



Сумський національний аграрний університет



Національний технічний університет «ХПІ»



Політехніка Свентокржинська в Кельцах (Польща)



ТОВ «ТРІЗ»



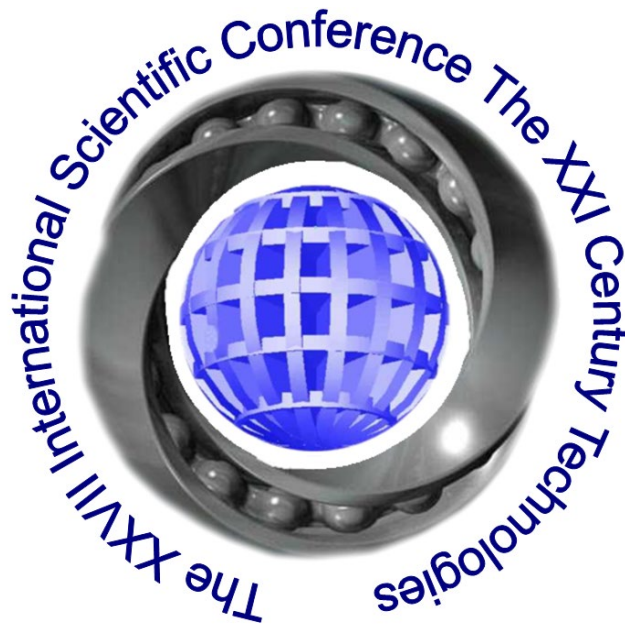
Сумський державний університет



Державний біотехнологічний університет



Українська технологічна академія



## ТЕХНОЛОГІЇ ХХІ СТОРІЧЧЯ

Збірник тез за матеріалами 27<sup>ої</sup> міжнародної науково-практичної конференції  
(24-26 листопада 2021 р.)

### Частина 1

Секції: «Прогресивні технології в сільському господарстві»,  
«Прогресивні технології в харчовій промисловості»,  
«Прогресивні технології в промисловості»

Суми – 2021

Технології XXI сторіччя: Збірник тез за матеріалами 27-ої міжнародної науково-практичної конференції (24-26 листопада 2021 р.). Ч.1. – Суми: СНАУ, 2021 - 258 с.

Збірник містить тези доповідей, присвячені питанням впровадження прогресивних технологій в промисловість, агропромисловий комплекс і методики викладання у ВНЗ.

## СЕКЦІЯ «ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ»

УДК 631.76:334.5

Адам'як О.П., Семірненко Ю.І., Сумський національний аграрний університет, Україна

### ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ЗБИРАННЯ СОЛОМИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

В Україні для заготівлі пресованої соломи застосовують здебільшого причіпні прес-підбирачі рулонного типу власного виробництва та імпортовані. Тюкування значно зменшує об'єм соломи та дозволяє механізувати ряд операцій при складуванні, транспортуванні соломи, обслуговуванні соломоспалюючих котлів.

Проведений аналіз дослідження економічної ефективності збирання соломи свідчить, що найменші капіталовкладення та приведені затрати отримані при збиранні соломи у тюки. Їх можна представити у графічному вигляді, відобразивши найбільш затратний метод як 100%<sup>вий</sup> (рис. 1).

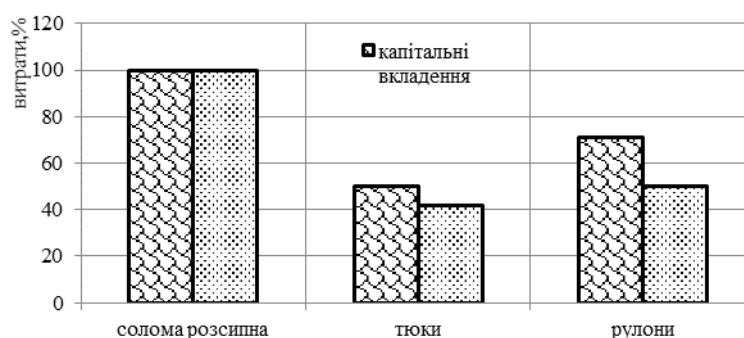


Рисунок 1 - Порівняльна характеристика технологій збирання соломи зернових культур

Як видно з рисунка 1, найменш затратною та найбільш доцільною, з точки зору збирання, є технологія пресування соломи зернових у прямокутні тюки пресом підбирачем. Після формування тюків їх навантажують на транспортні засоби та доставляють, в подальшому, до місць зберігання.

На основі аналізу літературних джерел, було проведено дослідження ефективності спалювання соломи в тюках, брикетах та пелетах. Із літературних джерел були взяті дані по витратах на заготівлю соломи. З урахування даних витрат та теплотворної здатності наведених палив було визначено ефективність їх застосування.

Таблиця 2 – Залежність собівартості виробництва тепла від витрат на заготівлю соломи

Витрати на заготівлю соломи, грн/т	Середня собівартість виробництва тепла, грн/ГДж		
	тюки	брикети	пелети
200	50	56	71
300	60	65	80
400	68	72	89
500	75	81	98
600	82	91	105
700	91	99	115
800	101	109	121

Як видно із проведених досліджень, найбільш раціональним способом збирання незернової частини врожаю сільськогосподарських культур є тюкування за допомогою прес-підбирачів.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АНАЛІЗУ ВЕЛИКИХ ДАНИХ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

**Вступ.** Щоб протистояти тиску зростання попиту на продукти харчування, а також змін клімату, лідери аграрної галузі звертаються за допомогою до таких передових технологій, як Інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data), аналітика та хмарні обчислення. Пристрої IoT допомагають на першому етапі цього процесу - збору даних. Датчики, що підключені до тракторів та вантажних автомобілів, а також на полях, ґрунті та рослинах, допомагають збирати дані в режимі реального часу безпосередньо з землі. Сучасні аналітики об'єднують велику кількість зібраних даних з іншою інформацією, доступною в хмарі, наприклад, з даними про погоду та моделями ціноутворення, щоб визначити нові закономірності. Такі моделі та ідеї допомагають точно визначити існуючі проблеми, такі як неефективність експлуатації та проблеми з якістю ґрунту, та допомагають формулювати алгоритми прогнозування, які можуть інформувати виробників ще до виникнення таких проблем.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Фахівці, які працюють у сільському господарстві, стикаються з такими проблемами, як зміна клімату, наявність водних ресурсів, тощо, з іншого боку, споживачі повинні турбуватися про якість і ціну продукції. Великі дані та їх аналіз є одним із засобів вирішення таких проблем, але в більшості випадків вони не можуть отримати всі ці дані з одного джерела. Існує багато реальних і доступних наборів даних, які можливо застосувати для досліджень, наприклад деякі урядові та неурядові організації надають відкриті набори даних, такі як клімат, ціни та врожайність. Також є можливість збирати текстові дані з офіційних новин, блогів та соціальних мереж. Тому для виробників існує потреба створення власних інформаційних систем, які допоможуть їм приймати оперативні рішення на основі аналізу великих даних у сільському господарстві. Загалом такі системи мають складатися з двох основних компонентів, таких як збір сільськогосподарських великих даних та аналіз великих сільськогосподарських даних:

- збір великих сільськогосподарських даних: сільськогосподарські дані збираються в одну базу даних, незалежно від того, структурована вона чи неструктурована, тобто виникає можливість аналізувати великі дані багатьма способами та бачити взаємозалежність між структурованими та неструктурованими даними;

- аналіз великих даних сільського господарства: зібрані великі дані аналізуються для отримання відповідної інформації, наприклад, прогнозування майбутніх результатів, виявлення прихованих цінностей та розуміння ринкового процесу, результат аналізу великих даних допомагає зрозуміти тенденції аграрного ринку і приймати відповідні рішення.

Великі дані можуть справді змінити сільськогосподарський сектор, маючи лише хмарну екосистему з відповідними інструментами та програмним забезпеченням для інтеграції різних джерел даних. Ці інструменти повинні мати можливість консолідувати дані про клімат, агрономію, воду, сільськогосподарське обладнання, ланцюжки поставок, поживні речовини та багато іншого, щоб допомогти виробнику приймати виважені рішення.

**Висновки з даного дослідження.** Сучасна система аналізу великих даних сільського господарства складається із збору даних, попередньої обробки, аналізу та візуалізації даних. Користувачі збирають великі сільськогосподарські дані з новин, соціальних мереж та інших інформаційних платформ відкритих даних. Такі платформи відкритих даних надають структуровані дані, такі як ціна, клімат і врожайність та ін. Також неструктуровані дані збираються за допомогою технології сканування веб-сайтів, з опублікованих офіційних новин, трансляційних новин, блогів, соціальних мереж і зберігаються в хмарній базі даних. Зрештою, результати візуалізуються за допомогою інтерактивних функціональних діаграм користувачів.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.**

1. Chuluunsaikhan Tserenpurev, Song Jin-Hyun, Yoo Kwan-Hee, Rah Hyung-Chul, Nasridinov

- Aziz. Agriculture Big Data Analysis System Based on Korean Market Information. J Multimed Inf Syst 2019;6(4):217-224.
2. Big Data and Agriculture: A Complete Guide / Великі дані та сільське господарство: повний посібник <https://www.talend.com/resources/big-data-agriculture/>
  3. Agriculture Big Data Analysis System Based on Korean Market Information / Система аналізу великих даних сільського господарства на основі корейської ринкової інформації / <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201905960044611.page>
  4. Application of big data technology in agricultural Internet of Things / Застосування технології великих даних в сільськогосподарському Інтернеті речей / <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1550147719881610>
  5. Big data analytics in Agriculture / Аналітика великих даних у сільському господарстві / [https://www.researchgate.net/publication/339102917\\_Big\\_data\\_analytics\\_in\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/339102917_Big_data_analytics_in_Agriculture)
  6. Big Data in Smart Farming – A review / Великі дані в розумному фермерстві – огляд / <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16303754>

УДК 631.3

*Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Заровний Р.В., магістрант, СНАУ*

### **ОСНОВНІ ВИМОГИ ТА ФАКТОРИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА**

Для успішного зберігання зерна в складах й елеваторах, а також при тимчасовому зберіганні на токах і площадках з найменшими втратами ваги і якості та витратами на зберігання мало знати окремо кожну властивість зернової маси. Багато із цих властивостей і процесів, що протікають у зерновій масі, взаємозалежні між собою і мають комплексний вплив на її стан. Тому найбільш правильне вирішення всіх питань технологічного й оперативного порядку при зберіганні будь-якої партії зерна або насіння може бути досягнуто тільки на основі повного розуміння всього комплексу явищ, що відбуваються в зерновій масі. Вивчення властивостей зернової маси й впливу на неї умов навколишнього середовища показало, що інтенсивність всіх фізіологічних процесів, що протікають у ній, залежить від тих самих факторів, найважливішими з яких є:

- вологість зернової маси;
- вміст вологи в навколишньому середовищі (повітрі, елементах конструкцій сховища, тарі й т.п.);
- температура зернової маси й навколишніх об'єктів;
- доступ повітря до зернової маси.

Саме ці умови закономірно впливають на життєдіяльність всіх живих компонентів зернової маси: зерна, мікроорганізмів, насіння смітних рослин, комах і кліщів.

У практиці зберігання зерна в різних країнах застосовуються три основні режими, засновані на розглянутих нами властивостях зернової маси:

1. Зберігання зернових мас у сухому стані, тобто із пониженою вологістю (у межах до критичної)
2. Зберігання зернових мас в охолодженому стані, тобто температура яких знижена до меж, що мають значний вплив на всі життєві функції компонентів зернової маси
3. Зберігання зернових мас без доступу повітря, тобто в герметичних умовах.

Окрім цих трьох режимів застосовують багато технологічних прийомів, що сприяють забезпеченню збереження зернових мас і застосуванню зазначених вище режимів. До таких прийомів відносять: сушіння й очищення зернових мас від домішок, активне вентилявання, знезаражування від шкідників, хімічне консервування, дотримання комплексу оперативних заходів та ін.

Застосування тих або інших режимів зберігання визначається рядом умов, у числі яких обов'язково повинні бути враховані: кліматичні умови місцевості, в якій має зберігатися зер-

но; типи зерносховищ та їхня ємність; технічні можливості підприємства; цільове призначення партій збереженого зерна; якість партій зерна; економічна доцільність застосування того або іншого режиму й окремих прийомів.

Історично склалося так, що в Україні найпоширенішими є два перші режими зберігання в поєднанні з перерахованими вище технологічними прийомами.

Досвід показав, що найбільшого технологічного ефекту й гарних економічних показників при зберіганні зернових мас досягають тільки в тому випадку, коли при виборі того або іншого режиму зберігання враховують все різноманіття умов, які впливають на стійкість зернової маси в зберіганні.

Найкращі результати одержують при комплексному використанні режимів, наприклад, зберігання сухої маси при знижених температурах.

Якість довгострокового зберігання насіння залежить від вологості та температури у складських приміщеннях. Ціль просушування зерна полягає в тому, щоб за короткий час знизити вологість насіння до 14%.

*Котолуп В.О., магістрант, Руденко В.П., доцент, СНАУ*

### **ЗНАЧЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Сталий розвиток агропромислового комплексу України залежить від підвищення якості та конкурентоспроможності аграрної продукції. Забезпечення якості агропромислової продукції базується на відповідному нормативно-правовому забезпеченні виробничої діяльності аграрних підприємств.

Державна політика у сфері якості продукції, спрямована на підтримку зусиль підприємств та об'єднань у задоволенні потреб та вимог замовників, впровадження сучасних методів та підходів стосовно якості. Реалізація державної політики здійснюється через відповідні законодавчі та нормативно-правові документи. До законодавчої бази належить Закони України, Постанови Кабінету Міністрів, Укази та Розпорядження відповідних органів влади. Концепція державної політики сприяє вирішенню ряду завдань, зокрема: вдосконаленню, розвитку, визначенню стратегії та формуванню культури якості на аграрних підприємствах.

Законом України «Про стандартизацію» встановлено правові та організаційні засади, створення системи національної нормативної документації, яка визначає прогресивні вимоги до вітчизняної продукції, до її розробки, виробництва і застосування. Виробничі процеси аграрних підприємств охоплюють різноманітні види діяльності в залежності від напряму роботи підприємства (рослинництво, тваринництво, виготовлення кормів, тощо) Для кожного напряму розробляються стандарти, технічні умови, технічні регламенти або практичні правила чи процедури діяльності в конкретній сфері.

Стандарт – це нормативний документ, що встановлює загальні правила, вимоги, норми або характеристики щодо діяльності чи її результатів, і зосереджений на досягненні якості в певній сфері діяльності. Стандарт оснований на загальних обговореннях та згодах стосовно оптимальних характеристик технічних засобів. Розроблено цілу низку стандартів, які прийнято на різних рівнях (міжнародному, регіональному, національному, галузевому).

Технічні умови – також встановлюють технічні вимоги, яким має відповідати продукція або процес але вони мають практичний характер, їх можна розглядати як послідовність, послідовності виконання виробничих процесів в аграрній сфері. За потреби у технічних умовах може бути визначено процес, при дотриманні якого здійснюється забезпечення цих вимог. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

Кодекс усталеної практики (звіт правил) має рекомендації чи процедури проектування, виготовлення, монтажу, експлуатації та обслуговування сільськогосподарської техніки і обладнання. Цей документ також може бути стандартом, його частиною або самостійним документом.

Нормативно-правові документи можуть встановлювати як рекомендовані так і обов'язкові вимоги щодо об'єкта стандартизації. Спираючись на практику міжнародної стандартизації прийнято добровільність застосування стандартів, тобто підприємство добровільно вибирає яких стандартів дотримуватись при своїй професійній діяльності. У випадках, якщо вимоги нормативного документа стосуються безпеки життя та здоров'я людини, захисту тварин і рослин, тоді ці вимоги є обов'язковими до виконання.

Нормативно-правовим документом, що регламентує вимоги щодо безпеки продукції процесів чи послуг, є технічний регламент, який, затверджується органом державної влади. Тобто в технічних регламентах встановлено обов'язкові вимоги щодо безпеки та захисту навколишнього середовища.

В наш час для агропромислового виробництва розроблено та затверджено два основних технічних регламенти: «Технічний регламент затвердження типу сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів»; «Технічний регламент щодо складових частин і характеристик колісних сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів». Для забезпечення якості використання сільськогосподарської техніки є відповідність вимогам зазначеним Технічним регламентам.

Таким чином добровільність застосування стандартів та скасування обов'язкової сертифікації сільськогосподарської техніки характеризує перехід України на сучасну європейську систему підтвердження відповідності Технічним регламентам. Застосування європейського підходу надає аграрному підприємству більше можливостей при встановленні технічних вимог щодо аграрної продукції, при цьому дотримання загальних вимог щодо безпеки сільськогосподарської техніки, які встановлено в Технічних регламентах є обов'язковими. Тому, нормативно-правова база агропромислового виробництва є основою для забезпечення якості виробничих процесів аграрних підприємств.

УДК 631.56:633.34

*Плавинський В.І., ст. викладач, Батюк Л.М., зав. навч. лабораторії., СНАУ*

## **АКТИВНЕ ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНА- ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ**

Будь-яка технологічна схема зберігання зерна здійснюється в різних типах зерносховищ, оснащених машинами для транспортування і очищення зерна. Але основне забезпечення якості зберігання зерна процесами тепловологообміну зерна з навколишнім середовищем здійснюються завдяки активному вентиляванню та сушінню. Активне вентилявання та сушіння — це найпоширеніші методи належного зберігання зернових мас

У процесах активного вентилявання, сушіння та інших процесах відбуваються однакові за природою явища тепловологообміну між зерновим середовищем і повітрям (робочим агентом). Процеси тепловологообміну протікають при нагріванні і охолодженні зерна у звичайному стані, насипом, при транспортуванні, очищенні, сушінні, активному вентиляванні, знезараженні, заморожуванні, тощо. Тобто більшість процесів, що забезпечують належне зберігання зерна, засновані на тепломасообміні між зерновим середовищем і довкіллям. У той же час процеси обміну теплоти і вологи здійснюються при певному визначеному стані зернового шару — щільному нерухомому, щільному рухомому, киплячому, віброкиплячому, завислому, падаючому, тощо. Кожний стан шару зерна визначає у більшості випадків інтенсивність обміну теплоти і вологи, а також затрати на здійснення цих процесів.

Вентиляцію застосовують для підсушування зерна при підвищеній вологості, збільшення часу безпечного зберігання вологого зерна, зменшення конденсації та своєрідного злипання (шкуринка) верхнього шару зерна, зниження температури та вологості, збереження схожості насіння, контролю активності комах, уникнення утворення грибкової цвілі та проростання, видалення речовин, що залишилися після хімічної обробки. Найбільш поширеним способом

вентиляції зерна є вентиляція за допомогою горизонтальних каналів (кілька типів). Основний нині, сучасний спосіб вентиляції, найдоступніший і найпростіший, – за допомогою напівкруглих підлогових каналів. Серед його основних переваг – ціна, мобільність, гнучкість у виконанні різних схем розміщення залежно від конфігурації засипки продукції на склад і ефективність.

Загалом системи вентилявання за функціональним призначенням можна розділити на чотири основних класи:

- 1) охолодження;
- 2) підтримка збереження зерна або профілактичне вентилявання;
- 3) підсушування;
- 4) охолодження.

Вибір режиму зберігання визначається кліматичними умовами місцевості, типом зернохoviща та його місткістю, технічними можливостями господарства для приведення партій зерна в стійкий стан, цільовим призначенням партій, якістю і властивостями зерна та економічною доцільністю застосування того чи іншого режиму.

Вентилювання зерна з метою охолодження. Зерно у сховища зазвичай надходить або від комбайнів, або після первинної переробки при температурі, що значно перевищує 20 °С. При таких температурах навіть сухе зерно схильне до виникнення проблем, обумовлених наявністю вологи всередині зернової маси. Першочергове завдання при цьому полягає в швидкому зниженні його температури до 10–12 °С для запобігання цілій низці негативних процесів. При малих нормах вентиляції (10 м<sup>3</sup> / год на тонну зерна) холодний фронт повітря в зерновій масі переміщається повільно і впродовж 8–12 днів зерно рівномірно охолоджується. При підвищених нормах вентиляції (20 м<sup>3</sup> / год на тонну зерна і більше) зерно може бути охолоджене за кілька годин. При охолодженні зерна вентиляванням головне завдання полягає в його збереженні, особливо якщо йдеться про зерно, нестійке для зберігання через підвищену вологість. Охолодження та підсушування зерна створюють в насипу умови, несприятливі для розвитку шкідників і мікроорганізмів. Виключаючи необхідність переміщення зернової маси, вентилявання зводить до мінімуму розпил, травмування і втрати сухої маси. Будучи високomeханізованим, а в деяких випадках і автоматизованим процесом обробки нерухомих партій, активне вентилявання належить до продуктивних і ефективних способів обробки зерна як в технологічному, так і в економічному відношенні.

Активне вентилявання економічно вигідне. Воно не потребує перемішування маси зерна і значно скорочує потребу в робочій силі. Тривалий час для активного вентилявання можна використовували лише атмосферне повітря у його природному стані.

Ефективність вентилявання залежить від температури і вологості застосовуваного повітря, вологості зерна і його температури. Найважливіше значення має загальна кількість повітря, що нагнітається у зернову масу, та її обсяг за певний час. Зернова маса із високою вологістю, яка перебуває у стані самозігрівання, буде охолоджена навіть насиченим вологою холодним повітрям. Питома кількість подаваного повітря, норма його витрати на вентилявання 1 т зерна, залежно від особливостей культури і вологості зернової маси, становить від 30 до 200 м<sup>3</sup>/год за висоти насипу від 1,5 до 3,5 м

УДК 631.879

*Похмура В.В., Семірненко Ю.І., СНАУ, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ НА СХИЛАХ**

Система очистки – робочий орган зернозбирального комбайна, призначений для виділення зерна із зернового вороху, очищення від домішок та подачі очищеного зерна до бункеру, а недомолочених колосків – на пристрій для домолочування. Основну частину втрат зерна за очисткою складає вільне зерно, яке зійшло з подовжувача верхнього решета.



