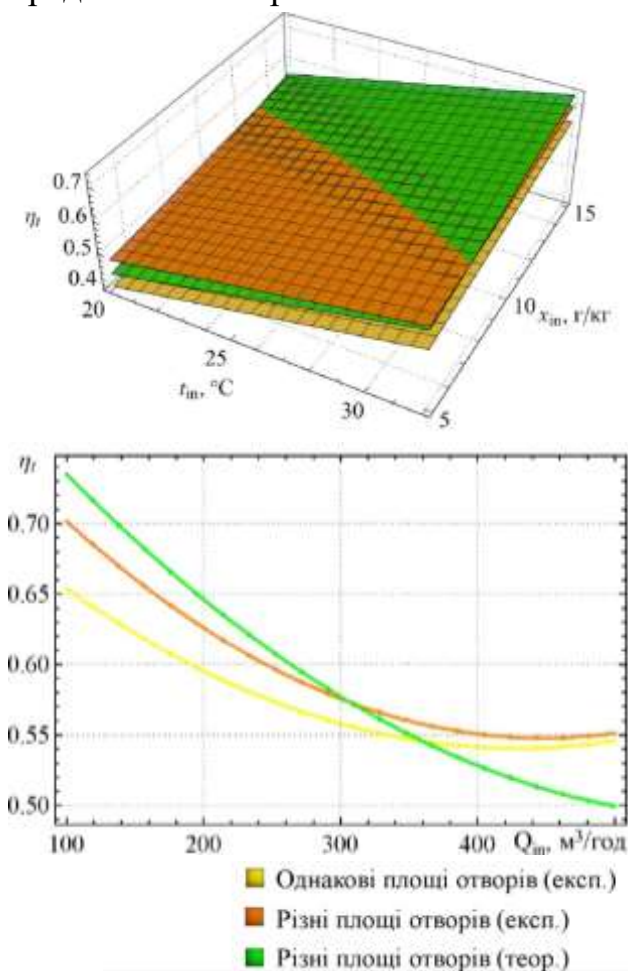


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта теплової ефективності  $\eta_t$  від температури  $t_{in}$ , абсолютної вологості  $t_{in}$  і витрат  $Q_{in}$  вхідного первинного повітряного потоку на впуску в теплообмінник

Аналізуючи графіки (рис. 2), можна зробити висновок про відповідність результатів чисельного моделювання та експериментальних досліджень. Це підтверджується високим значенням коефіцієнта кореляції Пірсона, який складає 0,94. Також, порівнюючи залежності для варіанту виконання із різними площами отворів між каналами із варіантом з

однаковими отворами, видно, що коефіцієнт теплової ефективності  $\eta_t$  є більшим у випадку різних площ отворів, що свідчить про більшу ефективність теплообмінника. Різниця у значеннях коефіцієнта теплової ефективності  $\eta_t$  при однакових значеннях факторів становить між 0,023 до 0,065.

Графічна інтерпретація експериментальних і теоретичної залежностей за умови  $\overline{I}_y^w = 0,125$  представлені на рис. 3.