Основні причини підвищеного рівня втрат зерна за системою очистки комбайнів під час роботи на схилах:

1) при русі комбайна з поперечним нахилом відбувається зміщення зернового вороху в бік ухилу (поперечне зміщення), погіршується розподіл зернового вороху на решеті - з однієї бічної сторони решета товщина вороха збільшується і, як наслідок, опір проходження повітряного потоку збільшується, скважність вороху зменшується; з іншого боку решета товщина вороха зменшується, що призводить до непродуктивної витрати повітряного потоку;

2) при русі комбайна вгору по схилу швидкість зернового вороху по решетах збільшується, а час перебування вороху на решетах зменшується, зерно не встигає пройти крізь усю товщину вороху;

3) при русі комбайна вниз по схилу швидкість зернового вороху зменшується, товщина шару вороху збільшується, ступінь розпушення вороху зменшується, що призводить до зниження інтенсивності сепарації зерна;

4) при русі комбайна вгору схилом з одночасним нахилом у поперечному напрямку – одночасна дія факторів 1 та 2;

5) під час руху комбайна вниз схилом з одночасним нахилом у поперечному напрямку – одночасна дія чинників 1 та 3.

Найбільші втрати зерна відбуваються під час руху комбайна вгору чи вниз схилом з одночасним креном у поперечному напрямку.

Із літературних джерел відомо, що при зміні кута поперечного нахилу комбайна від 0° до 8° втрати зерна в полові збільшилися з 0,15 до 1,90 %. При цьому помітних змін у втратах зерна за соломотрясом та молотильним барабаном не спостерігалось, а дроблення зерна підвищується в 1,8 рази. При зміні кута поздовжнього нахилу комбайна (рух вгору по схилу) в межах від 0° до 8° спостерігалось наростання втрат зерна за очисткою та соломотрясом у 2,4 та 1,5 рази, а величини дроблення зерна – до 4,9 % (проти 2,5% при горизонтальному положенні).

Із наведених в літературних джерелах досліджень відомо, що збільшення втрат зерна з 0,7 до 12,7% (у 18 разів) спостерігається зі збільшенням бічного нахилу очистки комбайна від 0 до 10°.

Також із літературних джерел відомо, що при збільшенні кута поперечного нахилу молотарки зернова купа зміщується у бік ухилу, зростає нерівномірність розподілу зернового вороху на решетах. Це призводить до погіршення якісних показників роботи системи очищення.

Тому, для підвищення ефективності роботи системи очистки при роботі зернозбирального комбайна на схилах необхідно забезпечення підвищення рівномірності подачі зернового вороху, що надходить на верхнє решето системи очистки, вирівнювання системи очистки та решіт щодо горизонту, вирівнювання товщини зернового вороху на верхньому решеті за рахунок введення додаткових коливань решета в поперечному напрямку, зміна розподілу повітряного потоку залежно від нахилу молотарки.

УДК 631.879

*Похмура В.В., Семірненко Ю.І., СНАУ, Україна*

### **ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

Очищення зерна від домішок – одна з найважливіших операцій на підприємствах із зберігання та переробки зерна. Метою первинної переробки є доведення якості зерна до товарної кондиції. Наявність домішок негативно впливає на ефективність зберігання зерна та його технологічні особливості, що призводить до зниження виходу і якості продуктів переробки. Тому, операції з очищення займають центральне місце у післязбиральному обробленні зерна.

Домішки у зерні мають різне походження – це насіння бур'янів або культурних рослин,

частини стебел рослин, мінеральні домішки (пісок, каміння, скло тощо), металомангітні домішки. Але головним засмічувачем є багаторічне і однорічне насіння бур'янистих рослин. Очищення зерна проводять на всіх етапах його обробки: післязбиральне очищення, очищення на елеваторах перед направленням зерна на зберігання, очищення зерна в підготовчих відділеннях млина та крупозаводів.

У всіх країнах постійно накопичуються великі запаси відходів промисловості, що мало використовуються або взагалі не використовуються, а також відходів сільськогосподарського виробництва, що призводить до погіршення екологічної обстановки.

Одним із найперспективніших і найпоширеніших підходів у галузі раціонального використання відходів агропромислового комплексу, у тому числі зернопереробних та зернозаготівельних підприємств, є можливість їх застосування в рослинницькій галузі сільськогосподарського виробництва з урахуванням охорони навколишнього середовища. Більшість відходів, що утворюються під час переробки зерна, багатокомпонентні за набором хімічних елементів, мають органічну природу, що підвищує їх спорідненість до органічної речовини ґрунту. Однак, незважаючи на вище викладене, з усього комплексу заходів щодо первинної переробки зерна характерним є низький рівень використання відходів.

У зв'язку з цим проблема пошуку нових та альтернативних способів утилізації відходів зернопереробних підприємств є актуальною і є одним з основних завдань агропромислового комплексу.

Однією із складових, що суттєво впливають на подальше використання відходів є насіння бур'янів. Вміст насіння бур'янів у зерновідходах змінюється в широких межах і залежить від заходів боротьби з бур'яном у посівах, а також від виду зернових відходів.

З проведеного аналізу досліджень по даній темі випливає, що схожість насіння основних видів бур'янів становить, як правило, 10–30 %, тому в окремих випадках допускається оцінка засміченості відходів за загальним запасом насіння. Відповідно до літературних даних, якщо в 1 т органічних добрив кількість насіння, яке зберегло схожість більше 300 тис. шт., то їх внесення на поля не допустиме.

Згідно з результатами наших досліджень, загальний запас схожого насіння бур'янів у відходах первинної переробки зернових культур становить понад 8 млн шт/т відходів. З урахуванням лабораторної схожості 16,7 %, запас схожого насіння бур'янів становить 1357 тис. шт/т зерновідходів, що, відповідно до літературних даних, значно перевищує допустиму для внесення як органічне добриво кількість насіння бур'янів. Застосування даних зерновідходів як добрив можливе шляхом проведення додаткових заходів, одним із яких є їх компостування.

Таким чином, відходи зернопереробних підприємств за основними властивостями не поступаються традиційним органічним добривам (соломі, гною) і при відпрацюванні технології застосування можуть бути використані як органічне добриво. Для цього необхідно контролювати засміченість посівів, визначення загального запасу насіння бур'янів у зерновідходах і приймати відповідне рішення – вносити відходи прямо на поля чи проводити попереднє компостування.

УДК 631.531

*Савойський О.Ю., старший викладач, Люттик В. О., магістрант, СНАУ*

## **ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ**

Сільськогосподарське виробництво у всіх регіонах не повинно стояти без розвитку, потрібно завжди покращувати існуючі технічні засоби та створювати нові методи для покращення ефективності виробництва. Речовини, які входять до складу протруйника, мають тривалий період розпаду в ґрунті, можуть накопичуватися в рослинах та забруднюють навколишнє середовище. Використання мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин часто призводить до забруднення ґрунтових вод, негативного впливу на ріст і розвиток рослин, по-

рушення перебігу мікробіологічних процесів у ґрунтах. Це можна вважати негативною стороною застосування хімічних засобів захисту рослин. Для зменшення негативного впливу агрохімікатів на навколишнє середовище протягом останніх років в Україні та за кордоном проводиться пошук нових методів передпосівної обробки насіння.

Одні з найперспективніших методів розвитку електричних технологій доводять, що ці методи є надійними, економічними, екологічно чистими, та простими у застосуванні. З цього взяли за необхідність дослідити технологію удосконалення пророщуваності насіння, основою якого є метод впливу електричної енергії, зосередженої в електричному полі.

Метою роботи є підтвердження за допомогою експерименту позитивного впливу електричного високовольтного поля постійного струму на ступінь та швидкість пророщення насіння рослини. Задача полягає у тому щоб збільшити врожайність сільськогосподарських культур завдяки раціональному використанні оброблюваних земель та покращити виробництво екологічно чистих продуктів. Ця проблема вирішується завдяки розробці методів впливу на сільськогосподарські культури фізичними факторами, щоб стимулювати ріст і розвиток рослин та й взагалі, продуктивність самих культур.

Обробка у електричному високовольтному полі постійного струму характеризується високою ступінню енергоефективності, та малими витратами енергії для нагрівання оброблювального об'єкта. Робота електричного високовольтного поля полягає в активації електронного комплексу молекул, іонізації цих молекул, та в переході молекул в збуджений стан. Завдяки цьому змінюються електричні властивості насіння та більше поглинання ними води. Даний метод являється одним з найефективніших та забезпечує робочий цикл від декількох секунд до декількох хвилин. Хоч і молекули знаходяться в збудженому стані тільки декілька секунд, цього буде достатньо, для того, щоб посилити дію ферментної системи насіння. Для найефективнішого функціонування такого впливу необхідно визначення точного значення напруженості електричного поля в обробній зоні посівного матеріалу.

Найбільш розповсюдженою технічною культурою в нашій країні є соняшник, тому він був обраний для цього методу. Щоб показати доказ позитивного впливу електричного високовольтного поля на розвиток та ріст насіння рослини, була розроблена експериментальна установка. Ця установка складається з плоскопаралельної електродної системи з верхнім і електродним колектором, зверху якого знаходиться матеріал для обробки. Підключений колектор до джерела високої постійної напруги. Між плоскими електродами при розміщенні по всьому об'ємі маси зерна, що являє собою гетерогенну систему починає відбуватись іонізаційний процес. Зерно повинно мати температуру яка б не перевищувала допустимого значення, при якому кліткова структура насіння не зазнала біологічного порушення. У результаті оброблювальне зерно піддавалося впливу електричних розрядів і хімічних продуктів іонізації. При проходженні струмів розряду та струмів провідності у насінні виділялося тепло. Струм розряду залежав від наявних вільних зарядів в повітряній щілині та провідного пилу на поверхні насіння.

Проведені дослідження показують, що обробка електричним полем високої напруги має позитивний вплив на ступінь і швидкість пророщення насіння соняшнику. Така стимуляція насіння підвищує його біологічну активність, та не пошкоджує структуру і тканину продукту.

УДК 631.531

*Савойський О.Ю., старший викладач, Лютик В. О., магістрант, СНАУ*

### **ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЖИТА**

На сьогодні є важливим завданням покращення урожаю сільськогосподарських культур та зменшення захворювання рослин без застосування хімічної обробки, адже використання мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин часто призводить до забруднення ґрунтових вод, негативного впливу на ріст і розвиток рослин, порушення перебігу мікробіологі-

чних процесів у ґрунтах. Для цього потрібно шукати новітні шляхи та методи для покращення посівних якостей насіння жита, більш екологічно чистих та економічно вигідні.

Новим шляхом вирішення цього завдання це застосування електрофізичних методів обробки зерна, одним із яких є передпосівна обробка насіння в магнітному полі. На сьогодні багато дослідників встановили позитивний вплив постійного магнітного поля на насіння під час передпосівної обробки. Передпосівні установки для обробки, мають високу продуктивність, характеризуються малим споживанням енергії, та є безпечними для навколишнього середовища та персоналу, щоб успішно впровадити технологію для передпосівної обробки насіння в магнітному полі то необхідно встановити всі діючі фактори та визначити їх оптимальні значення.

Досвідчені вчені проводили експерименти з насінням жита. Насіння жита поміщали на транспортер який рухався через магнітне поле. Там регулювали магнітну індукцію зміною відстані між магнітами і вимірювали тесламетром. Транспортерна стрічка завжди рухалась зі 0,3 - 0,7 м/с яку можна було регулювати. Коли насіння жита обробляється у магнітному полі то підвищується швидкість біохімічних і хімічних реакцій, які протікають в клітинах насіння.

Розчинність солей і кислот також підвищується під дією магнітного поля, внаслідок чого змінюються рН і біопотенціал. Збільшення проникності клітинних мембран прискорює дифузію через іони та молекули, збільшується водопоглинання насіння, і також підвищує концентрацію кисню в клітинах рослин. Завдяки всім цим факторам збільшується енергія проростання і схожість насіння жита. Також від швидкості руху насіння, залежить ефект магнітної обробки, але вона є менш істотним фактором, ніж магнітна індукція. Найкращий результат у порівнянні з контролем можна отримати при швидкості 0,5 м/с.

Завдяки багатьом дослідженням було встановлено, що схожість і енергія проростання насіння жита під час передпосівної обробки в магнітному полі залежать від магнітної індукції та швидкості руху насіння в магнітному полі. Режим обробки найбільш ефективний при швидкості руху насіння в магнітному полі 0,5 м/с та чотириразовому перемагнічуванні.

Під час передпосівної обробки насіння рослин, магнітним полем, значно збільшується швидкість хімічної реакції, водопоглинання насіння жита, проникність мембран та концентрація в клітинах кисню - це все призводить до поліпшення посівних якостей насіння жита. У сучасній сільськогосподарській практиці для передпосівної обробки насіння різних культур застосовують безліч речовин та різного роду впливів. Їхня дія спрямована на знезараження поверхні насіння, стимуляцію до проростання та захист сходів під час проростання від несприятливих умов. Протягом всього періоду вегетації рослини на її формування впливають безліч факторів. На першому етапі розвитку швидке та безпечне проростання насіння жита дозволяє отримувати сильні та стійкі до враження хворобами рослини. Застосування магнітного поля перед обробкою насіння жита, зменшує шанс захворюваності рослин, набагато підвищує врожайність сільськогосподарських культур і покращує біохімічні показники рослин та їх якість.

Крім того, покращення сільськогосподарських показників у результаті дії магнітного поля на посівний матеріал, підвищення врожайності культур, супроводжується й поліпшенням якості сільськогосподарської продукції. Це свідчить про значний економічний ефект методу передпосівної обробки посівного насіння в магнітному полі й про доцільність його широкого використання у виробничих умовах.

УДК 635.085.55

*Семірненко Ю.І., Хурсенко О. В., Сумський національний аграрний університет, Україна*

## **ПЕРЕВАГИ ГРАНУЛЮВАННЯ СУХИХ КОРМІВ**

Основними проблемами розвитку тваринництва у фермерських господарствах України є відставання від сучасних тенденцій запровадження інноваційних технологій ведення сільсь-

кого господарства.

В останні роки в нашій країні біля 3 % фермерських господарств спеціалізується на виробництві продукції тварин. Це пов'язано у значній мірі із тим, що нові технології та технічне забезпечення виробничих процесів є недоступним для більшості фермерів через їх дорожнечу. Фермери мають обмежене фінансове забезпечення своєї діяльності. Ця фінансова обмеженість враховується під час формування собівартості тваринницької продукції вартість кормів у якій займає домінуюче місце і складає від 30 до 50 %. Тому, у малих фермерських господарствах частка комбікормів у структурі годівлі складає всього 3,8 %. У великих сільськогосподарських підприємствах ця частка складає 43,0 %. Фермерські господарства у відгодівлі віддають перевагу соковитим кормам (33,9 %), концентратам (27,6 %) та грубим кормам (18,3 %). Тоді як у великих сільськогосподарських підприємствах на соковиті корми припадає 17,3 %, на концентрати – 24,3 %, а на грубі – всього 9,2 %.

Оскільки головна складова витрат на виробництво комбікормів припадає на сировину (до 70,0 %), їхня ціна дуже залежить від вартості зернових. Часткове вирішення проблеми заміщення комбікормів можливе за рахунок використання гранульованих кормів.

Встановлено, що гранульовані корми за своєю поживністю наближаються до концентрованих кормів, а за вмістом каротину значно перевершують їх. В 1кг гранул міститься 0,7-0,86 кормових одиниць, 39-109 г перетравного протеїну і 32- 187 мг каротину.

Вихід готового корму в абсолютному обчисленні при використанні технології гранулювання вище, ніж при сушінні на сіно, силосуванні та збиранні на зерно. Так, при збиранні вієса на сіно, висіяного в суміші з горохом і вирощеного до досягнення молочно-воскової стиглості, втрачається майже половина (близько 47%) кормових одиниць і перетравного протеїну і практично весь (більше 93%) каротин. При гранулювання ці втрати значно нижче. Якщо продуктивність 1 га посіву даної суміші в поживних речовинах при збиранні на сіно прийняти за 100%, то при гранулювання вона піднімається по кормових одиницях в 1,7 рази, по протеїну, що перетравлюється в 1,3 рази і по каротину в 8,5 раз.

Подібна залежність між технологією збирання на сіно і гранулювання отримана і по бобовим травам (люцерна і еспарцет). Гранулювання дозволяє зберегти в 1,8 рази більше кормових одиниць, в 1,8 - 1,9 рази перетравного протеїну і в 4,0 -8,6 рази каротину.

Гранулювання має переваги і перед традиційною технологією заготівлі кормів на зерно. При збиранні ячменю на зерно зберігається трохи більше половини кормових одиниць, третя частина протеїну, а каротин втрачається майже весь. Якщо ячмінь скосити в фазі молочно-воскової стиглості і приготувати гранули, то вдається зберегти близько 90% кормових одиниць та перетравного протеїну і приблизно 40% каротину.

Гранулювання вегетативної маси кукурудзи (чистового посіву або в суміші з горохом) в порівнянні із збиранням її на силос або зерно дозволяє отримати в 1,5-1,6 рази більше кормових одиниць, в 1,3-1,4 рази більше перетравного протеїну і в кілька десятків разів (58-90) більше каротину.

Таким чином, по усім розглянутим культурам застосування технології гранулювання кормів дає істотне збільшення виходу поживних речовин.

Збереження поживних речовин в період зберігання при гранулюванні кормів краще за всіх відомих технологій. Втрати поживних речовин після 7-місячного і, навіть, річного зберігання в гранулах не перевищували 10% по протеїну і 50% по каротину. Корми у вигляді сіна, силосу, трав'яного борошна вже через 5-7 місяців зберігання втрачають протеїн у межах 20-30%, каротин - до 80%. Крім того, біологічна цінність протеїну трави при високотемпературному сушінні (при дотриманні оптимального режиму) мало змінюється, в той час як традиційна технологія заготівлі кормів призводить до втрат значної кількості амінокислот.

**ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК РОЗВИТКУ МЕХАНІЗАЦІЇ В САДІВНИЦТВІ**

Для механізації робіт зі збирання відходів обрізання плодкових дерев наукою та промисловістю запропоновано різні технології та технічні засоби, які значно скорочують ручну працю.

Наприклад, при виштовхуванні з міжрядь суччя накопичуються в робочому обсязі волокуші, виходять за габарити машини і, чіпляючись за дерева, зривають плодові бруньки, ламають гілки, що призводить до щорічних втрат урожаю, що досягає 56-140 кг з гектара. Недоліком є нераціональне використання плодової деревини – спалювання зібраної біомаси. При цьому крім забруднення навколишнього середовища відбувається випалювання ґрунту.

Зволочування гілок з міжрядь, збір у купу поза саду і навантаження вручну чи механізовано, у транспортний засіб чи подрібнювач проводиться з використанням пресування машинами типу ПЛО-5 з навантаженням у транспортний засіб і вивозом для подальшої переробки. Недоліком цієї технології є те, що гілки сильно забруднені ґрунтом. Це вимагає додаткового очищення тріски, внаслідок чого збільшуються економічні витрати.

Метою технологій, що включають подрібнення садових обрізків, є технологічна тріска, на розмірні параметри подрібненої маси накладається обмеження, пов'язане з технологічними процесами подальшої переробки. Крім того, промислове виробництво повинно вестися цілий рік, тоді як місце насадження плодкових дерев повинно бути звільнено від відходів обрізки протягом 2 - 3 місяців. Тому для рівномірного цілорічного завантаження виробництва для переробки тріски, зібрана деревна маса повинна знаходитися в місцях складування з можливістю доставки при необхідності на підприємство. Але зберігання деревної маси у вигляді технологічної тріски ускладнюється її схильністю до самозаймання. Для уникнення цього необхідні спеціальні заходи, що спричиняє підвищення економічних витрат.

Підбір сучків при русі по міжряддям саду, їх подрібнення та подача в накопичувальний бункер як і описані вище способи збирання обрізаної деревної маси не враховують системи утримання ґрунту в садах, стан мікрорельєфу міжрядь. Наявність посередині міжряддя звальних або розвальних борозен після осінньої ґрунтообробки різко погіршує умови роботи. У результаті в саду залишаються неприбрані гілки.

Більш раціональною з цієї точки зору є технологія подрібнення сучків безпосередньо при русі по міжряддю з одночасним закладенням отриманої маси в ґрунт, що виключає можливість залишення гілок в борознах. Позитивним аспектом застосування даної технології є використання обрізаної біомаси для підвищення родючості ґрунтового покриву в садах.

Але під час розкладання запахані деревні залишки знижують урожайність сільськогосподарських культур. Це пояснюється вмістом у деревині смол і танідів. Тому спроби застосування цієї технології в садах на сильнорослих підщепах призвели до зниження врожайності плодкових дерев, внаслідок чого від неї відмовилися.

Інша картина спостерігається в садах на слаборослих підщепах. У таких насадженнях коренева система дерев практично повністю (94%) знаходиться в радіусі 1 м. Вільна частина міжряддя, призначена для пересування садової техніки, залишається чистою від коріння. Можна припустити, що закладаючи подрібнену тріску тут, пригнічуючий ефект розкладання не впливатиме на родючість плодового дерева.

Іншою позитивною стороною застосування даної технології є можливість поєднання операцій утилізації зрізаних гілок з весняним обробітком ґрунту.

Внаслідок всього вище сказаного можна зробити висновок, що використання технології подрібнення і закладення плодової тріски в ґрунт безпосередньо в міжряддях слаборослих садів є перспективним напрямом розвитку механізації в садівництві.

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЮВАННЯ СУХИХ КОРМІВ

Під гранулюванням сухих кормів вбачається сукупність різних фізико-хімічних та фізико-механічних процесів, що забезпечують формування частинок (гранул) певних розмірів, структури, форми та фізичних властивостей. Сухе гранулювання - процес виробництва гранул без додавання значної кількості води в гранульовану суміш. При цьому у суміш можуть додаватися пар та вологі допоміжні речовини, які поліпшують якість продукту або полегшують пресування.

Об'єктом нашого дослідження є процес гранулювання сухих кормів. Даний процес проходить у кілька етапів:

- підготовка початкової сировини, дозування і змішування компонентів;
- власне гранулоутворення;
- формування структури.

Важливим етапом формування гранул є попередня підготовка суміші. Її мета – підвищення продуктивності і ККД прес-гранулятора, зниження тертя у фільєрах матриці, зменшення витрат енергії. Також обробка підвищить міцність гранул.

Найдієвішим методом обробки сумішей є обробка її гарячим паром під тиском 0,2-0,4 МПа у змішувачі гранулятора. Суміш доводиться до вологості 15-16% та температури 75-80 °С, таким чином вона стає пластичнішою. Процедура змінює властивості корму: відбувається денатурація білків, декстринізація і клейстеризація.

Процес гранулювання саме сухих кормів відбувається в такі етапи: попереднє подрібнення; сушіння; повторне подрібнення; гранулювання; охолодження і просів.

Під попереднім подрібненням розуміється процес, коли матеріалом є великогабаритний ресурс. В залежності від характеру сировини встановлюється той, чи інший вид подрібнювача. Є кілька видів подрібнювачів, серед яких барабанні чи дисково рубальні машини, подрібнювачі рулонів і т. п. На виході даного етапу процесу необхідно отримати фракції до 50 мм за максимальними вимірами.

Сушіння передбачає процес роботи одного із сушильних пристроїв. Вологість матеріалу перед подачею на дільницю гранулювання має складати 12 – 14 %. Тому, сировина, що має підвищену вологість, має на виході із процесу сушіння відповідати необхідному температурному значенню.

Сушильний комплекс є одним із найбільш важливих вузлів у лініях, що переробляють вологу сировину.

Повторне подрібнення – це процес, що потрібно здійснити перед процесом гранулювання. Перед гранулюванням сировина має відповідати розмірам фракції 1 – 3 мм. У зв'язку із цим, даний ресурс проходить через молоткову дробарку.

Основним елементом лінії з грануляції є безпосередньо процес гранулювання. Він відбувається за участі прес-гранулятора. Саме він утворює із взятого матеріалу сформовані гранули. Забезпечити якість вихідного продукту можуть лише гранулятори, що призначені саме для даного виду виробництва.

Процес охолодження та просіву відбувається в умовах з підвищеною температурою. На виході із пресувального вузла температура гранул складатиме 70 – 110 градусів. Тому їх необхідно охолоджувати до температури навколишнього середовища, а також відділити незгранульовану частину.

Також, високий ефект дає введення допоміжних речовин. Зазвичай, це рідкі речовини – жир, гідрол, меляса, а також сипучі бентоніти. Вони не лише роблять масу пластичнішою, а ще і збагачують її живильними речовинами. Обсяг сполучних речовин складає до 3% загальної маси. Додавання сполучних речовин може замінювати пропарювання, але використання даних методів дає найкращий результат.

Таким чином, процес гранулювання кормів є досить складним та має відповідати усім

необхідним вимогам. Процес сушки гранульованих кормів є досить затратним та трудомістким. Процеси, які відбуваються при сушці, вимагають постійного контролю.

Тому, складність процесу вимагає вдосконалення механізмів, що спрямовано на полегшення умов праці, збільшення продуктивності та якості продукції.

УДК 631.354.2.076

*Барабаш Г.І., к.т.н., доцент. Мікуліна М.О..к.е.н., доцент, СНАУ*

## **ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗБИРАННЯ ГРЕЧКИ**

Проблема полягає в необхідності визначення більш раціонального варіанту технологій збирання гречки, альтернативність яких знаходиться між роздільним (двофазним) способом збирання та прямим комбайнуванням, враховуючи, що крупа із зерна цієї культури використовується для дієтичного харчування.

Загальновідомо, що до останнього часу практично скрізь застосовувалась традиційна і безальтернативна технологія збирання гречки, яка передбачала скошування рослинної маси (стебла, листя, суцвіття, зерно) у валки, а після її підсихання до збиральної вологості (вологість стебел 18-20%) підбирання та обмолот валків [1].

Для забезпечення цієї технології необхідно мати наступні технічні засоби:

- жатку валкову, конструкція якої дозволяла б формувати валок необхідної ширини і маси, щоб молотарка комбайна при обмолоті валків була повністю завантажена на робочій швидкості в межах 4-7 км/год;
- комбайн зернозбиральний класу 5-10 кг/с, молотильний апарат якого міг би забезпечити обмолот гречки на оптимальних режимах (лінійна швидкість бил барабана 15-18 м/с, що відповідає частоті обертів барабана діаметром 600 мм в діапазоні 480-580 хв<sup>-1</sup>, а це практично вдвічі менше, ніж при обмолоті пшениці);
- підбирач валків, яким комплектується зернозбиральний комбайн і який забезпечив би якісне підбирання валків гречки.

Для забезпечення технології збирання гречки, яка передбачала б пряме комбайнування (будемо називати її альтернативною технологією), необхідно мати:

- обприскувач (або як самостійна машина або в агрегаті з трактором) для нанесення препаратів (хімічних чи органічних) на рослини з метою прискорення дозрівання чи підсихання рослинної маси;
- комбайн зернозбиральний як і в попередній технології;
- пристрій для зменшення технологічних втрат зерна від дії планок мотовила жатки, якщо вони виявляються значними.

Для об'єктивної і достовірної оцінки технологій необхідно володіти інформацією стосовно технологічних можливостей машин, цін на них для формування необхідного раціонального комплексу машин, володіти методикою порівняльної оцінки типової та альтернативної технології збирання гречки [1].

Фактичні затрати часу при проведенні механізованих польових робіт залежать від багатьох факторів. Суттєвий вплив на виробіток машинних агрегатів мають: технічний стан енергетичних засобів і робочих машин, кліматичні, природні і ґрунтові умови, вирощувані культури, сорт, склад агрегату, довжина гонів, організація робіт при проведенні технологічних операцій.

*Визначення техніко-економічних показників машинних агрегатів*

При оцінці ефективності використання МА, пов'язаного з виконанням польових механізованих робіт, використовують головним чином один критерій оптимізації – приведені витрати, які включають в себе прямі експлуатаційні витрати та ефективність капіталовкладень [2.3].

При визначенні рівня ефективності використання нових машин, коли потрібно врахувати нинішні та минулі уречевлені витрати, розрахунки показників порівнювальних агрегатів ве-



дуть за приведеними витратами. В даному випадку формула цілі має вигляд:

$$n_{MA} = f(C_{num}, K_{ек}) \rightarrow \min \quad (1)$$

де  $n_{MA}$  – питомі приведені витрати на машинний агрегат, грн./га (т, т·км);

$C_{num}$  – питомі прямі експлуатаційні витрати, грн./га (т, т·км);

$K_{ек}$  – капітальні вкладення, пов'язані з придбанням технічних засобів, грн/га (т, т·км).

Найбільш економічно доцільним в застосуванні в конкретних умовах є той машинний агрегат, у якого приведені витрати найменші.

Дамо порівняльну оцінку технологіям методом математичного моделювання

Вихідні дані для розрахунків:

1. Поле прямокутної форми площею 100 га.
2. Гречка сорту Ярославна 3 врожайністю зерна 20 ц/га.
3. Склади машинних агрегатів:

- обприскування посівів:

- трактор МТЗ-82.1;
- обприскувач ОПК-800-12;

- скошування маси у валки:

- трактор МТЗ-82.1;
- жатка ЖВП-4,9;

- зернозбиральний комбайн «Палессе» GS-812, обладнаний підбирачем валків ПЗ-3,4-01.

Як показали розрахунки по критеріях прямих експлуатаційних та приведених витрат більш економічною є технологія, яка передбачає десикацію посівів. В порівнянні з технологією, яка передбачає скошування гречки в валки, вона має перевагу в 157 грн/га, а в розрахунку на всю площу – 15720 грн.

Але треба мати на увазі, що обов'язковою умовою при використанні першої технології є обладнання навігаційною системою для забезпечення точності стикових проходів агрегату і недопущення огріхів (на них комбайни заб'ються миттєво) та надлишкового нанесення робочої рідини на рослини в зоні перекриття робочих проходів агрегату. В цій ситуації рушіями трактора приминається близько 12% посівів (по чотири рядки на кожному проході). Це означає перевитрати на насіння при його ціні 8 тис.грн. за одну тону при нормі висіву 100 кг/га складають 96 грн/га, а недоотримання коштів від втраченого зерна при ціні 3 тис.грн. за 1 тону та врожайності 20 ц/га складе 720 грн/га. Через втрати зерна на насіння збитки складуть в сумі 816 грн/т, а на всю площу посіву 81,6 тис.грн.

Як показали польові спостереження, втрати зерна при скошуванні жаткою в валки і їх підбиранні комбайном не перевищують 3%(якщо не порушені агротехнічні вимоги), але зовсім не відомі втрати зерна при прямому комбайнуванні посівів після десикації. Можна стверджувати априорі, що вони будуть не меншими.

Є ще одна деталь не на користь першої технології – витрата коштів на придбання десикантів. Вони складають від 160 до 336 грн/га в залежності від типу препаратів та норми внесення.

Висновки.

1.Балансова вартість комплексів машин, що забезпечують реалізацію обох варіантів технологій, практично однакова. Різниця складає 53 грн/га.

2.Витрати на паливо при застосуванні традиційного варіанту технологій більші в 1,4 рази в порівнянні з альтернативним.

3.Собівартість збирання гречки традиційним способом, визначена за прямими експлуатаційними витратами, на 20 % вища ніж проектного (950 проти 792 грн/га).

4.Традиційна технологія не передбачає внесення будь – яких препаратів впливу на стан рослин на корені, а другий – внесення десикантів, на які потрібно витратити 160 – 336 грн/га в залежності від виробничих обставин.

5.Втрати зерна від застосування традиційного варіанту технологій будуть в межах агро-вимог (не більше 3 %). Експериментальний варіант технологій допускає механічні втрати зерна та насіння на суму приблизно 800 грн/га. Для встановлення величини технологічних

втрат зерна під дією робочих органів жатки комбайна для експериментального варіанту технологій необхідно провести додаткові експериментальні дослідження.

6. Попередньо можна стверджувати, що застосування проектного варіанту технологій в виробничих умовах призведе до перевитрат коштів на суму в межах 800-1000 грн/га.

7. Якщо мати на увазі, що гречана крупа повинна використовуватись для дієтичного харчування, то проектний варіант технологій скоріше всього не має права на існування.

### **БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК**

1. Ефименко Д.Я., Барабаш Г.И. /Гречиха. – М.: Агропромиздат, 1990.-192 с., ил.
2. Мельник І.І., Тивоненко І.Г., Фришев С.Г. та ін. Інженерний менеджмент / За ред. І.І.Мельника. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2007.- 536 с.
3. Методика формування витрат трудових і матеріальних ресурсів та нормативи витрат на виробництво технічних культур / І.М.Демчак, С.І.Мельник, М.Ф.Кисляченко, О.А.Демідов та ін. – К.:НДІ «Укראгропромпродуктивність», 2012. – 526 с. (Бібліотека спеціаліста АПК «Економічні нормативи»).

УДК 67.02

*Семірненко С.Л., Федоренко Д. О., студ., СНАУ, Україна*

### **МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВОК ГРАНУЛЮВАННЯ**

Гранулювання є невід'ємною частиною виробництва як у сільському господарстві, так і у промисловості, так як за допомогою даного процесу відбувається виробництво сухих кормів, мінеральних добрив і т.п.

Гранулятор – це пристрій для грануляції тонкозмелених матеріалів.

Є такі види грануляторів: барабанні; конусні; стрічкові; вібраційні; тарілчасті.

Вдосконалення установок гранулювання може передбачати різні методи, за якими можна покращити показники якості вихідної сировини та продуктивності.

Вдосконалюючи лінію сушіння, можна розглянути кілька варіантів, серед яких можуть бути:

- покращення характеристик вентилятору;
- вдосконалення сушильних елементів (якщо вони працюють на нагрів) за рахунок збільшення потужності нагрівального елемента чи, разом із вище наведеним, змінюючи конструктивні особливості.

Покращення характеристик вентиляторів може відбуватися кількома способами:

- збільшення кількості лопатей крильчатки;
- збільшення розмірів крильчатки, якщо це дозволяють умови;
- зміна кута повороту лопатей крильчатки;
- зміна внутрішнього та зовнішнього діаметрів робочої зони крильчатки;
- зміна відстані від крильчатки до холодоагенту.

Кожен з вище перерахованих методів може значно покращити напрям сушильного потоку по відношенню до оброблюваної речовини.

На рисунку 1 зображено форму крильчатки та напрямок, за яким розподіляється потік при обертанні крильчатки. Таким чином, збільшуючи кількість лопатей крильчатки, можна збільшити потік повітря, що значно покращить процес сушки. Однак, велика кількість лопатей може призвести до надмірної завантаженості та великого навантаження на вісь або вал, на яких закріплено крильчатку.

Зміна внутрішнього та зовнішнього діаметрів робочої зони крильчатки може також призвести до значних змін у потоці холодоагенту. Так, наприклад, зменшення внутрішнього діаметру збільшить об'єм холодоагенту, що подається крильчаткою. Зменшення зовнішнього діаметру призведе до зменшення потоку, що не дасть потрібної якості сушки.

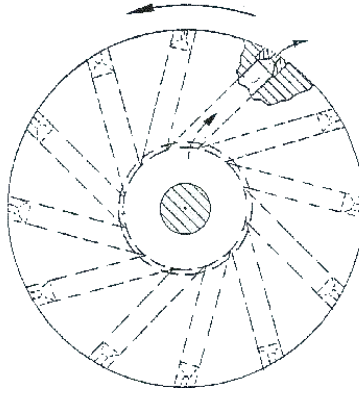


Рисунок 1. Напрямок потоку крильчатки вентилятору

Змінюючи внутрішній чи зовнішній діаметри робочої зони крильчатки або обидва одночасно, більш ефективно було б змінювати кут повороту лопатей.

Також, не менш важливим є метод зміни швидкості обертання крильчатки. За рахунок цього, об'єм холодоагенту, що має подаватися до сировини, буде не лише більшим, а і матиме значно більші тиск та проникну здатність.

Змінюючи потужність приводних електродвигунів, досягається значно більша продуктивність, проте зменшується якість продукції. Крім того, збільшується споживання електроенергії за більших обсягів виробництва, але зменшеного рівня для конкретної вироблюваної продукції якості.

За рахунок зміни конструкції установок можна покращити якість продукції та продуктивність.

УДК 633-49

*Семірненко С.Л., Масло М.С., Сумський національний аграрний університет, Україна*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОШКОДЖЕННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ПРИ МЕХАНІЗОВАНОМУ ВИРОЩУВАННІ**

Пошкоджуваність бульб картоплі при механізованому збиранні залежить від багатьох чинників. Це, перш за все, конструкція картоплезбиральних машин, матеріал, з якого виготовлені робочі органи машин і режими роботи. Не останню роль грають фізико-механічні властивості бульб, які залежать в свою чергу, від сорту, агротехніки обробітку, структури ґрунту, кліматичних умов. Оптимальна температура для збирання повинна бути від 10 до 16 °С. Зниження температури на кожен градус нижче 10 °С дає приріст пошкоджень на 10%. Різке збільшення пошкоджень бульб при температурі нижче 4 °С обумовлено підвищенням вмісту цукру в клітках, унаслідок чого вони стають менш еластичними.

Як показували дослідження, зміни механічної пошкоджуваності бульб обумовлені чинниками середовища складають від 20 до 22%, а обумовлені впливом сорту - від 52 до 56%. Таким чином, генотип має більше значення для стійкості до механічних пошкоджень, чим чинники навколишнього середовища.

Стійкість бульб картоплі до механічних пошкоджень залежно від сорту вивчалася багатьма дослідниками. Так, Мунцерт і Гунніус, що вивчали протягом дванадцяти років 133 сорти, прийшли до висновку, що особливо сприйнятлива до пошкоджень група середньопізніх. Аналогічно в СРСР, в 1983 році, оцінювалася пошкоджуваність дванадцяти сортів різних груп стиглості на Дмитрівській сортодільниці, де було встановлено, що найбільша кількість пошкоджених бульб в групі пізньостиглих, а найменше – в групі ранньостиглих. Дослідженнями Мітруса також встановлено, що пошкодження бульб значною мірою (до 40%) залежать від сорту.

В даний час найбільш придатними для механізованого збирання є сорти, що володіють

такими властивостями, як швидке первинне зростання, швидке і одночасне в'янення бадилля, компактне розташування бульб і легке відділення їх від стolonів. Велику роль грає форма самих бульб, переважніша округло-овальна. Розмір бульб також має значення, оскільки крупні бульби ушкоджуються сильніше, ніж дрібні. Таким чином, сортові особливості мають велике значення в зменшенні пошкодженості бульб при збиранні, а отже і в зменшенні втрат при тривалому зберіганні, тобто назріла необхідність у виведенні сортів, придатних до механізованого обробітку і збирання. При цьому важливу роль грає застосування найбільш достовірної оцінки стійкості бульб до механічних пошкоджень і притому на ранніх стадіях виведення.

Оцінка дійсної стійкості, як вважають селекціонери, можлива тільки при проведенні звичайного збирання (стандартні збиральні машини і операції) з використанням великої партії бульб. Проте такі дослідження не можна проводити з молодими селекційними лініями, коли число бульб обмежене. Тому для виявлення окремих чинників стійкості до механічних пошкоджень були розроблені методи оцінки невеликих партій бульб.

Можна відзначити, що існує досить багато різноманітних методів і засобів для вивчення фізико-механічних властивостей бульб. Проте методи і засоби направлені на визначення окремих чинників стійкості і їх неможливо застосовувати для оцінки реальної стійкості бульб до механічних пошкоджень при збиранні картоплезбиральними машинами.

У зв'язку з цим, виникає необхідність удосконалювати існуючу методичку оцінки стійкості до механічних пошкоджень. Потрібне застосування такої методички, яка дозволила б оцінювати селекційний матеріал на ранніх стадіях виведення (за наявності невеликої кількості бульб), а також характеризувало стійкість по відношенню до всіх видів механічних пошкоджень, що мають місце при звичайному комбайновому збиранні.

УДК 633-49

*Семірненко С.Л., Масло М.С., Сумський національний аграрний університет, Україна*

### **ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ УДАРНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПОШКОДЖЕНІСТЬ БУЛЬБ КАРТОПЛІ**

Зі всього різноманіття пошкоджень найбільш важливе значення мають механічні пошкодження бульб. Оскільки такі організми, як грибки і бактерії, не можуть проникнути через непошкоджену шкірку і дістають доступ в тканині бульби тільки при механічних пошкодженнях.

Крім того, механічні пошкодження приводять до додаткових втрат у вигляді підвищених відходів при використанні картоплі в столових цілях. До того ж картопля з механічними пошкодженнями дуже швидко втрачає у вазі за рахунок посиленого випаровування з пошкодженої поверхні і швидкого дихання. Механічні пошкодження можна розділити на дві групи: зовнішні (поверхневі) і внутрішні. До зовнішніх пошкоджень відносяться пошкодження, які можна визначити зовнішнім оглядом. Це – обдир шкірки, подряпини, тріщини, вм'ятини, вириви, порізи, роздавлені бульби і так далі. Внутрішні пошкодження: потемніння м'якоті, внутрішні тріщини, пошкодження судинних пучків.

Розрізи і порізи бульб при збиранні викликаються в основному неправильним регулюванням глибини лемеша. Обдир шкірки виникає при ковзанні бульб по поверхні робочих органів за наявності високого коефіцієнта тертя. Такі пошкодження, як вм'ятини, розчавлювання, тріщини, вириви виникають від тиску на бульби при статичних навантаженнях. Але найбільша кількість пошкоджень таких серйозних, як тріщини, вм'ятини, пошкодження судинних пучків, потемніння м'якоті викликаються виключно динамічними навантаженнями – зіткненнями бульб з робочими органами.

В процесі машинного збирання, зокрема, комбайном, основну частку в пошкоджуваності бульб займають перепади і дія сепаруючих робочих органів, тобто ударні навантаження на бульби. Н. І. Верещагин також відзначає, що від борозни до бункера комбайна бульба за від-

різок часу від 14 до 33 секунд сприймає від 4 до 7 статичних (що стискають) і від 53 до 84 динамічних (ударних) навантажень. Тому дослідження процесу зіткнення бульби з іншими тілами дозволяє розкрити механізм його пошкодження.

Так, в бульбі при ударі, як показує В. Г. Гагауліна виникають хвилі, що містять дві компоненти: вертикальну, що розповсюджується углиб бульби у вигляді хвилі стискування, і горизонтальну, що розповсюджується по поверхні бульби на всі боки від контактної майданчика у вигляді хвилі розширення. Вертикальна компонента хвилі стискування, хоча і швидко затухає, викликає руйнування м'якоті бульби, що підтверджується мікроструктурним аналізом зрізів. Горизонтальна ж складова хвилі розповсюджується тільки по зовнішньому шару бульби, що пояснюється різною щільністю зовнішніх шарів бульби і серцевини. В результаті удару виникає складне поле тиску, що змінюється не тільки від крапки до крапки, але і в кожній крапці з часом. До того ж поле напруги ускладнюється від віддзеркалення хвилі стискування граничних поверхонь, якими є зовнішні оболонки, судинні пучки, межі кліток і крохмальних зерен. Коли всі хвилі накладаються, це викликає мікроструктурні зміни, тобто виникають пластичні хвилі, дію яких можна спостерігати і аналізувати.

А. І. Бжезовська для опису процесів, що відбуваються в бульбі, використовує як модель пружний однорідний стрижень і відзначає, що при великих швидкостях зіткнення коливання не встигають розповсюдитися по всій бульбі і частина бульби, до якої не дійшла хвиля, поводитья як тверде тіло.

Для оцінки стійкості бульб картоплі до механічних пошкоджень при механізованому збиранні необхідно застосовувати методи випробувань, відтворюючі умови удару, що мають місце в машині (комбайні).