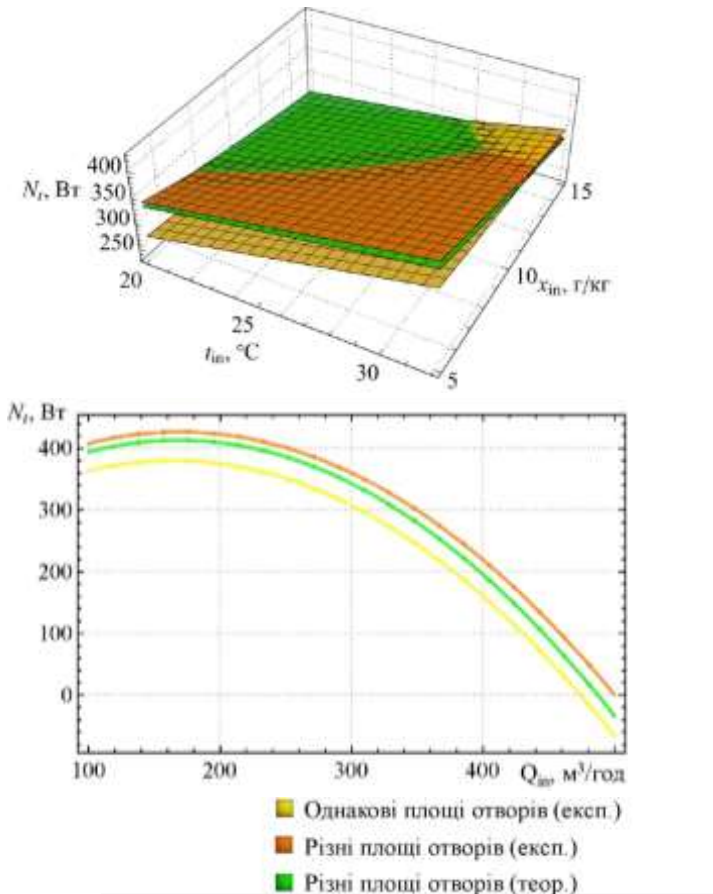


Рисунок 3 – Залежність ефективної холодопродуктивної потужності  $N_E$  від температури  $t_{in}$ , абсолютної вологості  $t_{in}$  і витрат  $Q_{in}$  вхідного первинного повітряного потоку на впуску в теплообмінник

Аналізуючи графіки рис. 3, можна зробити висновок про відповідність результатів чисельного моделювання та експериментальних досліджень. Це підтверджується високим значенням коефіцієнта кореляції Пірсона, який складає 0,92. Різниця у значеннях ефективної холодопродуктивної потужності  $N_E$  за однакових значень факторів становить між 36 Вт до 44 Вт. Наочний аналіз показує, що максимальне значення ефективної потужності  $N_E$  досягається при значенні витрат повітряного потоку  $Q_{in} = 169$  м³/год.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Фізико-математична модель вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у тваринницьких приміщеннях. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №3 (114). С. 4–15. DOI: 10.37128/2520-6168-2021-3-1

2. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Симуляція процесу тепломасообміну теплообмінника побічно-випарного типу. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2022. № 1 (116). С. 4–15. DOI: 10.37128/2520-6168-2022-1-1



УДК 693.546

## ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ОЧИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОЛІЙ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

*Журавель Д.П., д.т.н., dmytro.zhuravel@tsatu.edu.ua  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Незважаючи на велику чисельність конструктивних рішень апаратів очищення, в принцип їх роботи закладено не так багато фізичних методів очищення. Вони можуть бути розділені на дві групи. До першої групи відносяться всі способи очищення в пористих середовищах, до другої - в силових полях [1]. Відповідно до цього всі засоби очищення також можна розділити на дві основні групи. До першої групи засобів очищення відносяться гідравлічні фільтри: різні щілинні, сітчасті, паперові, картонні, тканинні, фетрові, повстяні, металокерамічні, фільтри з різних волокнистих і зернистих пресованих матеріалів і пластмас, а також гідродинамічні фільтри. До другої групи засобів очищення відносяться силові очищувачі, які забезпечують очищення рідин за рахунок використання силових полів: гравітаційного, відцентрового, магнітного, електричного і ультразвукового. В технологічних процесах багатьох галузей народного господарства знайшли застосування фізичні методи очищення рідин. В цих пристроях