УДК 62-67

*Семірненко С.Л., Муренко О.М., студ., СНАУ, Україна*

## **ПОЗИТИВНІ ЯКОСТІ ГЕЛІОСУШАРКИ В ПРОМИСЛОВОСТІ**

Сушка сільськогосподарської продукції є енергоємним процесом. Наприклад, в конвективних сушарках зерна з електропідігрівом повітря витрата електроенергії складає від 1,3 до 1,9 кВт·г на кожен кілограм видаленої вологи, в терморадіаційних – від 1,4 до 2,2 кВт·г, у високочастотних від 1,8 до 3,5 кВт·г. У зв'язку з вдосконаленням конструкцій терморадіаційних сушарок, в яких разом з прямим випромінюванням використовується і відбиті інфрачервоні промені, витрата електроенергії на кожен кілограм видаленої вологи згідно з роботою, складає від 0,9 до 1,3 кВт·г залежно від виду висушуваної сировини. Енергоємність і технологія сушки овочів і фруктів, істотно відрізняється від енергоємності сушки зерна. Якщо для сушки зерна необхідно понизити його вологість в середньому від 30 % до 15 %, тобто в 2 рази, то для сушки овочів і фруктів цей показник має бути понижений в середньому від 85 % до 15 %, тобто в 5,66 рази. Існують безліч конструкцій геліосушарок.

Для сушіння будь-яких обсягів продукції пропонується портативний сушильний агрегат - батарея з декількох сонячних повітряних колекторів SolarBox, об'єднаних воздуховодом, який підключений до камери сушіння.

Найбільш рекламованою є сонячна сушильна камера з декількох сонячних повітряних колекторів SolarBox, об'єднаних воздуховодом, який підключений до камери сушіння. Температуру сушки можна контролювати регулятором температури від 30° до 70°С на вимогу для сушки різних видів продукції. Ідеально для сушки підходить сонячний повітряний колектор, який є екологічно чистим, високоефективним устаткуванням, яке використовується для сушки сільськогосподарської продукції як великих підприємств, так і невеликих приватних господарств. У колекторі встановлений вентилятор з живленням 12 вольт і вбудована сонячна панель. Вентилятор включається в автоматичному режимі при попаданні променів сонця. Портативний сушильний агрегат використовується для сушки овочів і фруктів, зерна, кукурудзи, тютюну, різних трав, винограду. Вихід продукції може досягати за день від 10 до

100 кг.

Закрита сушильна камера дає можливість уникнути попадання пилу, дощу і інших зовнішніх чинників, а сонячний повітряний колектор – поліпшить швидкість сушки, якість, колір і блиск продукту. Портативний сушильний агрегат працює виключно на сонячній енергії. Він може замінити традиційну енергію, таку, як пекти на вугіллі або дровах, підлогу, що підігривається, яка широко використовується нині. Експерименти показали, що коли сонячно, і середня температура повітря вище +12 градусів, для сушки листя тютюну з 40% вмісту вологи і доведення до 8% вмісту вологи потрібно 2 дні, для трав – 1 день. У сушарку розміщують на сітки, сита, підвішують на рейки продукти або іншу сільгосппродукцію. Нагріте повітря з колектора потоком йде в сушарку і обдуває продукт, який втрачає вологість. Зволожене повітря виходить з сушарки на вулицю. Колектор працює без використання стандартної електромережі 220 В.

В результаті дослідження були визначені такі якості агрегату: не потребує ручної очистки снігу, виріб оснащений функцією самоочищення поверхні, що досягається за допомогою унікальної конструкції і нагрівання поверхні під час функціонування. Таким чином, сніг тавне. Прекрасна продуктивність влітку. Для регіонів, де постійно тепло і для застосування влітку – це ідеальний варіант. Оскільки ефективність пристрою найкраще проявляється саме в таких умовах. Конструкція передбачає наявність вакууму. Це кращий теплоізолятор з можливих. Справна робота при низьких температурах. Оптимальне рішення для застосування в холодну пору року. Продуктивність виробу зберігається навіть при розсіяному світлі і -35°C. Знезаражує воду. Під впливом високих температур, які досягаються в процесі функціонування, знищуються бактерії. Так само SolarBox використовують для сільськогосподарських теплиць.

УДК 62-67

*Семірненко С.Л., Муренко О.М., студ., СНАУ, Україна*

## **РОЗБІР КОНСТРУКЦІЙ ГЕЛІОСУШАРОК, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Геліосушарка використовується в сільському господарстві для сушки оброблюваних продуктів радіаційним і кондуктивним способами одночасно або окремо, і допосівної обробки насіння шляхом їх стимулювання опроміненням, а також в харчовій, хімічній та інших галузях промисловості. Геліосушарка містить сушильну камеру, забезпечену електричним джерелом теплової енергії, повітрязабірним каналом, один кінець якого з'єднаний з повітрязабірним патрубком, а інший за допомогою повітропроводу – з вентилятором, і вихідним патрубком. Геліонагрівач повітря шарнірно укріплений у верхній частині камери з можливістю зміни його кута нахилу. Геліосушарка містить систему стеження геліонагрівача за сонцем. Геліонагрівач виконаний у вигляді параболоциліндра з покриттям робочої поверхні з матеріалу з високовідбивною в інфрачервоній області сонячного спектра і високопропускної у видимій області здатністю і укріплений з можливістю стеження за сонцем в азимутальній площині, і освітлення пропускається видимим випромінюванням продукту. При цьому канал оптично пов'язаний з продуктами. У геліосушарку може бути введено транспортний пристрій для переміщення висушеного продукту від завантажувального пристрою до розвантажувального, встановлений з можливістю освітлення продукту через геліонагрівач повітря. У геліосушарку може бути введено джерело ультрафіолетового опромінення, встановлене з можливістю опромінення продукту.

Така геліосушарка відноситься переважно до сільського господарства, а саме до сушильної техніки, що використовує сонячну енергію для сушки оброблюваних продуктів радіаційним і кондуктивними способами одночасно або окремо, і допосівної обробки насіння, і може бути використано в домашніх умовах для сушіння різних сільськогосподарських продуктів, для штучного зав'язування зеленого чайного листа і сушки чаю, тютюнового листа та ово-

чів, у яких вільною частиною є листя (зелень, селера, капуста білокачанна), нарізаних фруктів, шкірки цитрусових (апельсина, мандарина і т. п.), винограду, а також для допосівного стимулювання насіння, бульб картоплі, насінневого зерна, лікарських рослин, саджанців і т. п., шляхом їх опромінення.

Відома геліосушарка, що містить корпус з світлопрозорим дахом і горизонтальний металевий стрічковий замкнутий транспортер всередині для переміщення висушеного матеріалу від завантажувального пристрою до розвантажувального, встановлений під верхньої стрічкою транспортера. Нагрівальні елементи, завантажувальний та розвантажувальний пристрої підключені до скребкового транспортеру, встановленому під стрічковим транспортером.

Однак відома геліосушарка є недостатньо ефективною через низький ККД використання сонячної енергії в результаті її невисокої концентрації відбивачами при сушінні сільськогосподарської продукції та відсутності можливості автоматичного орієнтування геліосушарки за сонцем протягом усього робочого дня. Відсутній контроль необхідного ступеня висушування продукту, що може призводити до його пересушування, псування. Це особливо важливо, наприклад, при сушінні лікарських трав і інших рослин.

УДК 633.12:631.3

*Барабаш Г.І., к.т.н., доцент, Мікуліна М.О., к.е.н., доцент, СНАУ*

### **НЕОБХІДНІСТЬ ВСТАНОВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ СІВБИ ГРЕЧКО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Проблема полягає в необхідності обґрунтування оптимальних строків початку та тривалості сівби гречки як основного показника агротехнічних вимог при проектуванні раціональних технологічних процесів та технічних засобів для їх здійснення в зв'язку з розробкою комплексу машин для надійного забезпечення механізованої технології вирощування та збирання гречки [1].

#### *Характеристика ґрунтових умов.*

Основні матеріали досліджень – на полях Інституту сільського господарства Північного сходу. Це місце за ґрунтово-кліматичними і метеорологічними факторами відповідає умовам північно-східної зони України. Ґрунти представлені чорноземами типовими мало гумусними крупнопилувато-середньосуглинистими на лесі, орний шар ґрунту характеризується наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу 4%, рН<sub>ксс</sub> – 6,5-6,7, вміст рухомих сполук фосфору та обмінного калію – 10,8-11,7 та 6,2-7,2 мг/100 г ґрунту відповідно.

#### *Характеристика метеорологічних умов.*

Погодні умови 2014 року характеризувались підвищеними середньодобовими температурами повітря, порівняно з середньо багаторічним показником і нерівномірним розподілом опадів протягом вегетації культур. Так, у травні відбулось суттєве підвищення температури повітря на 4,3<sup>0</sup>С, порівняно із середньо багаторічним показником. Проте значна кількість опадів – 54,6 мм випала лише у другій декаді травня. Тоді, як квітень і початок травня були доволі посушливими. Підвищення температури повітря спостерігалось у червні на 0,5<sup>0</sup>С порівняно з багаторічним показником.

В травні також спостерігалися приморозки на поверхні ґрунту силою від мінус 2<sup>0</sup>С до мінус 4<sup>0</sup>С, таких днів з приморозками було два. Останній приморозок на поверхні ґрунту зареєстровано 7 травня.

Найбільш посушливі умови за весь період досліджень склалися в червні, опадів випало на 30,8 мм більше за середній багаторічний показник. Доволі посушливим був серпень, коли опадів було менше за норму на 39,1 мм. Значна кількість опадів зафіксована в других декадах червня та липня на рівні 97,8, що на 30,8 більше за середню багаторічну норму та 75,5 мм, що на 0,5 мм менше багаторічного показника. Загалом, за період вегетації 2014 року, опадів випало на 8,2 мм менше, порівняно з багаторічними даними. Проте, нерівномірний розподіл дощів у даному році вплинув на розвиток культури та формування продуктивності.

Найбільш повно характеризує розподіл тепла і вологи в період вегетації показник гідротермічного коефіцієнту. Так за даними ГТК 2014 року, на межі засухи складались умови у травні, липні і серпні (ГТК 1,3, 1,0, 0,3). Добре зволоження у цей період спостерігалось лише у третій декаді травня (ГТК=1,9) та надмірне у першій декаді червня (ГТК=4,0). Сильна засуха спостерігалась у серпні, оскільки показник ГТК за місяць 0,3. Лише червень можна охарактеризувати як добре зволожений (ГТК=1,7).

Протягом вегетації гречки дощові періоди змінювали посухи. Період критичної фенологічної фази для гречки є цвітіння-плодоутворення. А температура повітря в липні вище 25°C становила 20 днів, мінімальна відносна вологість знижувалась в деякі години до 31-33%. Випадання опадів в кількості 75,0 мм в третій декаді червня з одночасними поривами вітру швидкістю більше 20 м/с сприяло виляганню значної кількості рослин гречки в фазу цвітіння-плодоутворення, що негативно вплинуло на розвиток рослин та продуктивність, а також на формування врожаю.

В дослідах з гречкою проводились фенологічні спостереження, визначалась густота стебловою при повних сходах і перед збиранням, визначали продуктивність рослин гречки з визначенням їх вологості, маси 1000 зерен, плівчастість [3],[4].

Облік урожайності проводився по кожному варіанту досліду при трикратній повторності, визначали густоту рослин перед збиранням, врожайність зерна і незернової частини в центнерах з гектара, а також масу і кількість зерен на одній рослині з додатковими показниками – солонистістю рослинної маси гречки. Насіння гречки висівалося на загальній площі 18 м<sup>2</sup>, заліковий – 8,2 м<sup>2</sup>, спосіб посіву – широкорядний з шириною міжрядь

45 см. Норма висіву насіння на один погонний метр – 76 шт., що в розрахунку на 1 га площі складає 1,7 млн.шт. насінин. На кожному із варіантів був проведений структурний аналіз.

Облік продуктивності кожної рослини проводився з поправкою на 14% вологість зерна.

Статистичні опрацювання результатів дослідів проводились дисперсійним методом. При цьому використовувались пакети прикладних програм Statistica 6.0; Microsoft Excel.

Для проведення досліджень використовувався сорт гречки Ярославна, який виведений вченими Інституту сільського господарства Північного сходу НААН (свідоцтво про авторство на сорт №091370). Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду 85-90 днів. Висота рослин 100-110 см. Маса 1000 зерен – 29-30 г. Урожайність зерна в середньому за роки випробувань склав 30-35 ц/га.

Офіційною методикою визначено, що при вивченні питання впливу строків сівби на продуктивність рослин, сівбу потрібно здійснювати через інтервал в десять днів.

#### **Результати досліджень.**

В процесі спостережень відмічались всі фази розвитку рослин від сівби до збирання і заносились в журнал спостережень.

В літературних джерелах є багато рекомендацій стосовно того, коли необхідно розпочинати скошування гречки в валки: від 75% до 95% стиглих плодів від їх загальної кількості [1]. Такий великий діапазон мабуть пояснюється тим, що різні сорти гречки відрізняються різною властивістю опадання на корені. Оскільки опадання плодів в наших дослідах не спостерігалось до повного дозрівання, то проби брались практично по верхній межі – 90-92%.

2014 рік був специфічним по метеорологічних умовах. Протягом вегетаційного періоду дощові періоди змінювали посухи, мали місце приморозки. При першому терміні сівби 26 квітня, коли частково від приморозків загинули рослини (рис. 1), середня врожайність дорівнювала 11,3 ц/га, а в місцях рівномірної густоти (близько 90 шт./м<sup>2</sup>) врожайність була в два рази вищою.

При другому терміні сівби, коли рослини не потрапили під приморозки, але потрапили частково під спеку під кінець вегетації, врожайність була низькою – 11,8 ц/га. Посіви передостаннього і останнього строку сівби потрапили спочатку під спеку, а потім під ливневі дощі та штормовий вітер, що не дало можливості опилюватись рослинам, тому врожайність різко знизилась до 3,6 та 2,8 ц/га в середньому. На п'ятому (останньому) терміні сівби прямиостячі



посіви мали врожайність 4,3 ц/га, а полегли – 1,3 ц/га.

Якщо погодні умови суттєво вплинули на рівень врожайності зерна, то маса 1000 зерен заходила в межах 22-26 г з незначним зниженням маси зерен, зібраних з ділянок з більш пізніми термінами сівби, врожайність незернової частини рослин мінялася не суттєво в залежності від термінів сівби.

### **Висновки**

1. Результати спостережень цього року дають можливість стверджувати, що неможливо точно встановити оптимальні календарні терміни сівби гречки, які б не потрапили в тимчасові несприятливі умови і забезпечили б реалізацію потенційних можливостей по рівню врожайності. А якщо мати на увазі орієнтовний діапазон часу, то це межі від середини травня до середини червня. Більш ранній термін ризикований можливою наявністю приморозків, а більш пізніший – відсутністю необхідної кількості комах для обпилення.

2. З точки зору проектування комплексної механізації в рослинництві, то ця інформація буде використана в плані того, що при проведенні весняно-польових робіт фактор присутності гречки в сівозміні не може стати напруженим і дасть інженерній службі можливість для маневру при організації роботи машинно-тракторного парку.

### **ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ**

1. Ефименко Д.Я., Барабаш Г.И. /Гречиха. – М.: Агропромиздат, 1990.-192 с., ил.
2. Орманджи К.С.Методика разработки операционной технологии механизированных полевых работ/К.С.Орманджи, Ю.К.Киртбая, Г.И.Барабаш.- М.: ПМУ ЦОПКБ ВИМ, 1982.- 192 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971.- 248 с.(Вып.1).
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1972.- 248 с.(Вып.2).

*Бедрик С.М, студ., Саржанов О.А, к.т.н. доцент, СНАУ*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ**

### **Обробка ґрунту під кукурудзу**

Обробіток ґрунту є одним з основних та витратних елементів технології вирощування кукурудзи. За його допомогою регулюється водний, температурний, поживний, повітряний режими та вологемність, що набуває важливого значення в посушливих умовах. У традиційній системі вирощування кукурудзи загальноновизнаними заходами збереження вологи є лущення, полицевий або безполицевий глибокий (на 25–27 см) осінній основний обробіток, боронування (ранньовесняне, досходове та післясходове), культивуація (передпосівна, міжрядна). Після збирання попередника одразу здійснюють лущення або дискування (після грубо-стеблових — фрезування) на глибину 6–8 см, а після проростання бур'янів — на глибину 8–10 см. За засміченості коренепаростковими рослинами-шкідниками лущать на глибину 12–14 см. Основною помилкою вирощування кукурудзи на зерно може бути утворення дуже мілкої, вологої чи твердої поверхні, а також нестача пухкого шару на десятисантиметровому рівні. Коли обробляють тільки поверхнево, рослини глибоко не укорінюються, відбувається менший розвиток головного кореня. До того ж на рівні глибоких шарів ґрунту, де недостатне провітрювання може утворитися несприятливе середовище, що зупинить мінералізацію азоту.

### **Посів кукурудзи**

Висівати насіння кукурудзи рекомендовано пунктирним способом, коли глибина міжрядь становить 70 сантиметрів. Важливо уникати надмірного загущення, за таких умов пригнічується розвиток качана, підвищуються витрати вологи з ґрунту, значно посилюється конкуренція рослин за світло. У результаті, формуються дрібні розміром та слабко наліті зернини, а також відстрочується термін збирання урожаю. З огляду на гібридні та сортові особли-

вості за групами стиглості, ранньостиглі рослини мають дещо менші розміри, тому сіяти їх можна густіше. Крім густоти під час висівання кукурудзи важливо враховувати рівномірне розміщення насінин. Зменшуючи ширину міжрядь можна досягти оптимального стояння рослин, проте за таких умов зафіксовано також і негативний вплив на формування зернин у качані. Рекомендована норма висіву насінин кукурудзи — 10–25 кг/га.

#### Терміни посіву

Від терміну посіву кукурудзи значно залежить рівень продуктивності різних за стиглістю гібридів та вологість зерна під час збирання. Оптимальним періодом для сівби є прогрівання шару на глибині загортання насінин до +10–12 °С. Пізній посів подовжує дозрівання та збирання до 17–20 днів. За таких умов вологість зерна, як правило, становить 26–30 % і більше. Тому щоби висушити до базового показника (14 %) потрібно витратити майже 50 % енергоресурсів від загального обсягу на виробництво. Зі свого боку, ранній посів кукурудзи на зерно за температури +6–7 °С на глибині загортання насінин сприяє кращому використанні вологи, а цвітіння рослин не відбувається в критичний температурний період. Культура також за таких умов добре запилюється. Недоліком ранніх строків є тривалий період появи проростків, оскільки сходи з'являються тільки на 14–16 день після висіву, або навіть пізніше.

#### Кукурудза в сівозміні

Озимі зернові, бобові, а також картопля, буряки, баштанні та інші просапні культури — кращі попередники для кукурудзи. За недостатнього рівня вологи не рекомендовано її сіяти після соняшнику й цукрових буряків через сильне висушування ґрунту на значній глибині. Кукурудзу можна використовувати і як монокультуру. Розміщення культури після кращих попередників поліпшує ґрунтове середовище, впливає на зменшення забур'яненості посівної площі та розповсюдження збудників хвороб і шкідливих комах. Таким способом стабілізується розвиток рослин кукурудзи.

#### Підживлення кукурудзи

Висока потреба рослин в основних елементах живлення настає в період інтенсивного приросту вегетативної маси та формування репродуктивних органів. Підживлення кукурудзи мінеральними добривами дає можливість отримати приріст урожайності на рівні 10–12 % і більше. Для визначення дози мінеральних добрив під запланований урожай використовують балансовий метод, з огляду на фактичну родючість ґрунту і встановлені нормативи споживання мікроелементів для 1 тони зерна: азоту — 25 кг, фосфору — 12 кг, калію — 25 кг.

УДК 631.3

*Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Філонов Р.К., магістрант, СНАУ*

### **ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ**

Класичний підхід до розрахунку раціону передбачає, що якісний та кількісний склад суміші добирають виходячи з вікових, фізіологічних та продуктивних показників тварин, а також фактичного вмісту поживних речовин у кормах. Якість усіх кормів, що входять до складу суміші, має бути високою. Ця вимога зумовлена тим, що велика рогата худоба не може вибирати з суміші окремі її компоненти, тому неякісний корм у її складі може спричинити захворювання тварин або погіршити їхній апетит. Результатом буде зниження запланованої продуктивності.

Для початку необхідно знати, для якої продуктивної групи тварин необхідно приготувати кормосуміш. Отже, слід враховувати, що з одних і тих самих компонентів можуть бути приготовані різні кормосуміші, які мають різну перетравність в організмі тварини, що, своєю чергою, впливає на її продуктивність. Виникає питання, чому на практиці виходить так, що ефективність використання фактично виготовленої кормосуміші відрізняється від розрахункової, і які чинники на це впливають? Відповідь можна отримати, якщо проаналізувати чинники, що мають першочергове значення у процесі окремих етапів приготування кормосуміші за обраним раціоном. Адже слід врахувати, що при цьому змінюється як її склад, так і фізич-

ні властивості (структура), які визначаються розміром часток окремих видів кормів. Основні технологічні етапи:

- завантаження окремих видів кормів у бункер кормозмішувача (точність дозування окремих компонентів раціону);
- приготування повнораціонних кормосумішей (рівномірність змішування компонентів, фракційний склад часток суміші);
- роздавання кормосуміші тваринам (нормування за довжиною кормового фронту, наявність «баластного» корму в бункері);
- згодовування кормів (фактично спожиті корми, залишки) і засвоєння тваринами поживних речовин із спожитих кормів (перетравність).

Унаслідок впливу різних факторів, на всіх цих технологічних етапах відбувається зміна властивостей первісного раціону, який теоретично розрахований на підставі лабораторних аналізів.

Завантаження складових у кормозмішувач є найважливішим у процесі приготування змішаного раціону, тому що на цьому етапі дозують компоненти. Зазвичай кожний компонент корму зважують на вагах кормозмішувача вже після того, як він потрапляє у бункер. До того ж складність полягає ще й у тому, що здебільшого завантажити корм можна лише окремими, інколи неподільними порціями, через що оператору доводиться самостійно визначати дози кожного компонента. У разі перевантаження надлишки практично неможливо вивантажити, позаяк за потрапляння у бункер компоненти відразу ж починають перемішуватися один з одним. Вибір способу, послідовності завантаження, техніки, яка виконує цю роботу, значно впливає на точність раціону.

Технічні засоби для завантаження кормозмішувачів, які використовують у господарствах, зазвичай не є універсальними, тому що всі компоненти суміші різняться за структурою та формою. Для кожного компонента існує свій, найоптимальніший засіб завантаження, проте утримувати повний набір окремих машин господарствам нерентабельно. Тому слід шукати компроміси між технічним засобом, часом завантаження та точністю дозування.