використовується силова дія полів: магнітного, ультразвукового, електромагнітного, електричного та іонізуючого випромінювання. Магнітна обробка застосовується для рідин з домішками у вигляді феромагнітних частинок різних розмірів. Використовуються магнітні фільтри, відстійники та гідроциклони. Недоліком цього методу є вибірковість дії магнітного поля на частинки з певною магнітною проникністю. Ультразвукова обробка з метою очищення рідин пов'язана зі специфічними ефектами, що виникають в рідині під впливом ультразвукового поля: кавітація, коагуляція, акустичні течії та інші. Ці ефекти дозволяють інтенсифікувати процеси відстоювання, фільтрації, коагуляції, флокуляції, флотації. Недоліком методу є складність та чимала вартість ультразвукового обладнання та підвищені експлуатаційні вимоги. Застосовується при очищенні соків, прискорення кристалізації винного каменя, очищення рідин напірною флотацією як фактор, що інтенсифікує основний процес [2]. При електромагнітній обробці використовують як силову дію електромагнітного поля на зважені частинки, так і теплову, що приводить до порушення стійкості деяких дисперсних систем. Метод не знайшов широкого застосування, але може бути перспективним для очищення певних рідин. Іонізуюче випромінювання може використовуватися як фактор, що супроводжує процеси коагуляції та відстоювання, електрохімічні процеси і таким чином впливати на процес очищення. Методи електричного очищення рідин ґрунтуються на осадження зважених частинок на електродах під дією сил електричного поля. Безпосереднє використання електричного поля не тільки робить можливим проведення глибокого очищення рідини при високій продуктивності устаткування, але і забезпечує енерговигідність процесу, простоту конструкцій апаратів, дозволяє механізувати і автоматизувати його роботу. Проте цей метод не знайшов розповсюдження в процесах переробки рідких продуктів сільськогосподарського виробництва. Основна причина в тому, що більшість цих рідин – електроліти. В електричному полі в таких рідинах, виникають електрохімічні реакції, що змінюють хімічний склад продукту і часто погіршують його якість. Поляризаційні явища, викликані електричним полем в електролітах, не дозволяють подавати велику напругу на електроди і тим самим обмежують продуктивність процесу. Як правило, напруженість поля в таких випадках не перевищує  $10^4$  В/м. В цьому відношенні електричне очищення неполярних рідин є перспективним. Їх діелектричні властивості дозволяють подавати високу напругу на електроди

і не побоюватися хімічних змін, що виникають під дією поля. Електрохімічні реакції в неполярних рідинах практично не йдуть. В технологічних процесах переробки продукції сільського господарства до таких рідин рослинні олії, тваринні жири, їх розчини, місцели, синтетичні і натуральні рідкі запашні речовини та інші продукти. Перспективне застосування електричного очищення і для ефірних олій [3]. До методів електричного очищення рідин відносять ті методи, в яких використовуються електричні сили, що приводять до направленого руху дисперсних частинок рідини в електричному полі та формуванню частинок на електродах або в заданому об'ємі міжелектродного простору. До таких методів можна віднести електрофорез, електрокоагуляцію, електроконвективне очищення, очищення в неоднорідному електричному полі. Явище електрофорезу полягає у направленому переміщенні частинок дисперсної фази під дією електричного поля. При накладенні на дисперсну систему зовнішньої різниці потенціалів відбувається розрив подвійного електричного шару по площині ковзання, внаслідок чого частинка отримує певний заряд і переміщується до відповідного електроду. Величина електрокінетичного потенціалу визначає швидкість електрофоретичного руху частинок і залежить від багатьох факторів: фізико-хімічних властивостей дисперсного середовища та дисперсної фази; концентрації дисперсної фази; температури; рН та інших чинників [4]. Таким чином, глибоке очищення продуктів в електричному полі дасть значний економічний ефект у наслідок підвищення якості продукції і підвищення її стійкості при зберіганні. В результаті аналізу методів електричної очистки та конструкцій апаратів встановлено, що існуючі методи та технічні засоби потребують вдосконалення. Недостатньо розроблені та досліджені апарати, що використовують діелектрофоретичну силу на змінному струмі. Аналіз методів очищення олій показав доцільність використання електротехнологічних методів, зокрема, електричного поля в технології виробництва рицинової олії. Розроблена математична модель процесу очищення рицинової олії в електричному полі, дозволила отримати теоретичні залежності, які дозволяють визначити конструктивні та технологічні параметри електротехнологічного комплексу. Ступінь очищення за час 1000 с складає 97%, що є підставою вважати про доцільність використання запропонованого методу очищення пресової рицинової олії від фосфатидів і механічних домішок в електричному полі.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Журавель Д. П. Особливості використання олив біологічного походження для мобільної техніки. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*: зб. наук. праць / УВ МААО; гол. ред. В. А. Дідур. Запоріжжя, 2014. Вип. 2. С. 157-165.
2. Журавель Д. П., Бондар А. М., Мілько Д. О. Використання біологічної оливи для сільськогосподарської техніки. *Механізація та електрифікація сільського господарства*: загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С. 125-131.
3. Журавель Д. П. Вплив технічного обслуговування і ремонту на надійність машин та обладнання при використанні біологічних рідин. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного* [Електронний ресурс]. Вип. 10. Том 1. Мелітополь, 2020. 9 с. DOI:10.31388/2220-8674-2020-1-3.
4. Nadikto V., Zhuravel D., Chebanov A., Verechaga O. Improving the efficiency of pressing the male of castor seeds in the screw press. *Norwegian Journal of development of the international Science*. 2021. Vol. 59, № 1. pp. 48-53. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-59-1-48-53.



УДК 621.01

## ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РУХУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ТА РОЗДАВАННЯ ГОТОВИХ СУМІШЕЙ КОРМІВ

**Кульпін Р.А.**, асистент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У сучасному тваринництві та агропромислових комплексах стрічкові конвеєри відіграють важливу роль у транспортуванні та рівномірному розподілі готових кормових сумішей. Надійна робота системи роздачі корму забезпечує безперебійне годування, підвищує продуктивність тваринницьких господарств та сприяє оптимальному використанню ресурсів. Водночас, щоб зменшити зношування обладнання та забезпечити



рівномірний розподіл корму, необхідно оптимізувати режими руху стрічкового конвеєра. Це включає регулювання швидкості подачі та врахування особливостей кормової суміші, що дозволяє покращити продуктивність і довговічність системи.

Особливості транспортування кормових сумішей. Переміщення готових кормів вимагає специфічного підходу до налаштування режимів роботи стрічкового конвеєра. Кормові суміші можуть відрізнятися за своєю масою, структурою, зчепленням зі стрічкою та вимогами до швидкості подачі, тому правильне налаштування режиму руху забезпечує рівномірну подачу та уникнення накопичення або прилипання матеріалу. Крім того, постійний контакт з кормовими сумішами зумовлює необхідність стійких до зношування та корозії матеріалів стрічки, а також зниження швидкості руху для уникнення просипання та розпилення корму.

Методи оптимізації режимів руху. Для оптимізації режимів руху стрічкового конвеєра в системах подачі кормів можна застосувати такі методи: Адаптивне управління швидкістю руху стрічки. За допомогою автоматизованих систем контролю швидкість конвеєра налаштовується відповідно до характеристик кормової суміші. Це забезпечує рівномірне розподілення матеріалу по всій довжині стрічки, знижує ризик переповнення та втрат корму. Використання частотних перетворювачів для плавного запуску та зупинки. Частотні перетворювачі дозволяють точно регулювати швидкість подачі корму, мінімізуючи ривки, які можуть призвести до пролиття або нерівномірної подачі. Це також знижує зношування вузлів конвеєра. Оптимізація профілю стрічки та нахилу конвеєра. Для кращого зчеплення кормової суміші з поверхнею стрічки можна застосувати спеціальні профільовані стрічки. Вони дозволяють утримувати кормову суміш на місці під час транспортування, що особливо важливо при роботі з сипучими та дрібнодисперсними кормами. Введення системи контролю ваги та рівномірності подачі. Сенсори ваги дозволяють відстежувати кількість корму, що переміщується конвеєром, і автоматично регулювати швидкість руху для забезпечення стабільного потоку матеріалу.

Переваги оптимізації режимів руху конвеєра для подачі кормів. Покращення рівномірності подачі корму. Автоматизація та адаптивне керування сприяють точному дозуванню корму, що важливо для підтримання стабільного годування тварин. Підвищення довговічності обладнання. Плавний запуск і зупинка, а також рівномірний розподіл навантаження знижують знос ключових вузлів конвеєра, продовжуючи його

термін служби. Економія ресурсів і зниження втрат корму. Оптимізація швидкості та профілю стрічки дозволяє зменшити втрати корму, що розсипається чи просипається під час транспортування, а це знижує витрати на додаткові ресурси. Зниження енергоспоживання. Плавне регулювання швидкості, а також використання енергоефективного обладнання сприяє економії енергії, що зменшує експлуатаційні витрати підприємства.

Оптимізація режимів руху стрічкового конвеєра для подачі кормів є необхідною умовою для підвищення ефективності тваринницьких господарств. Запровадження адаптивного керування швидкістю, використання частотних перетворювачів та сенсорних систем контролю дозволяє підвищити продуктивність роботи конвеєра, забезпечити точність подачі та зменшити експлуатаційні витрати. Таким чином, оптимізація роботи конвеєра не лише сприяє стабільності процесу годування, але й підвищує економічну ефективність та надійність технологічного процесу в агропромислових підприємствах.