УДК 629.3

*Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Тимченко Р.О., магістрант, СНАУ*

### **ПРОБЛЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В ЗЕРНОСХОВИЩАХ**

Останнім часом все більше аграріїв вирішують залишити зібране збіжжя в господарстві, а не віддавати його одразу на елеватор. Але, щоб дочекатися періоду найвигодніших цін та отримати максимальні прибутки – необхідно створити ефективні умови зберігання зерна. Їх неможливо забезпечити без активного вентилування. Особливо коли мова йде про зберігання зерна насипом у складах.

Зберегти врожай власними силами - не просте завдання. Труднощі викликані тим, що зерно є живим організмом. В ньому відбуваються певні біохімічні процеси, які, залежно від умов зберігання, можуть призвести до поліпшення чи погіршення якості, а то й до повного псування. До того ж, зерно є сприятливим середовищем для розвитку різних мікроорганізмів, шкідників та хвороб. Воно, як будь-який живий організм, дихає – споживає кисень, виділяє вуглекислий газ, воду та тепло. При цьому, втрачається його маса, підвищується температура й вологість.

Вважають, що умови зберігання зерна забезпечені тоді, коли його дихання проявляється дуже слабо. Впливають на інтенсивність дихання два фактори: вологість та температура. За умови, що збіжжя було очищено від шкідливих і мінеральних домішок, і не знаходиться під прямим впливом навколишнього середовища (інакше кажучи, не лежить під відкритим небом), саме комбінація цих двох складових визначає тривалість зберігання зерна без втрати якісних показників. Отже, щоб зернова маса не дихала, або дихала дуже слабо, треба знизити її температуру та/ або вологість, або перекрити доступ кисню. Це в теорії, а що маємо на

практиці?

Зазвичай типова ситуація виглядає так: господар зібрав комбайном сухе зерно та завіз його до складу, або залишив на току в буртах. Вважав, що нічого з ним не станеться протягом тривалого часу. Проте, через декілька днів занурює руку в зерно і відчуває, що воно стало гарячим та вологим. Справа в тому, що в кожній зернині впродовж 10-20 днів після комбайнового збирання проходить кінцева, так звана післяжнивна, фаза дозрівання. Зерна інтенсивно дихають, виділяючи тепло та вологу. Уже в перші 12 годин температура в насипу починає підніматися, і вже через одну-дві доби з'являється пліснява та шкідники, зникає кисень з міжзернового простору і зерно починає «горіти». Неможливо залишати його в такому стані тривалий час, бо воно зіпсується. Найбільш ефективний, дешевий і простий спосіб тимчасового консервування свіже зібраного збіжжя – активне вентилування його атмосферним повітрям.

Активне вентилування (аерація) – це інтенсивне примусове продування повітрям нерухомої маси зерна.

Зерно від комбайнів, зазвичай, потрапляє на зберігання при температурі 20 °С і вище. За такої температури насіння зернових з вологістю 24-26% може зберігатися не більше 4-10 діб. Охолодження зерна активним вентилуванням дозволяє в 3-4 рази збільшити строк його безпечного зберігання до сушки.

Активним вентилуванням називають примусове продування зернової маси повітрям без її переміщення, що можливо завдяки скважності зернової маси. Залежно від призначення розрізняють кілька видів вентилування: профілактичне вентилування призначене для запобігання самозігрівання зерна. Його проводять періодично, використовуючи переважно нічний час доби і тимчасове похолодання.

*Бедрик С.М, студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ**

Кукурудза — одна з найбільш цінних сільськогосподарських культур. За дотримання всіх агротехнічних вимог вона може формувати високу урожайність. За останні роки кукурудза займає все більш стійку позицію на світовому ринку зерна. У цій галузі природно-економічні умови України дозволяють не тільки забезпечити внутрішні потреби, а і значно наростити її експортний потенціал. Проте в дійсності на шляху створення стабільного і сприятливого середовища, включно з інфраструктурою ринку, у виробничій практиці вирощування кукурудзи ще є численні перепони агротехнологічного характеру.

Кукурудза: основні характеристики

У світовому зерновому портфоліо кукурудза посідає одну з лідируючих сходинок. Варто наголосити, що протягом останніх років урожайність зернової, порівнюючи з іншими культурами, в Україні досягла найвищого значення. Основною ознакою рослин кукурудзи є краща здатність засвоєння світлових променів через фіксацію 1-ю молекулою CO<sub>2</sub> з 4-ма атомами вуглецю. З огляду на це вона належить до групи C4. Кукурудза — високопродуктивна культура за обсягом утвореної сухої маси в період вегетації (до 220 кг/га за день і до 110 кг/га — між фазами 8-го листка, початком формування качана й досяганням). Основні вимоги до вирощування кукурудзи Кукурудза має підвищені вимоги до вологи, тепла, світла, поживних речовин та інших факторів навколишнього середовища. Її гібриди значно відрізняються за вегетаційним періодом, тому й мають різні вимоги до даних показників. Тож як виростити кукурудзу, щоб отримати високі виробничі показники? У разі застосування агротехнічних прийомів з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей зони, екологічних вимог, культура забезпечує отримання максимального врожаю. На чистому, пухкому, повітропроникному ґрунті зі значним шаром гумусу, високим вмістом поживних речовин та вологи, за рН 5,5–7 демонструє максимальну врожайність кукурудза. Технологія вирощування з високими результатами передбачає посів на чорноземах, темно-сірих суглинкових, супіщя-

них, темно-каштанових і заплавлених землях. У період проростання насінини потребують аерації, оскільки зародки поглинають значну кількість кисню. Високий урожай забезпечується, коли його наявність у ґрунтового повітрі перебуває на рівні не нижче 18–20 %. Найбільш сприятливою температурою для вегетації культури є 25–30°C. До фази виходу в трубку рослини стійкі до посухи. Культура добре переносить тимчасову нестачу води в ґрунті, та низьку відносну вологість повітря. Інтенсивне сонячне освітлення також потребує кукурудза. Вирощування за надмірного загущення та засміченості посівів негативно впливає на врожайність.

Основні вимоги до вирощування кукурудзи

Кукурудза має підвищені вимоги до вологи, тепла, світла, поживних речовин та інших факторів навколишнього середовища. Її гібриди значно відрізняються за вегетаційним періодом, тому й мають різні вимоги до даних показників. Тож як виростити кукурудзу, щоб отримати високі виробничі показники? У разі застосування агротехнічних прийомів з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей зони, екологічних вимог, культура забезпечує отримання максимального врожаю. На чистому, пухкому, повітропроникному ґрунті зі значним шаром гумусу, високим вмістом поживних речовин та вологи, за рН 5,5–7 демонструє максимальну врожайність кукурудза. Технологія вирощування з високими результатами передбачає посів на чорноземах, темно-сірих суглинкових, супіщаних, темно-каштанових і заплавлених землях. У період проростання насінини потребують аерації, оскільки зародки поглинають значну кількість кисню. Високий урожай забезпечується, коли його наявність у ґрунтового повітрі перебуває на рівні не нижче 18–20 %. Найбільш сприятливою температурою для вегетації культури є 25–30°C. До фази виходу в трубку рослини стійкі до посухи. Культура добре переносить тимчасову нестачу води в ґрунті, та низьку відносну вологість повітря. Інтенсивне сонячне освітлення також потребує кукурудза. Вирощування за надмірного загущення та засміченості посівів негативно впливає на врожайність.

Температура

Оптимальною температурою для появи перших проростків є +18–25°C, хоча починається процес проростання вже за +9°C. Якщо показник становить +32°C, затримується поява ростків, а вище +35°C — зупинка росту. Як і для інших культур, сума температур до появи перших пар розвинутих листків у кукурудзи становить 14°C, до початку утворення качанів — 20°C, а до цвітіння — 25°C. Щоби досягти оптимальної асиміляції рослинам потрібно розвиватися за +22–30°C, мінімальний показник — +12°C та максимальний — +38°C. Дуже низький температурний режим може негативно впливати на вегетацію культури. Так, у фазі 3 листків та цвітіння температура нижче +3°C є критичною. Зі свого боку, збільшення температурного режиму провокує підвищену реакцію рослинних органів, крім генеративних.

УДК 629.3

*Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Тимченко Р.О., магістрант, СНАУ*

## **ЗМІНА ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПРИ ЗБЕРІГАННІ**

Зернові маси володіють певними фізичними властивостями, які необхідно враховувати в практиці зберігання. Уміле використання цих властивостей під час транспортування, обробки і зберігання дозволить зменшити втрати, поліпшити якість партій зерна і зменшити втрати в елеваторно-складському господарстві. Особливого значення набуває знання фізичних властивостей зернової маси у зв'язку з механізацією і автоматизацією процесів обробки в потоці, запровадженням нових способів сушіння, застосуванням пневматичного транспорту і зберігання великих партій зерна. Зернова маса має такі фізичні властивості: сипкість, самосортування, шпаруватість, здатність до сорбції та десорбції різних парів і газів, теплопровідність, температуропровідність, термовологопровідність і теплоємність.

**Сипкість.** Основою зернової маси як за об'ємом, так і за масою є зерно. Крім нього, у зе-

рновій масі містяться мінеральні та органічні домішки. Все це забезпечує певну рухомість зернової маси, її сипкість. Сипкістю називається здатність зерна і зернової маси переміщуватися по будь-якій поверхні, що розміщена під певним кутом до горизонту. Добра сипкість зернових мас дозволяє досить легко переміщувати їх за допомогою норій, транспортерів і пневмотранспортних установок, завантажувати в різні за розмірами і формою зерносховища та застосовувати принципи самопливу.

**Самосортування.** Різне переміщення зернової маси супроводжується самосортуванням, тобто нерівномірним розподілом компонентів у межах насипу, ємності.

Самосортування – результат сипкості й неоднорідності частинок, з яких складається зернова маса. Неоднорідність зерна за формою, питомою масою, крупністю, виповненістю сприяє різній парусності зерна, тобто переміщенню кожної частинки в повітряному потоці. Крупне, але з малою питомою масою зерно завжди має більшу парусність.

Найбільше самосортування зернової маси проявляється під час завантажування і розвантажування зерносховищ. При цьому крупне, виповнене зерно з великою питомою вагою і малою парусністю швидко досягає дна або поверхні насипу. Дрібне, щупле зерно та домішки з великою парусністю опускаються повільно і відкидаються вихровими потоками повітря до стін або скочуються по поверхні конуса, який утворюється зерновою масою. У зв'язку із цим створюється неоднорідна зернова маса в силосах, насипі і сховищах.

**Шпаруватість.** Простір, що утворюється між твердими частками зернової маси, заповнений повітрям, називають шпарами, а його кількість, виражена в процентах від 1 м<sup>3</sup> об'єму зернової маси, – шпаруватістю. Шпари становлять значну частину об'єму зернової маси й істотно впливають на фізичні властивості та фізіологічні процеси, що відбуваються в ній.

Повітря, яке циркулює у шпарах, сприяє передачі тепла шляхом конвекції, а також переміщенню води у вигляді пари. Велика газопроникність зернової маси дає змогу продувати її повітрям (під час активного вентилявання), а також дезинфікувати відповідними препаратами. Певна кількість повітря в міжзернових просторах необхідна для збереження життєздатності насіння.

**Сорбційні властивості.** Зерно і насіння усіх культур вбирає з довкілля пари різних речовин і газу

Цю властивість використовують під час обробки зерна і 15 навантажувально-розвантажувальних робіт. На основі самопливу виконуються усі технологічні процеси на елеваторах, млинах і круп'яних заводах, де зерно подається вертикально. Зернова маса, піднята норією на верхній поверх елеватора чи млина, самопливом спускається вниз і обробляється різними машинами та агрегатами.

УДК 631.3

*Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Філонов Р.К., магістрант, СНАУ*

## **ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ПРИ ПРИГОТУВАННІ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ**

Як відомо, для повноцінного засвоєння поживних речовин кормосуміші вона має бути специфічної фізичної структури, яку забезпечує наявність у раціоні часток стеблистих кормів певного розміру. Частки, які підтримують моторику рубця жуйних і за дії на слинні залози сприяють виділенню слини, прийнято вважати елементами фізично ефективної клітковини.

Згодовування жуйним тваринам кормосумішей, до складу яких входять дрібно помелені частки грубого корму, призводить до пригнічення як моторики рубця, так і жуйної активності тварин.

Сучасні технічні засоби заготівлі кормів дають змогу встановлювати різну величину нарізання корму, завдяки чому можна отримати кормонарізку з різним середнім значенням і, відповідно, різною структурою фракційного складу часток. Але, при цьому слід враховувати, що один і той самий технологічний засіб з одним і тим самим встановленим теоретичним ро-

зміром нарізання корму (відстань між ножами) забезпечуватиме різний фракційний склад залежно від стадії розвитку рослини і часу збирання корму.

Особливістю роботи такого обладнання є й те, що процес подрібнення стеблистих кормів відбувається одночасно з процесом їхньої заготівлі.

На сьогодні виробники пропонують великий вибір самохідних кормозмішувачів-подрібнювачів-роздавачів кормів, які комплектують фрезерними навантажувачами різноманітних конструкцій. Показники ступеня подрібнення кормів за використання такого обладнання визначають виробники, але часто не вказуються їх у переліку технічних характеристик.

Отже, під час планування потрібної структури часток готової кормосуміші слід враховувати ступінь впливу технічних засобів, що беруть участь у заготівлі стеблистих кормів, на фракційний склад продукції. Доцільно знати цей показник для кожного технічного засобу, що використовують на етапі заготівлі.

Організація ефективного годування різних вікових та продуктивних груп великої рогатої худоби передбачає використання кормосумішей, які складаються із різних раціонів. Водночас кормосуміші повинні мати структуру фракційного складу, відповідну віковим і продуктивним групам. Наприклад, більш подрібнена кормосуміш оптимальна під час вирощування молодняку, особливо за годування в післямолочний період. Проте, у раціоні сухостійних корів доцільно використовувати корм із довгими частками. Але в кожному разі для отримання потрібної фракційної структури кормосуміші враховують технологічну характеристику конкретного кормозмішувача, а також вид і початкову довжину стеблистих кормів.

За годування жуйних тварин повнораціонною кормосумішшю слід мати на увазі, що перетравність різних видів стеблистих кормів залежить від довжини часток конкретного виду корму.

Особливістю роботи кормозмішувачів є те, що водночас із приготуванням корму паралельно відбуваються два технологічних процеси - подрібнення кормів та їхнє перемішування. Процес подрібнення стеблистого корму протікає протягом певного інтервалу часу за поступової роботи шнеків із сумішшю. Така технологічна особливість машин дає можливість отримувати кормосуміші з різним структурним складом. Для кожного кормозмішувача і для певного виду корму основним чинником є часовий фактор тривалості технологічного процесу змішування-подрібнення.

Процес подрібнення корму в кормозмішувачі також залежить від вхідного розміру часток, виду корму і швидкості обертання ножового шнека. На різних етапах процесу подрібнення корм являє собою певний набір часток різного розміру, який характеризується середнім значенням. Частки різного розміру класифікують за стандартними фракціями.

УДК 631.352.9

*Семірненко Ю.І., Янченко Д.В., Сумський національний аграрний університет, Україна*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ПЛЮЩИЛЬНИХ ВАЛЬЦІВ САМОХІДНОЇ КОСАРКИ**

Дослідження по визначенню часу сушки трав проводилися при скошуванні сіяних трав (люцерни першого укусу) косарками-плющилками KUHN FC моделі FC 3125 та John Deere 131. Сіно заготовлялося на площі 120 га, при середній врожайності 132,5 ц/га.

Перед проведенням досліджень попередньо для визначення маси скошеної трави була виготовлена рамка прямокутної форми 1х2 м із суцільним дном. За допомогою чотирьох пенькових строп, що прикріплялися по кутах рамки, вона підвішувалася до динамометра.

Після проходження прокошування кожною косаркою-плющилкою із валка бралася проплющена трав'яна маса і клалася на рамку. Для більшої достовірності досліджень маса бралася з усієї ширини валка, довжина взятої маси становила 1 м.

Досліди проводились трикратно для кожної косарки-плющилки із регулюваннями на ма-

ксимальне і мінімальне плющення. Таким чином, у кожному випадку для кожної косарки і кожного виду трав було проведено шість дослідів.

Визначення маси проплющеної трави, що потрапляла на рамку шляхом обережного підіймання частини прокошу та заведення під нього контрольної рамки, проводилось шляхом підіймання рамки підвішеної за стропи до динамометра, який кріпився до КУН-10.

Після проведення зважувань було взяте середнє значення для кожного дослідів.

При виконанні досліджень фіксувалася температура повітря та його вологість.

Перед проведенням досліджень по визначенню динаміки сушки трав при використанні вказаних косарок-плющилок було визначено товщину шару трав після скошування. Даний дослід проводився трикратно по ширині скошеної та проплющеної маси на контрольній ділянці довжиною 9 м через 3 м. Вимір товщини шару проводився мірним щупом. Для кожної косарки-плющилки знаходили середнє значення. Результати досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Середнє значення шару проплющеної трав'яної маси

Косарка-плющилка	Кількість вимірів, шт.	Середнє значення товщини шару, мм
John Deere 131	9	4,5
KUHN FC моделі FC 3125	9	6,0

Як видно з таблиці 1, товщина шару скошеної маси косаркою-плющилкою John Deere 131 була на 25% менша, ніж при скошуванні KUHN FC моделі FC 3125 (при приблизно однаковій масі).

Для визначення ефективності плющення кожною із косарок-плющилок, нами відбиралися по три проби масою 10 кг по ширині валка. Після цього визначалась кількість проплющених рослин і бралось середнє значення даного результату досліджень.

Дані отриманих результатів досліджень, у відсотках для косарки-плющилки KUHN FC моделі FC 3125 та косарки-плющилки John Deere 131 наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Ефективність плющення трав

Косарка-плющилка	% проплющених рослин від загальної маси
John Deere 131	90
KUHN FC моделі FC 3125	85

Із таблиці 2 видно, що більш ефективним є плющильний апарат косарки-плющилки John Deere 131 вальцевого типу. Кількість проплющених рослин була на 5 % більшою, ніж при використанні косарки-плющилки KUHN FC моделі FC 3125.

Були проведені дослідження по визначенню зміни вологості трав'яної маси при скошуванні косаркою-плющилкою John Deere 131 з вальцевим плющильним апаратом та косаркою-плющилкою KUHN FC моделі FC 3125 з бильним (пальцевим) плющильним апаратом. Початкова вологість скошених трав визначалася методом висушування окремих проб. Зміна вологості в подальшому визначалася шляхом зважування маси трави після контрольного часу її сушки протягом дня (через кожні 2 години).

Результати досліджень по зміні вологості скошеної та проплющеної маси протягом 10 годин наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 - Зміна вологості трав'яної маси від часу сушки

Косарка-плющилка	Вологість маси, % при часі сушки, год					
	0	2	4	6	8	10
John Deere 131	78,2	70,4	61,8	50,7	42,9	33,5
KUHN FC моделі FC 3125	78,2	70,1	61,1	47,9	41,8	31,3

На протязі перших чотирьох годин сушіння різниця у вологості проплющеної маси косаркою-плющилкою John Deere 131 та косаркою-плющилкою KUHN FC моделі FC 3125 була



незначною. Збільшення різниці вологості маси проявлялося з 4<sup>-ї</sup> години сушіння трав.

Аналізуючи результати досліджень можна зробити висновок, що вологість маси, яка була скошена та проплющена косаркою-плющилкою KUNN FC моделі FC 3125, через 10 годин сушіння була нижчою на 2,2% у порівнянні з масою, що була скошена та проплющена косаркою-плющилкою John Deere 131. Даний результат пов'язаний, перш за все, із щільністю прокошу (його товщиною). При меншій щільності, більшій висоті валок краще вентилюється із-за вільнішого проходження повітря між скошеними рослинами не дивлячись на меншу повноту плющіння.

*Дибченко М.Р., магістрант, Павлов О.Г., ст. викладач, СНАУ*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В СИСТЕМІ ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Агротехнічні терміни сівби озимих культур дуже обмежені, а виправити чи пересіяти площі неможливо без великих втрат запланованого врожаю. Тому до цього технологічного процесу завжди ставилися жорсткі агротехнічні вимоги і в тому числі до якості сівби.

В більшій кількості підприємств України технологія сівби зернових культур залишається поки що традиційною, яка включає в себе оранку ґрунтів. Проте оранка полицевими плугами є найбільш енерговитратною операцією. Крім того, вона призводить до переущільнення ґрунту і втрати в ньому гумусу, тобто така оранка наближає деградацію ґрунту. Розроблений ряд технологій вирощування сільськогосподарських культур при використанні безполицевого обробітку ґрунту, які дозволяють зберігати і збільшувати природну родючість ґрунту. Водночас відбувається стихійне впровадження і використання на деяких підприємствах України спрощених технологій сівби зернових культур, зокрема передпосівний обробіток ґрунту дисковими боронами і сівба зернотуковими сівалками з дисковими сошниками; сівба стерньовими сівалками з передпосівним обробітком ґрунту або без нього; прямий посів з використанням іноземних сівалок прямого посіву. Такий стихійний некомплексний підхід до використання земель призводить до їх виснаження, аж до повної втрати природної родючості, тобто до деградації українських чорноземів.

Доповненням до інтенсивних технологій став мінімальний та нульовий обробіток. Основа цих технологій – зменшення кількості та глибини обробітку, впливання на стікання дощової і талої вод, підвищення стійкості поверхні поля до дефляції шляхом збереження частини стерні.

Очевидно, що крім чинників впливу різних технологічних систем на фізичні та біологічні параметри ґрунту, аграріїв насамперед цікавить можливість отримання сталих урожаїв при мінімальних витратах (капітальні вкладення, експлуатаційні витрати). Для використання традиційних технологій в галузі рослинництва потрібна велика кількість різноманітних технічних засобів. Сумарна вартість необхідної техніки велика, а її надійність – низька. Це стосується не тільки України.

Важливо, що відмовившись від оранки, ми економимо велику кількість дизельного палива – до 40 % від того, що витрачається на механізований обробіток ґрунту, сівбу, догляд за посівами і збирання за традиційними технологіями.