УДК 631.3

## ОСНОВНІ МОМЕНТИ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ РІВНІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

**Ювченко І.В.**, студент магістратури, **Ревенко Ю.І.**, к.т.н., доцент  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Експерт - це фахівець, компетентний у вирішенні конкретного завдання (від лат. *expertus* - досвідчений). Компетентність експерта щодо об'єкта дослідження – це професійна компетентність, а щодо методології прийняття експертного рішення досліджуваного завдання – експертна компетентність. Експерт повинен бути об'єктивним при оцінюванні об'єкта дослідження.

Експертний метод - це метод вирішення завдань, заснований на використанні узагальненого досвіду та інтуїції спеціалістів-експертів. Даний метод оцінки рівня якості продукції використовується у тих випадках, коли неможливо або дуже важко використовувати методи

об'єктивного визначення значень одиничних або комплексних показників властивостей такими методами як інструментальний, емпіричний або розрахунковий.

Експертний метод (або експертний спосіб, тобто метод експертних оцінок) є сукупністю декількох різних способів, які є різновидом, модифікацією методу експертиз.

Відомі різновиди експертного методу застосовуються скрізь, де основою рішення є колективне рішення компетентних людей (експертів). Так, наприклад, рішення різних нарад, конференцій, комісій, і також екзаменаторів щодо оцінки знань тощо - все це рішення, які приймаються експертними методами.

Експертні методи оцінювання якості продукції можуть використовуватися при формуванні одночасно загальної оцінки (без деталізації) рівня якості продукції, а також при вирішенні багатьох окремих питань, пов'язаних з визначенням показників властивостей продукції. Отже, експертні методи знаходять застосування при:

- загальній (узагальненій) оцінці якості продукції;
- класифікації продукції, що оцінюється;
- визначенні номенклатури показників властивостей продукції, що оцінюється;
- визначенні коефіцієнтів вагомості властивостей якості продукції;
- оцінюванні показників властивостей продукції органолептичним методом;
- виборі базових зразків та безрозмірних значень базових показників якості;
- визначенні підсумкового комплексного показника якості на основі сукупності одиничних та комплексних (узагальнених та групових) показників;
- атестації продукції та сертифікації.

Експертний метод оцінки рівня якості продукції не може бути використаний, якщо є можливість оцінити якість іншими аналітичними або експериментальними методами з більшою точністю або меншими витратами.

Результати загальної експертної оцінки складного комплексу властивостей, яким є якість продукції, мають елементи невизначеності та необґрунтованості. Тому експертна оцінка якості продукції в цілому є попередньою, ненасиченою інформаційно і тільки в першому наближенні,

орієнтовно характеризує якість виробу, що оцінюється. На основі такої експертної оцінки якості, вочевидь, немає можливості приймати будь-які інженерно-технічні рішення. Цей метод може, наприклад, використовуватися при комерційних угодах, коли немає конкретних (кількісно виражених) відомостей про рівень якості продукції і т.п.

Проте слід зазначити, що експертний метод для оцінки показників багатьох властивостей технічної та іншої продукції є одним із можливим, що застосовується досить широко, і для цього розроблені відповідні методики.

Об'єктом експертизи (експертних оцінок) можуть бути як окремі споживчі властивості так і їх сукупності.

Критерії, за якими здійснюється експертиза якості, поділяються на загальні та конкретні.

До загальних критеріїв відносяться сформовані в суспільстві ціннісні орієнтири, уявлення та норми.

Конкретні критерії для експерта - це реальні вимоги до якості продукції даного виду, встановлені в нормативно-технічних та інших обов'язкових для виконання документах. У формі конкретних критеріїв виступає також комплекс базових значень показників властивостей, що характеризують продукцію, що планується або проектується. Характеристики реально існуючих високоякісних виробів, що виготовляються в країні або за кордоном, також є конкретними критеріями для експертів.

З метою підвищення достовірності, точності, надійності та відтворюваності експертних оцінок експертизу здійснюють шляхом прийняття групового рішення компетентними людьми. Для оцінки рівня якості продукції створюється експертна комісія, що складається з експертної та робочої груп.

До експертної групи включаються висококваліфіковані та спеціально підготовлені працівники у галузі створення та функціонування оцінюваної продукції: дослідники, конструктори, технологи, дизайнери, товаровознавці, економісти тощо. Число експертів, що входять до групи, залежить від необхідної точності середніх оцінок і має становити від 7 до 20 осіб. При заочному опитуванні верхня межа кількості опитуваних експертів не обмежується.

Експертна група (комісія) користується експертним способом отримання інформації про показники якості продукції, що оцінюється. У

цьому експертна група може приймати рішення з урахуванням усереднення оцінок експертів чи проводячи голосування експертів (метод «комісій»). З метою зменшення суб'єктивності в експертному методі рекомендується проводити кілька турів опитувань експертів.

Експертний метод (метод «комісій») полягає у тому, що у ньому використовується подібність голосування. Спочатку експерти виставляють оцінки незалежно один від одного. Потім після відкритого обговорення виставлених оцінок експерти знову незалежно один від одного дають оцінки кожному об'єкту. Потім за скоригованими індивідуальними оцінками розраховують експертну оцінку. Цю роботу проводить робоча група експертної комісії. Крім того, робоча група організує процедуру опитування експертів, аналізує отримані результати та складає висновок експертної комісії.

Рекомендується, щоб для оцінок однотипної продукції експертна комісія формувалася з постійних експертів та членів робочої групи. Це бажано тому, що у процесі роботи щодо постійної комісії накопичується досвід роботи, відбувається навчання її членів, виробляються загальні підходи та принципи, а це підвищує ефективність роботи експертної комісії.

Найбільше застосування отримали чотири методи експертної оцінки якості:

- метод оцінки ранжуванням;
- спосіб попарного співставлення - спосіб переваг;
- бальний метод оцінювання;
- соціальний метод експертизи - метод попиту споживачів.

Перелік та послідовність основних етапів роботи експертної комісії полягають у наступному:

- 1) призначення осіб, відповідальних за організацію та проведення робіт з експертної оцінки якості продукції;
- 2) формування експертної та робочої груп;
- 3) розробка класифікації та визначення номенклатури показників якості продукції, що оцінюється;
- 4) підготовка анкет та пояснювальних записок для опитування експертів;
- 5) оцінювання та опитування експертів;
- 6) обробка експертних оцінок;
- 7) аналіз та оформлення результатів експертної оцінки якості (або показників якості) продукції.

В практиці експертної оцінки якості, зокрема при експертній оцінці споживчих властивостей продукції, переважно застосовуються комплексна та оперативна експертизи.

Комплексна експертиза проводиться для всебічного вивчення та оцінки якості груп однорідних виробів, що випускаються промисловістю серійно. У зв'язку з цим при експертизі реалізують системний, комплексний підхід до аналізу та оцінювання показників продукції. При комплексній експертизі отримують як повну характеристику об'єкта оцінювання. При цьому під час проведення використовують певний науковий, методичний та нормативний матеріал інших видів експертизи.

Оперативна експертиза ґрунтується на даних, отриманих під час проведення попередніх комплексних експертиз. Цей прийом дозволяє істотно скоротити обсяг та терміни експертних робіт за достатньої глибини та обґрунтованості експертних висновків.

При експертному методі оцінку рівня якості чи показника тієї чи іншої властивості продукції визначають у безрозмірних одиницях. Зазвичай використовують один із двох методів експертного оцінювання якості: метод ранжування об'єктів за їх якістю або метод оцінювання в балах.



УДК 631.3

## **МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ**

**Куць О.А.**, студент магістратури, **Ревенко Ю.І.**, к.т.н., доцент  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Якість технічної продукції зумовлено в основному показниками її технічного рівня (рівня технічної досконалості) на всіх етапах життєвого циклу виробу: при проектуванні та конструюванні, при виготовленні та процесі експлуатації.

Відповідно до офіційного формулювання, під технічним рівнем (ТУ) продукції розуміється відносна характеристика якості продукції, заснована на співставленні (співвідношенні) значень показників властивостей, що

відображають технічну досконалість продукції, з відповідними значеннями кращих (базових) вітчизняних та зарубіжних зразків техніки.