Саме головне – при використанні традиційних технологій неможливо забезпечити конкурентоспроможність продукції рослинництва. За даними зарубіжних вчених, економія сукупних витрат при застосуванні мінімального або нульового обробітку ґрунту порівняно з традиційними технологіями становить близько 12%. Аналіз результатів багаторічних досліджень технологій мінімального та нульового обробітку свідчить, що вони дозволяють збільшити прибуток на 10 – 36% порівняно із традиційними технологіями. Під час зростання цін на сільськогосподарську продукцію та енергоносії ця різниця стає все суттєвішою.

Безумовно, що крім економічної, технології прямої сівби виконують і екологічну місію глобального характеру. Вони набувають дедалі більшого поширення у світовій практиці. За

статистичними даними, нині у всьому світі площа ріллі становить 1 млрд 317 млн га. Поширення нових систем землеробства переважно на вирощуванні зернових культур спостерігається з 1982 р. Більш як за 25 років сумарні світові обсяги становлять 95,5 млн га, тобто 6,8% світової площі. У світі приблизно 90% посівних площ зернових та зернобобових культур обробляється без оранки. В європейських країнах цей метод набув поки що меншого поширення, але спостерігається тенденція до його планомірного запровадження. Щорічна площа земель, на яких проводяться роботи за ґрунтозахисними технологіями, зростає на 1 млн га. Активну участь у цьому процесі беруть Україна, Казахстан, Росія. Найбільше ґрунтозахисні технології застосовуються у США, Канаді, Австралії, Аргентині, Бразилії та Парагваї. На частку цих країн припадає майже 95% світових обсягів застосування технологій мінімального та нульового обробітку. Частка європейських країн становить 2,5 – 3%.

Зараз значну увагу фахівців привертають нові технології сівби сільськогосподарських культур, що суттєво зменшують витрати на обробіток ґрунту і сівбу. Вони дедалі більше розвиваються як провідні технології, оскільки однаковою мірою відповідають як екологічним, так економічним вимогам.

Як елемент технологій мінімального та нульового обробітку ґрунту є пряма сівба по необробленому полю при збереженні стерні й рівномірно розкиданої соломи. Стерня сприяє затриманню снігу і нагромадженню вологи, а подрібнена солома запобігає випаровуванню.

Необхідно зазначити, що прямий посів зернових культур в Україні не є вирішенням всіх проблем, а лише одна з можливих технологій сівби зернових культур залежно від природно-кліматичних умов, способу ведення землеробства і сівозмін.

*Грицай В.В., магістрант, Колодій Т.М., зав.лаб., Коноплянченко Є.В., к.т.н., доц., СНАУ*

## **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА**

В останні роки в Україні стала особливо актуальною проблема підвищення економічності, надійності та довговічності машин, що використовуються для потреб сільського господарства і не тільки. Головною задачею дизелебудування є покращення якості вітчизняних дизелів і надійності їх в експлуатації. У здійсненні необхідних для якісної роботи характеристик дизельних двигунів вирішальна роль приділяється паливним системам.

Паливна система в значній мірі визначає довговічність дизельного двигуна в зв'язку з великим впливом процесу передачі палива на його робочий цикл. Термін експлуатації паливної системи визначається надійністю та довговічністю прецизійних пар: плунжерних, нагнітальних клапанів і розпилювачів форсунок. Тому проблема підвищення надійності та довговічності роботи прецизійних пар є актуальною, дослідженню якої в даний час приділяють велику увагу.

Своєчасне виконання технічного обслуговування (ТО) паливної апаратури забезпечує її безперебійну роботу. Періодичність проведення технічного обслуговування паливної апаратури є передумовою надійної роботи її вузлів. Терміни проведення та види технічного обслуговування визначають по напрацюванню машини.

При зберіганні, транспортуванні, заправці і роботі дизеля паливо майже неминуче стикається з повітрям. В повітрі, особливо при роботі машин в полях, постійно знаходяться найдрібніші механічні частинки.

Сучасні фільтри грубого і тонкого очищення палива здатні при правильній їх експлуатації фільтрувати абразивні частинки розмірами від 2-х до 3-х мкм. Проте, паливо, яке часто заправляється в бак, містить до 200 ... 500 г/т сторонніх частинок. Це приводить до високого навантаження ФТО. Чим більше частинок потрапить до фільтру, тим більше їх пройде через нього до прецизійних пар. Крім того, фільтри швидше забруднюються. При заміні елементів, що фільтрують, випадкові частинки бруду та пилу потрапляють в систему, викликаючи додаткове зношення деталей насоса.

Найбільш простий і досить ефективний спосіб очищення палива від домішок – відстоювання. Мінімальний час природного відстоювання – четверо діб, тому на місцях і постах заправки бажано мати не менше двох ємкостей, заглиблених в землю, або обладнаних спеціальними навісами. Тоді як в одній з них витрачається паливо, в іншій здійснюється процес очищення. Цистерни повинні бути забарвлені в світлий або сріблястий колір.

Проникнення води в паливну систему також викликає самі небажані наслідки. Для попередження відмов фільтрів тонкого очищення насоса високого тиску і форсунок необхідно частіше контролювати наявність води у відстійнику і фільтрах грубого очищення особливо в осінньо-зимовий період.

Для зручності виявлення вологи на дизелі встановлюють прозорі стакани-відстійники, в які вкладають спеціальні фарбники (еозин, марганцево-калієва сіль та ін.). При потраплянні в систему вода забарвлюється індикатором і стає помітною через прозорий стакан.

Відомо, що близько половини забруднень потрапляє в паливо через бак. Якщо заливна горловина щільно не закрита кришкою, відсутнє спеціальне набивання, або ущільнення ненадійні, то разом з повітрям в бак поступатиме пил. Тому для зниження забрудненості палива необхідно забезпечити справність даних деталей.

Причиною раптової відмови прецизійних пар можуть бути випадкові частинки, що потрапили в систему при монтажі та демонтажі вузлів паливної апаратури. Відомі випадки, коли форсунки відмовляли в перші хвилини роботи через те, що в них потрапив бруд при транспортуванні. Тому при проведенні ремонту ретельно оглядають сполучені поверхні і, якщо потрібно, ретельно миють їх дизельним паливом. При установці трубопроводів низького та високого тисків через них прокачують паливо.

На надійність дизельної паливної апаратури має вплив режим роботи двигуна. При тривалій роботі дизеля на мінімальних обертах холостого ходу або його перевантаженні підвищується температура носика розпилювача і відбувається інтенсивна закоксованість форсунок. При перевантаженні двигуна спостерігається інтенсивне диміння і підвищене нагаротворення. При роботі на мінімальних обертах холостого ходу перегрів розпилювача визначається тим, що через нього проходять мінімальні порції палива, яких недостатньо для його охолодження.

Таким чином, своєчасне і якісне виконання технічного обслуговування паливної апаратури забезпечує її безперебійну роботу, а, як наслідок, і роботу дизеля в цілому. Періодичність проведення технічного обслуговування паливної системи є передумовою надійної роботи її вузлів.

*Ярошенко П.М., доцент, Сумський національний аграрний університет*

## **ПРО ВИКОРИСТАННЯ БАЛАСТНИХ ВАНТАЖІВ НА ТРАКТОРАХ КЛАСУ 70 КН**

До тракторів класу 70 кН відносяться дуже потужні машини, які наразі в Україні поки що не виробляються. Найближчими до нас тракторами цього класу є вироби Петербурзького тракторного заводу К-744Р3 «Преміум», К-744 Р4 «Стандарт» / «Преміум». Знамениті в свій час «Кіровці» комплектуються двигунами як власного виробництва, так і імпортними. Навіть такі потужні машини мають баласт вагою в 1350 кг, який розміщується на передній підмоторній напіврамі – 600 кг (21 кг×28 шт.) і на вантажній напіврамі – 750 кг (15 кг×50 шт.)

Для роботи з причіпними знаряддями, що створюють вертикальне навантаження на зчіпку 2000...4000 кг, необхідно на трактор встановити здвоєні колеса та демонтувати задні баластні вантажі.

Під час проведення сільськогосподарських робіт слід керуватися даними нижче наведених таблиць щодо баластування та вибору швидкості трактора (табл. 1), а також рекомендаціями щодо налаштування трактора під виконання конкретних робіт (табл. 2).

Таблиця 1 - Рекомендації по підбору баласту, комплекту здвоювання коліс (КЗК) і швидкості для тракторів К-744Р3/Р4 на основних операціях

Модель трактора	Рекомендована експлуатаційна вага, кг	Необхідна тяга на гаку, т, при швидкості, км/год.			Потреба в баласті	Потреба в КЗК
		сівба, 14 км/год.	боронування, 11 км/год.	оранка, 9 км/год.		
К-744Р3 «Преміум» (295 кВт)	17465	4,8	6,5	7,2	500 кг	так
К-744Р4 «Стандарт» (309 кВт)	18130	5,0	6,7	8,0	700 кг 900кг	так
К-744Р4 «Преміум» (315 кВт)	17865					

Таблиця 2 – Рекомендації по налагодженню тракторів під виконання конкретних робіт

Види робіт	Модель трактора							
	К-744Р3						К-744Р4	
	710/70R38		800/65R32		30,5/R32		800/60R38	
	КЗК	баласт	КЗК	баласт	КЗК	баласт	КЗК	баласт
оранка, чизелювання, 7-11 км/год.	+	передній	+	передній	+	передній	+	передній
дискування, боронування, сівба, 9-17 км/год.	-	повний	-	повний	-	повний	-	повний
культивация, 10-15 км/год.	-	повний	-	повний	-	повний	-	повний
транспорт, 20-30 км/год.	-	+	-	+	-	+	-	+

При зміні робочих умов може знадобитися коригування тиску в шинах та баластування.

Що стосується інших представників цього класу потужності, які теж випускаються Петербурзьким тракторним заводом (Росія) або його дочірніми підприємствами, то принципи їх баластування такі ж самі як і К-744.

Трактори закордонного виробництва, які можна віднести до класу потужності 70 кН, відзначаються великим асортиментом і значним попитом серед сільськогосподарських виробників. Так, наприклад, експлуатаційну масу John Deere 9420 можна змінювати в доволі широких межах. Додавання зайвої ваги здійснюється шляхом встановлення штатних вантажів біля коробки диференціалу, передніх вантажів – на передній станині (передній піврамі), литих вантажів – на маточинах коліс передніх і задніх. Заправлення рідинного баласту в шини коліс приводить до аналогічного ефекту. Загальна вага цього красеня з баластними вантажами сягає 18804 кг, а самих баластних вантажів 2987 кг.

Як свідчить інструкція по використанню тракторів John Deere серії 9R (в цій серії до класу 70 кН відносяться моделі 9420R і 9470R), правильне їх баластування з урахуванням розмірів шин, загальної маси, розподілення маси переднього і заднього мостів та розміщення вантажів забезпечить максимальну продуктивність і ефективне використання палива. Рекомендації по правильному використанню баласту для виконання різних задач можна отримати у дилера компанії.

Які ж типи баласту використовують (або вірніше сказати де розміщують) трактори серії 9R? По-перше – баласт на кронштейні передніх вантажів (передня піврама); по-друге – баласт на внутрішніх задніх колесах; по-третє – баласт на зовнішніх задніх колесах і в четвертих – баласт на задній опорній тяговій штанзі. Загальна вага всього баласту тракторів серії 9R може сягати 4130 кг.

Що стосується інших популярних марок тракторів закордонного виробництва, то до класу 70 кН можна віднести трактори CASE серії STEIGER STX 435 і 485. Принцип розміщення баластних вантажів аналогічний вищезазначеним John Deere серії 9R, але маса вантажів може сягати 6000 і навіть 7000 кг.

Не відстають від компанії CASE і трактори компанії NEW HOLLAND. Так на трактор

серії Т-9040 можна навісти баласту до 4500 кг, а на Т-9050 – 4600 кг.

Як бачимо на потужних тракторах відомих брендів активно використовуються пасивні баластні вантажі. Це можна обґрунтувати тим, що ці машини використовуються у важких умовах і з важкими сільськогосподарськими знаряддями, які потребують значної потужності і великого тягового зусилля.

УДК.631.

*Руденко В.А. к.т.н., доц., Плавинський В.І., ст. викл., Калнагуз О.М., ст. викл., Коваленко П.В., магістрант, СНАУ*

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ КАЧАНОВІДОКРЕМЛЮЮЧИХ АПАРАТІВ.**

В останні роки кукурудзу збирають переважно однофазно — комбайнами, тож жатки агрегуються із ними. Чим краще агрегат враховує умови клімату, конкретної території, тим ефективніше відбуватиметься збирання кукурудзи. Але ще важливіше підібрати жатку саме під свій конкретний збиральний комбайн.

Нині вибір жаток на ринку великий. Однак якщо господарство мале або середнє, то за критерієм «ціна-якість» воно нерідко віддає перевагу техніці українського виробництва. Серйозним аргументом тут є ще й той факт, що аграрій отримує відшкодування за придбання техніки вітчизняних виробників.

В світовій практиці найбільшого розповсюдження отримали наступні три качановідокремлюючі системи:

1) Апарати з вертикальними вальцями і примусовим введенням в них стебел кукурудзи. Принципова схема такого апарату наведена на рис. 1. Апарати з вертикальними вальцями широко застосовувались у вітчизняних комбайнах ККХ-3, ККОН-3, «Херсонєць-5», «Херсонєць-6», «Херсонєць-7». Вони складаються з пари 1 відриваючих вальців, що встановлені на кожний рядок кукурудзи і транспортуючих ланцюгів 2. Конструктивною особливістю апарату є те, що осі вальців розташовані перпендикулярно до площини розміщення суміжних контурів подаючих ланцюгів русла.

Суттєвою перевагою апаратів цього типу було досягнення стабільності протікання технологічного процесу відокремлення качанів і його висока продуктивність завдяки примусовому введенню стебел між вальцями. Стебла кукурудзи звільняються від затискання їх подаючими органами тільки тоді, коли вони вже захоплені вальцями.

Крім того, примусове введення стебел дозволило знизити активність відриваючих вальців і зменшити пошкодження качанів у порівнянні з раніше застосованими методами вільного вводу стебла між вальцями.

До недоліків апарату відноситься значне механічне пошкодження качанів за рахунок їх затягування, а також втрати зерна, що відбуваються при його вимолочуванні вальцями.

2) Пікерні апарати з кулачковими вальцями. Принципова схема такого качановідокремлюючого апарату наведена на рис.1.2. Апарати цього типу застосовувались на вітчизняних комбайнах СП-2, СПФ-1,4, КУ-2А, «Херсонєць-22», а також на закордонних, наприклад, югославському «Змай-2», французьких GX306-GX406 фірми «I.Bourgoin S.A.».

Вхідні конуси I при зустрічному обертанні пари вальців гвинтовими ребордами захоплюють незрізані стебла, переміщують їх вздовж вальців і вводять в щілину безкулачкової зони прокатування. Безкулачкова зона II прокатує нижню частину стебла без качанів і водночас переміщує стебло вздовж вальця, вводячи в кулачкову зону III. Зона відриву качанів III в процесі прокатування відриває качани від стебел кулачками, переміщуючи стебло вздовж вальців в зону активного прокатування. В зону активного прокатування IV попадають тільки дуже довгі стебла, а також стебла, що втратили зв'язок з ґрунтом.

Перевагами пікерних качановідокремлювачів є чистота вороха качанів після їх відриву, надійність технологічного процесу.



Рис. 1. Принципова схема качановідокремлювача з вертикальними вальцями і примусовим введенням стебел

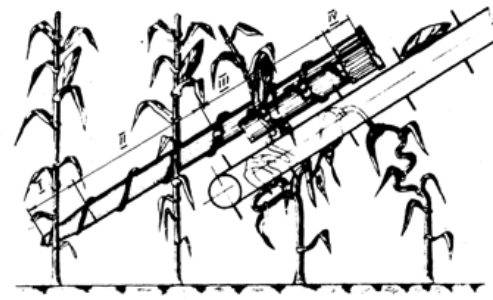


Рис. 2. Принципова схема пікерного апарату з кулачковими вальцями.

Недоліками апарату є значне сковзання стебел по вальцях, пошкодження качанів кулачками, вимолочування і безповоротні втрати зерна, що падає на ґрунт.

3) Пікерно-стриперні качановідокремлюючі апарати, принципова схема яких наведена на рис. 3, у наш час знайшли найширше застосування як на вітчизняних комбайнах – КСКУ-6, ККП-3, КМД-6 і т.і., так і на закордонних – John Deere-300, 543E, 643E; Claas-475, 675; Massey Ferguson-9706 і т.і. Ця система знайшла застосування в США значно пізніше пікерної і є її більш удосконаленою модифікацією, що успішно конкурує з першою як по продуктивності, так і по повноті збирання врожаю.

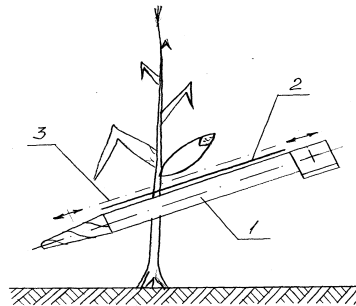


Рис. 3. Принципова схема пікерно-стриперного качановідокремлюючого апарату:

Ці апарати прості по конструкції, надійні в виконанні технологічного процесу, дають мінімальне пошкодження качанів. Однак в результаті протягування стебел між пластинами відбувається не тільки відрив качанів, але й очісування зі стебел листя. Це зумовлює збільшення засміченості вороха качанів листям і верхівками стебел.

Цим переліком вичерпуються качанозбиральні системи, що знайшли свого часу широке застосування в світовій і вітчизняній практиці. Всі інші інтересу не представляють через відсутність переваг перед вищезгаданими.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

1. Борзненко В. Європейсько-українські кукурудзяні жатки [Електронний ресурс] / В. Борзненко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/12551-yevropeiskoukrainski-kukurudziani-zhatky.html>.
2. Гринько Ю. Спеціалізація жаток: під конкретну культуру [Електронний ресурс] / Ю. Гринько, Д. Харитонова // Журнал «Агроном». Агротехніка.. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/spetsializatsiya-zhatok-pid-konkretnu-kulturu/>.
3. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: «Агроосвіта», 2015. — 679 с.
4. Сільськогосподарські та меліоративні машини. Д.Г.Войтюк, В.О.Дубровін, та ін.; за редакцією Д.Г.Войтюка. - К.: Вища освіта, 2004. - 544с.
5. Самарін О.Є. Удосконалення технологічних режимів та конструктивних параметрів ро-

бочих органів кукурудзозбиральних комбайнів: дисертація канд. техн. наук: 05.05.11 / Кримський держ. аграрний ун-т. - Сімф., 2003.

6. Шмат К.І. Кукурудзозбиральні комбайни: теоретичні основи, конструкція, проектування : Навч. посіб. / К.І. Шмат, О.Є. Самарін, Є.І. Бондарєв; Херсон. держ. техн. ун-т. - Перевид. - Херсон : ОЛДІ-плюс, 2003. - 140 с. - Бібліогр.: с. 135.

УДК 631.3.075

Мартинюк А.В., к.т.н., доц., Марченко М.В., к.т.н., доц., Хмельницький національний університет Соларьов О.О., к.т.н., доц., Сіренко Ю.В., ст. викл., Калнагуз О.М., ст. викл., СНАУ

## ТРАЄКТОРІЯ КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ ТРАКТОРА

Криволінійний рух на поворотній смузі, є найбільш складним елементом кінематики агрегату, так як окремі його точки рухаються з різною швидкістю і описують різні траєкторії. Колісний МТА не може миттєво перейти від прямолінійного руху до руху по дузі кола (зокрема, не може здійснювати поворот на деформованому ґрунті з мінімально допустимим радіусом) і від руху по дузі окружності до прямолінійного руху. Він проходить ділянки зі змінними радіусами кривизни від  $R = \infty$  до  $R = R_d$  - при вході в поворот і від  $R = R_d$  до  $R = \infty$  - при виході з повороту [1].

Відомо два види найпростішого криволінійного руху чотирьохколісної машини: коловий рух по колу з постійним радіусом і незмінним положенням центра кривизни і, так званий, несталий (нелінійний) рух, при якому радіус кривизни траєкторії та інші параметри змінюються у часі. Останній випадок є загальний, а перший можна розглядати як частковий.

На рисунку 1 зображена схема руху чотирьохколісної машини з передніми керованими колесами в одному з проміжних положень корпуса і наведені основні кінематичні параметри траєкторії. На рисунку показані також деякі динамічні фактори у вигляді сил, які будуть використані у подальших розділах даної роботи.

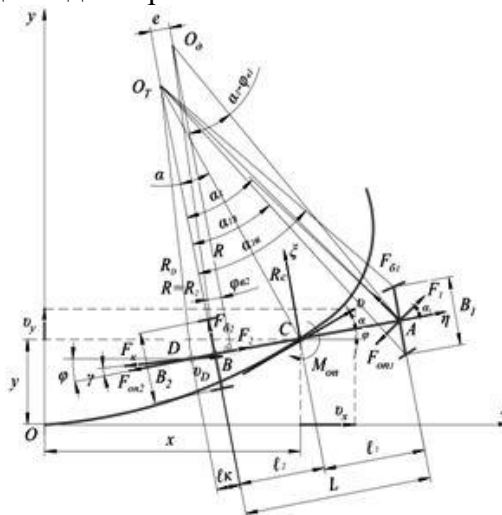


Рис. 1 – Схема повороту енергетичного засобу

Прийmemo наступні позначення:  $v$  – абсолютна швидкість руху центра мас  $C$  машини в горизонтальній площині;  $v_\eta$  і  $v_\xi$  – проєкції швидкості  $v$  на осі рухомої системи координат  $\eta C \xi$ ;  $v_x$  і  $v_y$  – проєкції швидкості  $v$  на осі нерухомої інерційної системи координат  $xOy$ ;  $v_1$  і  $v_2$  – середні швидкості центрів передньої і задньої осей – точок  $A$  і  $B$ ;  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  – кути між векторами швидкостей  $v_1$  і  $v_2$  і повздовжньою віссю машини (у даному випадку  $\alpha_2 = 0$ );  $\alpha_{1z}$  і  $\alpha_{2z}$  – кути повороту в горизонтальній площині відповідно зовнішнього і внутрішнього коліс передньої осі;  $\alpha$  – кут між напрямом швидкості  $v$ , дотичної до траєкторії в точці  $C$ , і по-

вздовжньою віссю машини, так званий, курсовий кут;  $\omega$  – кутова швидкість обертання корпусу машини в горизонтальній площині;  $R$  – радіус повороту машини, найкоротша відстань від миттєвого центра повороту  $O_t$  до поздовжньої осі корпусу; у даному випадку це теоретичний радіус, визначений без урахування явища відведення коліс.