Оцінка технічного рівня продукції полягає у встановленні відповідності продукції світового, регіонального (наприклад, європейського), національного рівня якості або рівня якості галузі. Відповідність продукції світовому чи іншому рівню встановлюється з урахуванням співставлення значень показників технічного досконалості (якості) оцінюваної продукції та базових зразків.

Оцінка ТУ та якості продукції проводиться для об'єктивного вирішення наступних основних завдань:

- забезпечення та управління якістю;
- атестація продукції за категоріями якості;
- вибір найкращого (оптимального) варіанта продукції;
- планування показників якості створюваної техніки;
- контроль якості;
- аналіз зміни рівня якості.

Виходячи з цього, в оцінці ТУ продукції спочатку з'ясовують мету визначення чисельного значення показника рівня якості цієї продукції.

Зазвичай мета визначає метод аналітичної оцінки технічного рівня продукції. При цьому спочатку класифікують оцінювану продукцію, а потім здійснюють вибір та обґрунтування методу оцінки ТУ продукції.

Вперше методика вибору була описана в ГОСТ 22732-77 «Методы оценки уровня качества промышленной продукции. Основные положения». Надалі вибирається базовий зразок.

Після цього здійснюють вибір (або призначення) та обґрунтування номенклатури (переліку) показників якості для адекватної оцінки продукції, що цікавить. Це роблять відповідно до ГОСТ 22851-77 «Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции. Основные положения».

Наступним і найбільш трудомістким є етап визначення (шляхом вимірювань, випробувань, розрахунків, збору інформації тощо) кількісних значень показників якості, що характеризують властивості оцінюваного та базового (базових) зразка (зразків). Тільки після цього і відповідно до прийнятого методу оцінки ТУ продукції виробляють розрахунки показників якості, а потім рівнів якості, тобто. технічного рівня оцінюваного та базового (базових) зразка (зразків) аналогічної техніки. Результати визначень всіх показників якості та технічних рівнів продукції

відображають у спеціальній карті рівня за ГОСТ 2.116-84 «Карта технического уровня и качества продукции».

Промислова продукція, яка за показниками технічного рівня та якості повинна відповідати сучасним вимогам стандартів (технічних умов), екологічно безпечна, задовольняти потреби народного господарства та населення країни, характеризується стабільністю показників технічного рівня та якості, що ґрунтується на суворому дотриманні технологічної.

Промислова продукція, яка за показниками технічного рівня та якості не відповідає сучасним вимогам народного господарства та населення країни, морально застаріла та підлягає модернізації чи зняттю з виробництва.

Отже, у загальному вигляді оцінка рівня якості продукції до прийняття управлінських рішень складається з наступних основних етапів:

- встановлення мети оцінки рівня якості (або технічного рівня) виробу;
- вибір номенклатури, показників властивостей оцінюваного та базового зразків, обґрунтування його необхідності та достатності;
- вибір або розробка методу та прийомів визначення значень властивостей якості;
- вибір чи визначення базових значень показників властивостей та пошук вихідних даних для визначення фактичних значень показників властивостей продукції, що оцінюється;
- визначення фактичних значень показників якостей та його зіставлення з базовими;
- оцінка рівня якості та вироблення рекомендацій для прийняття управлінських рішень.





УДК 631.363-049.32

## **УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ САМОХІДНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ**

**Новицький А.В.**, к.т.н., доцент, novytskyu@nubip.edu.ua

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Підвищення та підтримання показників надійності значною мірою визначається досконалістю методів та системи управління надійністю. Процес управління надійністю [1, 2] полягає у виробленні стратегій з технічного обслуговування та ремонту, визначенні необхідного складу запасних частин, з метою забезпечення необхідного рівня надійності. Управління надійністю передбачає призначення показників надійності технічних засобів на різних етапах їх життєвого циклу [3]. В останні десятиліття розроблено цілий ряд моделей управління надійністю, які дають можливість кількісно оцінити результати управління і цілеспрямовано впливати на ці результати. Важливе значення має розробка програми управління надійністю самохідних засобів для приготування і роздавання кормів (СЗПРК) [4-5].