Дослідження закономірностей колового руху і отримання аналітичних залежностей, які дозволяють визначити координати  $x$  і  $y$  центра  $C$  та кути  $\phi$  і  $\alpha$ , необхідно для визначення умов переходу від несталого руху до колового або навпаки при вивченні і дослідженні розворотів машин і особливо машинно-тракторних агрегатів (МТА) на полі під час сільськогосподарських робіт.

При несталому русі майже всі кінематичні і динамічні параметри змінюються у часі. Графо-аналітичні методи побудови відповідних траєкторій дозволяють визначити напрямки для отримання математичних рівнянь траєкторій. Як відомо, ця задача ще не вирішена, а її вирішення має велике значення у питаннях автоматизації руху машин або керування машинами в особливих умовах руху.

Розглянемо випадок, коли кут повороту керованих коліс і курсовий кут змінні під час руху трактора по криволінійній траєкторії. Ділянка, на якій вони зростають від якогось початкового значення до кінцевого в кінці маневру, – це вхід в поворот, а ділянка, на якій вони зменшуються під дією керма, – вихід з повороту.

В разі ступінчастої зміни кутів  $\alpha_1$  і  $\alpha$  всю дугу входу, наприклад, в лівий поворот необхідно поділити на бажану кількість частин (ступеней) і визначитися із вхідними параметрами: при яких значеннях кутів  $\alpha_1$  і  $\alpha$  буде здійснюватися поворот у межах кожної ступені.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. Melnik, V., Dovzhik, M., Tatyanchenko, B., Solarov, O., & Sirenko, Y. (2017). Аналітичний спосіб дослідження криволінійного руху чотирьохколісної машини. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(7 (87)), 59–65. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.101335>
2. Татьяначенко Б.Я. Результаты аналитического исследования траектории криволинейного движения четырехколесных машин / [Б.Я. Татьяначенко, Ю.В. Сиренко]. // Сборник научных статей международной научно-практической конференции «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве». – Минск. – 2017.
3. Графічний спосіб вивчення траєкторії криволінійного руху чотирьохколісного трактора з передніми керованими колесами // М.Я. Довжик, Б.Я. Татьяначенко, О.О. Соларьов // Інженерія природокористування. – Харків: ХНТУСГ, 2016. - №1(5). – С. 6-9.
4. Аналітичний спосіб визначення траєкторії криволінійного руху чотирьохколісної машини з передніми керованими колесами // М.Я. Довжик, Б.Я. Татьяначенко, та ін. // Інженерія природокористування. – Харків: ХНТУСГ, 2017. - №1(7). – С. 64-73.
5. Універсальні рівняння траєкторії криволінійного руху чотирьохколісної машини // Довжик М.Я., Татьяначенко Б.Я., Соларьов О.О., Сиренко Ю.В. // Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. ЖНАЕУ. – 2017. – № 1(58), т. 1 – с. 202-211.

УДК 631.352.9

*Семірненко Ю.І., Янченко Д. В., Сумський національний аграрний університет, Україна*

#### ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ МАСИ СІНА ПРИ ВОРУШІННІ

Сіно - найважливіший корм та одне з головних джерел протеїну, мінеральних речовин і вітамінів для великої рогатої худоби у зимовий період. Сіно одержують природним або штучним висушуванням трав до вологості 14-17%.

Для отримання сіна використовуються бобові та злакові кормові трави та їх суміші, а також травостої природних та покращених кормових угідь.



Сіно у валках слід просушити до орієнтовної вологості 50 - 35%. Для цього валки згрібають, ворують і обертають. При вологості сіна близько 30% його збирають у копиці чи виконують тюкування прес-підбирачами.

Згрібання скошеної маси виконують через деякий час після косіння. Згрібання здійснюють поперек косіння, тобто. агрегат при згрібанні рухається перпендикулярно до руху агрегату косіння. Спосіб руху при згрібанні слід вибрати човниковий. Згрібання виробляти валкоутворювачем. Утворений валок просихає нерівномірно, щоб нижня частина валка теж просохла, слід його воруюти. У суху сонячну погоду воруювання нещільних валків (валків природних трав) можна не проводити. Воруювання здійснюють спусувачами. Перше воруювання доцільно розпочати невдовзі після скошування, при вологості верхнього шару трав 55-60%, у лісостеповій зоні приблизно через дві-чотири години підв'ялювання. Повторне воруювання виконують залежно від погодних умов та перебігу сушіння трав. Зазвичай цей прийом прискорює сушіння на 15-20%. Але повторне воруювання злакобобових трав призводить до значних механічних пошкоджень маси, що тягне за собою втрату цінних у кормовому значенні листової частини та суцвіть. При воруюванні спусувач повинен укласти пров'ялену масу пухким шаром без порушення рівномірності розміщення стебел за площею валка, не допускається утворення куп і розривів. Валок повинен обертатися на 180° незалежно від його розмірів та маси. Загальні втрати при воруюванні не повинні перевищувати 2,5%.

Але, проведені візуальні дослідження, виконані при двократному воруюванні люцерни, показали, що ці втрати значно перевищують 2,5%. Для більш точних досліджень нами укладалось квадратне брезентове полотно із довжиною сторони квадрату 4 м. Скошена роторною косаркою із шириною захвату 2,1 м трав'яна маса із покосу перекладалася шляхом повертання валка на вказаний брезент. Після проведення контрольного воруювання визначалися втрати маси сіна за рахунок дії робочих органів відповідних машин. Проводилось просіювання рослинної маси з її перемішуванням на ситі із діаметром комірок 20x20мм. Досліди проводились після кожного воруювання. Кількість разів воруювання залежала від погодних умов і відбувалося 1 або 2 рази.

Втрати визначалися шляхом зважування просіяної маси й співвідношення її до маси всієї скошеної трави валка. Досліди проводились трикратно для кожного воруювання. Результати досліджень приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Втрати маси при воруюванні

Воруювання	% для кожного дослідження			Середнє значення, %
	1	2	3	
Одноразове	2,6	2,5	2,3	2,46
Дворазове	3,8	4,1	4,3	4,1

Як видно із таблиці 1, втрати листя, суцвіть та часток стеблової маси більші при дворазовому воруюванні майже в 1,7 рази. Разом із втратою маси йде також втрата поживних якостей сіна. Бо, як відомо, листя та суцвіття трав є найбільш поживними частинами сінної маси.

УДК 631.362.3

Головченко Г.С., ст. викладач, СНАУ

### **ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ У ПОХИЛОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПОТОЦІ КОМПОНЕНТІВ НАСІННЄВОЇ СУМІШІ: ЦУКРОВИЙ БУРЯК – ДИКА РЕДЬКА З НАДХОДЖЕННЯМ З ПОЧАТКОВОЮ ШВИДКІСТЮ**

Пропонується видаляти домішки (насіння дикої редьки) в похилому повітряному потоці. Для виявлення закономірності руху тіла в потоці необхідно зробити деякі припущення:

- 1) повітряний потік знаходиться в одній площині;
- 2) повітряний потік постійний за величиною та напрямком швидкості;

3) насіння цукрового буряка та дикої редьки переміщуються в потоці вільно, без зіткнення друг з другом.

Маємо ламінарний потік, який характеризується швидкістю  $v_n$ , спрямованою під кутом  $\beta$  до горизонту (рис.1). На насінину, яка потрапляє у потік, діють сили: сила тяжіння  $G = mg$ , сила опору повітряного потоку  $R$ , яка визначається відносною швидкістю  $v_v$  та відцентрова сила  $m\omega^2 r$ .

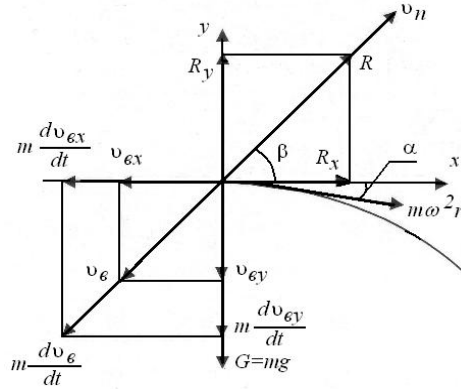


Рис.1

Дослідження руху насінини у повітряному потоці було виконано із застосуванням принципу Даламбера [1]. Тоді маємо на осі  $x$  та  $y$  наступні диференціальні рівняння:

$$-m \frac{dv_{\epsilon x}}{dt} + R_x + m\omega^2 r \cos \alpha = 0, \quad (1)$$

$$-m \frac{dv_{\epsilon y}}{dt} + R_y - mg - m\omega^2 r \sin \alpha = 0, \quad (2)$$

де  $m \frac{dv_{\epsilon x}}{dt}$  та  $m \frac{dv_{\epsilon y}}{dt}$  - проекції сил інерції від відносної швидкості відповідно на осі  $x$  та  $y$ , Н;

$R_x$  та  $R_y$  - проекції сили опору повітря на осі  $x$  та  $y$ , Н;

$mg$  - сила тяжіння насіння, Н;

$\omega$  - кутова швидкість живильного валика, рад./с;

$r$  - радіус живильного валика, м;

$\alpha$  - кут нахилу відцентрової сили, град.

Оскільки сила опору повітря визначається за формулою Ньютона:

$$R = \frac{mg}{v_{кр}^2} (v_n - v_v)^2,$$

де  $v_{кр}$  - критична швидкість насіння, то рівняння (1) та (2) можна записати у вигляді:

$$-m \frac{dv_{\epsilon x}}{dt} + \frac{mg}{v_{кр}^2} (v_n \cos \beta - v_{\epsilon x})^2 + m\omega^2 r \cos \alpha = 0, \quad (3)$$

$$-m \frac{dv_{\epsilon y}}{dt} + \frac{mg}{v_{кр}^2} (v_n \sin \beta - v_{\epsilon y})^2 - mg - m\omega^2 r \sin \alpha = 0. \quad (4)$$

Розв'язавши рівняння (3) та (4), отримаємо рівняння переміщення матеріальної частинки по осі  $x$  та  $y$  в параметричній формі:

$$X = (v_n \cos \beta) t - \frac{v_{кр}^2}{g} \ln \left| \cos \left( \frac{\sqrt{g\omega\sqrt{r\cos\alpha}}}{v_{кр}} t \right) + \sin \left( \frac{\sqrt{g\omega\sqrt{r\cos\alpha}}}{v_{кр}} t \right) \frac{v_n \cos \beta \sqrt{g}}{v_{кр} \omega \sqrt{r\cos\alpha}} \right|$$

$$Y = \left( v_n \sin \beta - v_{кр} \sqrt{1 + \frac{\omega^2}{g} r \sin \alpha} \right) t - \frac{v_{кр}^2}{g} \ln \frac{1}{2} \left| 1 + \frac{v_n \sin \beta}{v_{кр} \sqrt{1 + \frac{\omega^2}{g} r \sin \alpha}} - \left( \frac{v_n \sin \beta}{v_{кр} \sqrt{1 + \frac{\omega^2}{g} r \sin \alpha}} - 1 \right) e^{-\frac{2gt\sqrt{1 + \frac{\omega^2}{g} r \sin \alpha}}{v_{кр}}} \right|. \quad (5)$$

## ЛІТЕРАТУРА

1. Булгаков Володимир Михайлович. Інженерна механіка (Частина 1. Теоретична механіка): підруч. для студ. ВНЗ / В.М. Булгаков, О.І. Литвинов, Д.Г. Войтюк; за заг. редакцією В.М. Булгакова. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 504 с.

*Боровик В.І., магістрант, Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ*

## ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ГНОЮ

Технічні системи та засоби механізації для обробки та утилізації гною можна класифікувати за наступними ознаками: спосіб використання, принцип дії, конструктивні ознаки робочих органів, тип їх приводу тощо.

За способом використання технічні системи і засоби бувають пересувні та стаціонарні. Пересувні застосовуються для видалення гною зі стійл, боксів, вигульних майданчиків, а стаціонарні – лише зі стійл і боксів. Привод робочих органів механізації здійснюється за допомогою двигунів внутрішнього згорання, а також від електродвигунів.

Одним із найпростіших і ефективних способів утилізації екскрементів тварин є самозігрівання їх в буртах за рахунок тепла, що виділяється в результаті життєдіяльності мікрофлори в них. Але цей процес протікає ефективно за умови оптимальної (40 – 45%) вологості біомаси. Ця умова, як правило, забезпечується у випадку утримування тварин з використанням пористої підстилки. Якщо вологість гною є значно вищою, то її знижують за допомогою змішування гною з пористими матеріалами, наприклад, з торфом малого ступеню мінералізації (компостування).

Якщо прибирання гною з приміщень здійснюється гідрозливним способом, вологість гною буде високою, іноді до 98%. Тоді для утилізації його доцільно розділити на фракції: рідку та тверду. Для розділення гною на фракції його спочатку гомогенізують перемішуванням гнойової маси у гноєзбірнику за допомогою фекальних насосів. Для додаткового обезводнення твердої фракції часто застосовують валкові витискачі води. Конструктивно вони виконані у вигляді двох валиків, що обертаються назустріч один одному. Тверда фракція гною до валиків подається транспортером.

За економічними показниками гідравлічні системи гноєвидалення, за винятком безканално-зливних, незначно відрізняються одна від іншої, але застосування тієї чи іншої системи визначає вибір способів обробки рідкого гною з метою наступної його утилізації.

Знезараження та освітлення рідкої фракції гною, як правило, здійснюють біологічним шляхом. Для інтенсифікації процесу розвитку мікрофлори в рідкій фракції її насичують киснем у спеціальних спорудах, які називають аеротенками. Інтенсифікують процес насичення киснем продуванням повітря через тоншу рідину (барботаж) або збільшенням вільної на поверхні рідини розпиленням чи спіненням.

Для барботажу використовують повітряні насоси (компресори) і систему трубопроводів з отворами малого діаметру, які прокладені в нижній частині аеротенка.

Для розпилення (пульверизації) рідкої фракції застосовують гідравлічні насоси та спеціальні розпилюючі насадки.

Спінення поверхні рідини в аеротенку здійснюють спеціальними робочими органами, виконаними у вигляді робочого колеса відцентрового насоса, що обертається навколо вертикальної осі та встановлений близько від поверхні рідини.

Освітлення рідкої фракції здійснюють у механізованих відстійниках, осаджувальних центрифугах, фільтраційних і мулових полях.

Кінцеве знезараження освітленої води здійснюють за допомогою хлорування, озонування та витримкою в біологічних ставках. Після такої обробки воду можна подавати для повторного використання в системі гідрозливу або зливати в природні водоймища.

Утилізація твердої фракції здійснюється високотемпературним висушуванням та самозі-

гріванням її в буртах, а також компостуванням. Для високотемпературного сушіння використовують барабанні сушарки з високотемпературним теплоносієм. Компостування проводять на потокових лініях, до складу яких входять навантажувачі, накопичуючі дозатори, транспортери, змішувачі та інше. Ефективним способом утилізації гною є анаеробне зброджування його в біогазових установках при виробництві біогазу. При цьому поряд з його знезараженням здійснюється енергозабезпечення ферми та покращення властивостей органічного добрива.

Останнім часом все частіше застосовують такі біологічні способи утилізації гною, як переробка його на гумус в результаті життєдіяльності дощових черв'яків та личинок мух, використання їх як білкового корму.

Деякі закордонні фірми розробили технології вилучення з гною неперетравлених тваринами решток стеблових і зернобобових кормів для їх повторного згодовування, що дає значний економічний ефект.

Курячий послід є високоефективним органічним добривом. Відповідним чином оброблений послід також використовується як кормові добавки.

Раціональне використання гною та посліду потребують вирішення найголовнішої задачі – охорони навколишнього середовища.

*Полосьмак В.С., студ., Соколік С.П., ст.викладач, Сумський НАУ*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГОСТІ НА ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО СУШКИ**

Добиватися підвищення якості рослинницької продукції, ефективно запобігати втратам у масі і зниженню якості цієї продукції під час післязбиральної обробки, зберіганні та переробці – це основна задача, яка стоїть перед інженерною службою. Для вирішення цих проблем потрібні скоординовані зусилля науково-технічних, виробничих та бізнесових структур України.

Вивчення способів зберігання певних видів рослинницької продукції чи груп близької за особливостями продукції ґрунтується на досконалому знанні трьох однаково важливих складових:

- 1) об'єкта зберігання (хімічного складу, фізіології);
- 2) факторів, які впливають на процеси, що відбуваються в продукції під час зберігання чи переробки;
- 3) наукових принципів, які покладено в основу зберігання певного виду продукції.

Зернова маса – це сукупність взаємозв'язаних компонентів зерна основної культури, домішок, мікроорганізмів, комах та повітря міжзернових проміжків.

У результаті взаємодії зернової маси з навколишнім середовищем вологість зерна безперервно змінюється до досягнення рівноважної вологості.

Вологість зернової маси – найважливіший і надійний фактор регулювання її життєдіяльності. Вологість – це показник, який характеризує стан насіння. Чим вища вологість, тим меншою має бути температура теплоносія і нагріву зерна. Сире та вологе насіння втрачає життєздатність вже при нагріві до 50<sup>0</sup>С, при нагріві до 60 – 65<sup>0</sup>С життєздатність сирого зерна втрачається повністю. У міру зниження вологості зерна його термостійкість підвищується.

Контроль за вологістю насіння, що зберігається насипом, здійснюють не рідше двох разів на місяць, а також після кожного його переміщення та обробки. Вологість визначають у зразках, які відбирають з кожної засіки або секції, в силосах – у верхньому шарі насипу на глибині до 3-х метрів. Волога в зерні є середовищем, в якому відбуваються всі життєві процеси. Сухе зерно дихає досить повільно. Так, інтенсивність дихання зерна пшениці, жита та інших злакових культур з вологістю 11-12% практично дорівнює нулю. З підвищенням вологості зерна в межах сухого стану зернової маси інтенсивність дихання дещо збільшується, однак залишається низькою. При досягненні зерном певного рівня вологості (близько 15%)

інтенсивність дихання різко зростає. Вологість зерна, починаючи з якої різко посилюються фізіолого-біохімічні і мікробіологічні процеси та змінюються умови зберігання, називається критичною.

Волога із зерна переходить в повітря під час випаровування, десорбції, сушіння, якщо парціальний тиск водяної пари навколо поверхні зерна ( $P_z$ ) перевищує парціальний тиск водяної пари повітря ( $P_p$ ). Волога з повітря сорбуватиметься зерном, якщо  $P_z < P_p$ . Чим більша різниця між парціальним тиском пари води у повітрі і навколо поверхні зерна (або навпаки), тим швидше протікає процес перерозподілу вологи. Вологість зерна, яка відповідає стану рівноваги, називають рівноважною вологістю.

Процеси сорбції й десорбції відбуваються у зерновій масі у зв'язку з різною вологістю її компонентів.

Для збереження якості насіння треба систематично спостерігати за його температурою, вологістю, кольором, запахом, зараженістю і схожістю.

Посівні якості насіння з підвищеною вологістю під час зберігання погіршуються або втрачаються внаслідок дії низьких температур. Чим більший вміст у насінні вільної вологи, тим помітніший вплив на нього температури нижче  $0^{\circ}\text{C}$ . Якщо насіння всіх культур вологістю нижче критичної витримує при зберіганні протягом тривалого часу температуру мінус  $20 - 25^{\circ}\text{C}$ , то з підвищенням вологості його стійкість різко зменшується. Багато зернин, маючи вологість  $20 - 22\%$ , втрачає схожість при температурі повітря мінус  $5 - 10^{\circ}\text{C}$  протягом короткого часу зберігання.

Основними параметрами процесу сушіння зерна є температура нагрітого повітря, вологість і час сушіння. Усі ці параметри пов'язані між собою. Найважливішими параметрами процесу сушіння є температура агента сушіння та нагрівання зерна.

Існують три способи сушіння зерна: тепловий, сорбційний, механічний (застосовують рідко).

Застосування зерносушарок знижує витрати часу на підготовку зерна, зменшує втрату зерна під час зберігання врожаю, а також дає змогу з мінімальними втратами та за короткий період перемістити зерно з поля до зерносховища.

Вибір на користь тієї чи іншої сушарки визначається насамперед її продуктивністю, вартістю, надійністю контролю температури, безпечністю та стабільністю роботи і наявністю відповідного транспортного устаткування.

*Полосьмак В.С., студ., Соколів С.П., ст.викладач, Сумський НАУ*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ВИБОРУ МАШИН ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ**

Процес кормоприготування може включати ряд технологічних заходів, різних за своєю природою та цілеспрямованістю.

Ефективність застосування того чи іншого технологічного заходу в процесі кормоприготування може проявлятися різними шляхами і переслідувати як окремі цілі, так і цілий їх комплекс. В основному вони зводяться до наступного: розширюється і спрощується можливість використання тієї чи іншої сировини для годівлі і цим самим збільшується набір компонентів для різних видів тварин, зміцнюється кормова база галузі.

Збільшується і покращується поїдання кормів. Наприклад, тварини погано поїдають не підготовлену солому (не більше  $2 - 3$  кг із розрахунку на голову великої рогатої худоби), а її втрати досягають  $20 - 30\%$ . Після відповідної підготовки (подрібнення, теплової або хімічної обробки тощо) солома поїдається майже повністю і у більшій кількості.

Підвищується і прискорюється перетравність кормів. Так, зернові корми, що мають високий вміст поживних речовин та добрі смакові якості, у більшості випадків виявляються малоефективними, якщо їх згодовувати без попередньої підготовки. Ціле сухе зерно тварини погано розжовують, тому значна кількість поживних речовин залишається неперетравленою і видаляється з організму разом із калом.