За результатами аналізу літературних джерел встановлено [5, 8, 9], що найбільш повно у них представлено питання управління надійністю на стадіях проектування та виробництва СЗПРК і значно менше – на стадії їх експлуатації, технічного обслуговування та ремонту, повторного використання та зберігання. Управління надійністю СЗПРК на стадії їх експлуатації полягає у забезпеченні необхідного рівня експлуатаційної надійності, що реалізується за допомогою обґрунтування, призначення та виконання за наявний або заданий час комплексу заходів щодо їх технічного та технологічного обслуговування, що є важливим завданням. У СЗПРК в процесі експлуатації відбувається процес поступового зниження кількісних показників надійності, що полягає у збільшенні кількості відмов, зниженні параметрів тощо.

Оперативне управління експлуатаційною надійністю здійснюється на стадії експлуатації в реальних умовах агропромислових підприємств. Відповідно до мети досліджень нас цікавлять питання підвищення експлуатаційної надійності, тобто. питання оперативного керування надійністю.

Управління надійністю – комплекс заходів, що розробляються на основі постійного або періодичного контролю, аналізу технічного стану СЗПРК та його структурних елементів з метою забезпечення відповідного рівня експлуатаційної надійності за мінімальних витрат часу, праці, коштів та засобів. Під експлуатацією СЗПРК розуміється процес реалізації їх споживчих властивостей, що полягає у їх використанні за призначенням та підтримки їх у працездатному стані, забезпечення їх ефективного функціонування.

Найбільший науковий і практичний інтерес представляють питання удосконалення організації технічної експлуатації та забезпечення надійності техніки. Підвищення експлуатаційної надійності СЗПРК та їх структурних складових реалізується шляхом вдосконалення методів оперативного керування надійністю за наступними напрямками: моніторинг технічного стану засобів; застосування функціонального резервування агрегатів та їх елементів; використання оперативного діагностування; вдосконалення стратегій технічного сервісу.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Novitskiy, A. (2019). Monitoring of material and technical support and reliability of appliance technique in development system of innovation processes. *Machinery & Energetics*, 10(3), (pp. 87-94).
2. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*, 2021, 12 (2), pp. 39–47. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.039>
3. Novitskiy, A., Bannyi, O., Novitskiy, Yu., & Antal, M. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. *Machinery & Energetics*, 14(4), (pp. 101-110). doi: 10.31548/machinery/4.2023.101.
4. Astanakulov, K.D., Gapparov, Sh., Karshiev, F., Makhsumkhonova, A., & Khudaynazarov, D. (2020). Study on preparation and distribution of forage by chopping coarse fodder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614, article number 012158. doi: 10.1088/1755-1315/614/1/012158.
5. Loveikin, V., Khmelovskiy, V., Lukach, V., & Achkevych, V. (2022). Improving efficiency of mobile combined feed mixer. In *Engineering for rural development* (pp. 853-859). Jelgava, Latvia.

6. Postelga, S. (2021). Self-propelled mixer-distributor siloking selfline 4.0 premium 2215 testing. *Agricultural Machinery and Equipment: Forecasting, Design, Testing*, 28(42), 150-161.

7. Novitskiy, A., Ruzhylo, Z., & O. O. Kotrechko (2019). Ensuring the reliability of agricultural machinery in system of development of innovative processes. *Machinery & Energetics*, 10(3), (pp. 151-157).

8. Ruzhylo, Z., Novitskii, A., Milko, D., Bulgakov, V., Beloev, I., & Rucins, A. (2022). Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. In *Engineering for rural development* (pp. 911-917). Jelgava, Latvia.

9. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 85–93.



Наукове видання

Матеріали XIII-ї Науково-технічної конференції  
«Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»

01-18 жовтня 2024 року

Відповідальні за видання:

*В.І. Ребенко*, доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України,

*В.Ф. Кузьменко*, завідувач лабораторії техніко-технологічних проблем заготівлі кормів ІМА АПВ НААН України

Технічний редактор – *О.В. Пономаренко* (ІМА АПВ НААН України)

Інтернет-редактор – *В.І. Ребенко* (НУБіП України)

Підготовка до видання:

відділ механіки та автоматики біотехнічних систем  
у тваринництві ІМА АПВ НААН України;

механіко-технологічний факультет НУБіП України