Скорочуються витрати енергії тварин на пережовування корму, запобігаються деякі захворювання тварин. Відомо, наприклад, що на пережовування 1 кг соломи тварина витрачає 625 – 840 Дж. Отже, економія енергії на пережовування рівноцінна додатковій продуктивній дії корму.

Розширюється асортимент кормів, створюються умови для кормовиробництва та кормоприготування на промисловій основі і впровадження прогресивних технологій годівлі тварин.

Поряд із традиційним використанням соковитих, грубих та концентрованих кормів в останні роки набули розповсюдження сінажно-концентратний тип годівлі, приготування вітамінного борошна, брикетування та гранулювання кормів.

З підвищенням рівня інтенсифікації тваринництва спостерігається тенденція до переходу від багатокомпонентних раціонів на монокорми з додаванням необхідних добавок. Перехід від багатокомпонентних раціонів до ущільнених монокормів має такі переваги:

- дозволяє суміщувати кормовиробництво і підготовку кормів до згодовування в одному процесі, здійснюючи заготівлю кормів у заздалегідь сплановані оптимальні строки і незалежно від погодних умов;
- забезпечує суттєве збільшення виходу поживних речовин з одиниці площі посіву і знижує їх втрати у процесі зберігання;
- спрощує рішення питань механізації та автоматизації приготування, зберігання і роздавання кормів, дозволяє на всьому шляху від поля до годівниці, тобто починаючи зі збирання і закінчуючи годівлею, механізувати всі процеси і операції;
- не потребує різноманітних сховищ та технічних засобів.

Таким чином, відносно до процесів кормоприготування можливі дві підходи. Перший – коли відповідна підготовка є обов'язковою, щоб забезпечити саму можливість використання тієї чи іншої сировини в якості корма, тобто для перетворення потенційного корму на дійсний. Другий – коли підготовка доцільна в технологічному та економічному відношеннях, оскільки сприяє раціональному і ефективнішому використанню кормів, супроводжується збільшенням виходу продукції тваринництва при тих же запасах кормів.

Вибір технології кормоприготування обумовлюється наявними кормовими компонентами та їх якістю, видом та віком тварин, прийнятим (заданим) типом годівлі. При цьому технологія кормоприготування в широкому розумінні цього визначення – це структура і послідовність способів та заходів обробки кормової сировини, мета яких одержати готові до згодовування корми.

Стосовно конкретних видів кормів багаторічним досвідом визначені раціональні технологічні заходи. Деякі з них є обов'язковими для більшості видів кормової сировини. Це – очищення та подрібнення. Крім того, для реалізації найбільш доцільної технології годівлі тварин (кормовими сумішками) обов'язковими є також операції дозування та змішування.

Таким чином, процес кормоприготування полягає у виконанні технологічних операцій, спрямованих на надання сировині, що обробляється, нових властивостей. А машини, що виконують такі операції, називаються технологічним обладнанням. Крім технологічного обладнання у процесі кормоприготування для переміщення об'єкту обробки від машини до машини чи його перевантаження використовується і допоміжне обладнання, яке забезпечує потоковість і безперервність, усуває ручну працю в процесі кормоприготування.

*Крутась С.О., студ., Соколік С.П., ст.викладач, СНАУ*

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ОРАНЦІ ҐРУНТІВ ТА ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Оранка – спосіб обробітку ґрунту плугом, який забезпечує кришення, рихлення і обертання оброблюваного шару ґрунту не менше ніж на 135<sup>0</sup>. Виконання оранки дозволяє отримувати добрива та поживні рештки, найбільш повно перерозподіляти ґрунтові шари, згладжувати різницю в їхній родючості, також підрізаються бур'яни, проходить дезінфекція ґру-

нту. Розподіляють оранку по часу проведення як осінню (зяблеву) і весняну. Для забезпечення більш повного перевертання, розпушування і кришення ґрунту та придбання поживних решток плуги обладнують передплужниками, які встановлюють перед кожним корпусом плугу. Оранку плугом з передплужником називають культурною і застосовують на ґрунтах з глибиною орного шару не менше 20 см. При оранці передплужник зрізає та скидає на дно борозни верхній шар ґрунту товщиною 10 – 12 см, а основний корпус плуга піднімає нижню частину орного шару і прикриває ним шар ґрунту, знятий передплужником. Передплужники не використовують, якщо в ґрунт заорюють гній, мінеральні добрива, а також для переорювання та обробітку осушених боліт з товстим шаром торфу або на недавно розкорчованих ділянках.

Зазвичай глибина оранки залежить від ґрунтово-кліматичних умов та біологічних властивостей вирощування сільськогосподарських культур. Отже, оранка може бути мілкою (до 20 см), середньою (20 – 22 см), глибокою (25 см і більше) та плантажною (понад 45 см). Практично загінки орють в складок і врозгін. Розпочинають оранку в складок з середини загінки, а в кінці загінки плуг повертають вправо. Таким чином після першого проходу плуга утворюється звальний гребінь – звал ґрунту. Врозгін оранку починають з правого краю заго-ну, а в кінці проходу плуг повертають вліво. Після цього маємо, що в середині загінки при останньому проході плуга формується борозна, а по краях – звальні гребні. Практично при багаторазовому використанні одного й того ж способу оранки створюються високі звальні гребні і глибокі розгінні борозни. Для запобігання цього необхідно чередувати прийоми оранки як по роках, так і на кожному полі.

При петльовому способі оранки загінки через одну орють в складок, а загінку між ними-врозгін. Петльовий спосіб оранки з чергуванням загінок зораних в складок і врозгін можна використовувати при довжині загінки більше 800 метрів. На загінках, які мають довжину менше 800м, більш результативним буде безпетльовий комбінований спосіб оранки. Застосування петльового і безпетльового способів оранки применшує кількість звальних гребнів і розгінних борозен на полі.

Глибина оранки – це відстань від поверхні необробленого поля до рівня заглиблення в ґрунт робочих органів машин і знарядь, яка залежить від типу і потужності ґрунту, його механічного складу, виду добрив для внесення, вимог щодо вирощуваної на даному полі культури. На дерново-підзолистих і других типах ґрунту з орним горизонтом невеликої потужності виконують оранку на глибину 18- 23см. Відомо, що збільшення глибини оранки приводить до збільшення тягового зусилля, а, отже, і до збільшення затрат на обробіток ґрунту. Так, кожний додатковий сантиметр глибини оранки підвищує енергоємність заходу на 5 – 7%. Оранку ґрунту виконують плугами з робочими органами різноманітних типів. Так лемішні плуги мають полиці з робочою поверхнею різної форми: циліндричної, гвинтової, напівгвинтової, еліптичної та інших. Відомо, що від форми полиці плуга залежить ступінь обертання і кришення ґрунту. Отже, вибір полиці окреслюється тією задачею, яка ставиться перед обробітком в кожному конкретному випадку. При цьому враховується, що циліндрична полиця забезпечує найкраще кришення, але вона погано перевертає ґрунт. В той же час гвинтова полиця, навпаки, добре обертає ґрунт, але погано його кришить. У напівгвинтової полиці передня частина циліндрична, а задня близька до гвинтової. Ця полиця дає краще, ніж циліндрична полиця, обертання ґрунту. Полицю плуга еліптичної форми називають культурною. Оранка плугом з культурною полицею задовольняє виконання всіх операцій при оранці.

Обробіток ґрунту – це виключно енергоємний процес ( до 70 – 75% всіх енерговитрат в технологічному процесі при обробітку ґрунту ). Так механічна енергія при роботі ґрунтообробних машин і знарядь витрачається на подолання опору, який виникає при переміщенні їх робочих і допоміжних частин в ґрунті. Режими роботи плугів повинні бути оптимальними. В першу чергу це стосується швидкості руху. Певна виробнича ситуація потребує абсолютно конкретної швидкості. Для стандартних корпусів швидкість повинна бути в межах 5,4 – 7,0 км/год. Відомо, що зі збільшенням площ полів техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники покращуються.

Задача полягає в вивченні теоретичних передумов, які визначають ефективні показники використання орних агрегатів; опрацювання факторів, які суттєво впливають на кількісні і якісні показники роботи плугів; визначення технічних характеристик різних типів плугів, які використовуються в господарствах області, визначення аналітичним шляхом основних техніко-економічних, техніко-експлуатаційних та енергетичних показників дозволить обґрунтувати найбільш раціональний склад агрегатів стосовно умов типового для лісостепової зони господарства.

*Грицай В.В., студ., Колодій Т.М., зав.лаб., Коноплянченко Є.В., к.т.н., доц., СНАУ*

## **СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

До способів і методів якісного й ефективного відновлення робочих деталей та органів сільськогосподарських машин відносять: наплавлення електродугове і газове; електроконтактне приварювання металевого шару; напилювання газове, детонаційне та плазмове; пластичне деформування; гальванічні покриття; електрошлакове наплавлення; покриття полімерами тощо.

Більшість деталей, відповідальних за роботу зернозбиральних машин, працює при великих швидкостях, а також в умовах абразивного, корозійного та інших видів дій робочого середовища. Завдання підвищення надійності та довговічності цих деталей вирішується, як правило, шляхом застосування високоміцних нержавіючих сталей і сплавів, що тягне за собою великі витрати як дорогоцінних матеріалів, так і металорізального та штампувального інструмента. Постійна нестача інструмента і дефіцитних матеріалів веде до зниження ефективності виробництва, ускладнює забезпечення вимог якості продукції і в кінцевому підсумку ускладнює роботу машини.

Шалений розвиток техніки вимагає підвищення режимів в роботі машин, це диктує створення нових матеріалів (основа покриття), які поєднують захисні властивості покриття з механічною міцністю основи. Застосування покриття обумовлюється тим, що руйнування деталей починається з поверхні.

Працездатність машини підтримується системою заходів технічного обслуговування та ремонту. При технічному обслуговуванні виконують комплекс регулювальних і організаційно-технологічних операцій. З часом, коли працездатність машини неможливо відновити тільки шляхом технічного обслуговування, потрібне розбирання вузлів і агрегатів із заміною деталей – машину направляють в ремонт. Поточний ремонт машин виконують на польовому стані силами механізаторів, складний – на спеціалізованій ділянці центральної ремонтної майстерні за допомогою спеціалізованої ланки слюсарів.

Аналіз умов роботи і зносу деталей машин, що експлуатуються, показує, що сільськогосподарське ремонтне виробництво повинне застосовувати наступні способи відновлення деталей:

1. Наплавленням: механічним, індукційним, електроконтактним. Найперспективніші види механізованого наплавлення – наплавлення в газових середовищах (у середовищі вуглекислого газу, на основі аргону), порошковим дротом з внутрішнім захистом, під легованими керамічними флюсами, плазмовою дугою, за допомогою струмів високої частоти (ТВЧ). Індукційне наплавлення із струмами високої частоти ефективно використовують для нанесення зносостійких шарів завтовшки 0,3 – 2,5 мм на плоскі деталі. Наплавлення електроконтактне здійснюють шляхом приварювання на зношені поверхні деталей сталевих стрічок або проволки, а також шляхом нанесення на них металевих порошоків. Цей спосіб відрізняється високою продуктивністю і універсальністю, оскільки дає змогу приварювати до поверхонь сталевих і чавунних деталей стрічки завтовшки 0,1 – 0,3 мм і більше з високо-вуглецевих і легованих сталей. Основний метал деталей майже не нагрівається.

2. Різними видами зварки: ручною, ручною газовою електродугою, напівавтоматичною, газоелектричною в середовищі вуглекислого газу, контактною (точкової і шовної).



3. Зміцненням деталей, відновлених наплавленням і зваркою, поверхневим гарту з нагрівом ТВЧ, газовим полум'ям або плазмовою дугою, поверхневою пластичною деформацією, електромеханічною обробкою, термомеханічною обробкою, що проводиться в процесі наплавлення. Застосування операції зміцнення ефективно і для деталей, що не піддаються наплавленню.

При високій якості відновлення зношених деталей в значній мірі забезпечується ресурсозбереження та економія коштів.

Для зміцнення і нанесення захисних покриттів досить перспективним є метод електророзійного легування (ЕЕЛ). Плазмове напилення робочих органів порошками системи оксид алюмінію-нікелю забезпечує підвищення зносостійкості деталей вдвічі – втричі в порівнянні з серійним. Забезпечити належну точність поверхні під час виготовлення та ремонту деталей здатні холодні методи відновлення. У сучасному виробництві і ремонті більшості виробів автотракторної техніки для забезпечення належних експлуатаційних властивостей використовують гальванічне залізнення та хромування.

Прогресуюче моральне старіння і скорочення машинно-тракторного парку господарств (забезпеченість машинами становить 40 – 63%) впливає на рівень використання виробничих потужностей ремонтно-обслуговуючих підприємств АПК України, який перебуває у межах 18 – 33%. Останнім часом спостерігають тенденцію до підвищення економічності роботи сервісних підприємств. Близько 25% із них навіть нарощують обсяг виконання сервісних робіт, у тому числі, і відновлення спрацьованих та пошкоджених деталей.

Досвід повторного використання с/г техніки свідчить, що відновлення працездатності деталей – це техніко- й економічно обгрунтовані заходи, які дають можливість скоротити час простою, реально поліпшують показники надійності та використання машин.

*Боровик В.І., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ЗБИРАННЯ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ ВРОЖАЮ**

Відомо, що солома має велике народногосподарське значення. Її використовують в тваринництві (на корм і підстилку), а також в промисловому виробництві. Солому і полову необхідно прибирати з полів одночасно із зерном або зразу ж після нього, з тим щоб швидше звільнити поле для подальших сільськогосподарських робіт. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва механізація збирання соломи значно відстає від рівня механізації збирання зерна. Важливим завданням подальшого розвитку технологій збирання зернових культур є вирішення питання збирання незернової частини урожаю.

Відомі такі схеми збирання соломи: в цільному, подрібненому і пресованому виді, збирати окремо від полову, а також використовувати для удобрення ґрунту. Практично технологію збирання соломи вибирають, виходячи з наявної техніки та з можливостей господарства. В нашій країні широке застосування отримали копицева технологія і технологія з подрібненням соломи на комбайні і збиранням подрібненої маси в змінні візки, тобто потокова технологія.

Процес збирання соломи в копицях полягає у використанні зернозбиральних комбайнів, обладнаних копнувачем, і передбачає таку схему: солому разом із половиною збирають у копнувач комбайна і вивантажують на полі у вигляді копиць. Після цього їх стягують до місць скиртування волокушами чи привозять копицевозами. Скиртають солому вручну з оформленням скирти або за допомогою скиртувального агрегату.

За потокової технології використовуються ті ж комбайни, але обладнані подрібнювачами соломи. На виході з комбайна солома подрібнюється і разом з половиною повітряним потоком подається в причіп. Після заповнення його відчіплюють від комбайна і транспортують трактором до місця скиртування.

При використанні валкової технології солому збирають зернозбиральними комбайнами,

які після обмолоту зерна вкладають солому у валок або частково подрібнивши, розтрушують її по полю для наступного приорування. Солома з валка може підбиратися з пресуванням в тюки і рулони.

Копнування – найбільш проста технологія. Основною перевагою комплексу машин із застосуванням волокуш є те, що він дозволяє в напружений період збирання швидко і з найменшими затратами праці і коштів прибрати солому з поля. Продуктивність штовхаючої волокуші при хорошій погоді може досягати до 50 га за світовий день. Але цей спосіб має і наступні істотні недоліки: застосування копнувачів знижує продуктивність комбайна; підвищує втрати зерна; втрати полови, найбільш цінної по показникам поживності; великі втрати соломи; невелика маса копиць соломи та їх розкиданість по полю ускладнюють якісне виконання операції збирання і транспортування до місць скиртування, а забруднення ґрунтом під час згрібання волокушами погіршують її кормові якості; велика трудомісткість скиртування і перевезення соломи на ферми. Цю технологію доцільно використовувати при заготівлі полови і соломи для потреб тваринництва.

Потокова технологія дозволяє проводити одночасно збирання зерна і незернової частини урожаю, швидше звільняється поле для подальшого обробітку, скорочуються втрати соломи і полови, а також при забур'яненості посівів збирається насіння бур'янів. Разом з тим, ця технологія також має ряд недоліків. Потокова технологія зумовлює залучення значної кількості транспортних агрегатів.

Валкова технологія дає можливість повністю використати зернозбиральні комбайни по продуктивності внаслідок спрощення їх конструкції, підвищення маневреності. Особливо є актуальним застосування валкової технології заготівлі соломи при підвищеній вологості (до 40%), яку можна довести до кондиційного рівня у валках. Для збирання соломи за такою технологією можна використовувати сінні прес-підбирачі та підбирачі-ущільнювачі. Дана технологія дає можливість краще використовувати переваги потоково-групової організації збирання зернових колосових культур збирально-транспортними комплексами, так як солома, укладена у валки, не заважає розвантажувати комбайни на ходу, що забезпечує економію 10–12% їх робочого часу.

При низькій солومистості хлібів і там, де відчувається гострий дефіцит в соломі, застосовують технологію з рулонним пресуванням і автоматичним скиртоутворенням. Вона дозволяє отримувати солому у вигляді рулону, великих скірт, зручних для транспортування, зберігання і доставки до місць споживання, а також виключає ручну працю, різко зменшуючи трудомісткість при збиранні соломи.

Вагомим недоліком валкової технології є те, що при підбиранні соломи з валка майже повністю втрачається половина; насіння бур'янів разом з половиною розсіюється по полю. Низька продуктивність машин для підбирання соломи викликає підвищену потребу в колісних тракторах, затримує подальші сільськогосподарські роботи.

Задача полягає в тому, що при складанні планів збирання соломи необхідно перш за все визначити яка кількість соломи буде зібрана прес-підбирачами, подрібнювачами на комбайнах і підбирачами-подрібнювачами. З техніки для прибирання соломи за комбайнами слід вибрати найекономнішу стосовно місцевих умов.

УДК 631.6 (075.8)

*Головченко Г.С., ст. викладач, СНАУ*

## **ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОЇ МАСИ ЯК ОБ'ЄКТА ОЧИЩЕННЯ**

Доведення зерна і насіння до необхідних кондицій з найменшими затратами праці та мінімальними грошовими витратами залежить від грамотно вибраних схем технологічного процесу очищення та сортування.

Способи і сепаруючі агрегати для очищення та сортування вибирають відповідно до складу зернової маси та властивостей основної культури і супутніх бур'янів.

До основних властивостей зернової маси можна віднести:

- а) парусність (аеродинамічні властивості);
- б) геометричні розміри;
- в) форму і стан поверхні зерна;
- г) густину;
- д) колір;
- е) електричні властивості і ін.

Змінюваність властивостей компонентів зернової маси може бути виражена у вигляді числових варіаційних рядів або графічних варіаційних кривих.

Аеродинамічні властивості зерен і інших частинок суміші характеризуються критичною швидкістю потоку повітря  $v_{кр}$ , коефіцієнтом опору повітря  $K$  та парусності  $K_n$ .

Якщо помістити частинку в ламінарний вертикальний потік повітря, який рухається знизу – вгору зі швидкістю  $v$ , то він буде діяти на неї з силою  $R$ , яка визначається за формулою

$$R = k \rho_n F (v - C)^2, \quad (1)$$

де  $\rho_n$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$F$  – площа проекції частинки на площину, перпендикулярну напрямку повітряного потоку (міделевий переріз), м<sup>2</sup>;

$v$  і  $C$  – відповідно швидкості повітряного потоку та руху частинки, м/с.

Під дією сили  $R$ , яка створюється потоком повітря, і сили тяжіння  $G$  частинка буде рухатись: при  $G > R$  – вниз, при  $G < R$  – вгору, при  $G = R$  буде знаходитися в підвісному стані, що відповідає критичній швидкості повітряного потоку.

Критична швидкість повітряного потоку визначається за формулою

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{G}{k \rho_n F}}. \quad (2)$$

Значення швидкості повітряного потоку можна визначити за аеродинамічним напором  $h_d$ . Вважається, що  $h_d$  дорівнює кінетичній енергії одиниці об'єму повітря

$$h_d = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{\rho_n \cdot v^2}{2},$$

де  $m_n$  – маса 1 м<sup>3</sup> повітря,  $m_n = \rho_n \approx 1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

При  $v = v_{кр}$  маємо:

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{2h_d}{g \rho_n}}, \quad (3)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Критичні швидкості зерен основних культур (пшениця, жито, ячмінь, овес і ін.) знаходяться в межах 7...14 м/с, м'якини – 1,8...4,1 м/с.

Коефіцієнт парусності  $K_n$  визначається за формулою:

$$K_n = \frac{k \rho_n F}{m} = \frac{9,8 \cdot k \rho_n F}{g} = \frac{9,8}{v_{кр}^2}. \quad (4)$$

Значення коефіцієнта  $K_n$  залежить від площі міделєвого перерізу, яка приходить на одиницю сили тяжіння. При зростанні відносної площі, яка піддається дії потоку, коефіцієнт парусності при інших умовах збільшується.

Для основних сільськогосподарських культур  $K_n$  знаходиться в межах 0,05...0,30 1/м.

Коефіцієнт опору повітря  $k$  визначається з труднощами тому, що він залежить від багатьох нестабільних факторів: від форми та шершавості поверхні частинки, стану повітряного простору, швидкості потоку повітря і навіть температури повітря.

Коефіцієнт опору повітря:

$$k = \frac{G}{v_{кр}^2 \rho_n F} = \frac{K_n m}{\rho_n F}. \quad (5)$$

Для основних сільськогосподарських культур  $k$  знаходиться в межах  $0,1...0,3$ .

Міделевий переріз можна визначити за виразом:  $F = l^2$ , де  $l = \sqrt[3]{abc}$ . Тут  $a$ ,  $b$ , і  $c$  відповідно довжина, ширина та товщина зерна.

Якщо неможливо визначити масу однієї зернини зважуванням, то її знаходять за формулою  $m = \rho_3 l^3$ . Для більшості сільськогосподарських культур густина  $\rho_3 = 1...1,5$  г/см<sup>3</sup>.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини: Основи теорії і розрахунку. Навчальний посібник за ред. Д.Г. Войтюка/ Д.Г. Войтюк, С. С. Яцун, М. Я. Довжик. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 543 с.

*Ігнатенко М.В., студент, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СІВБИ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Аграрний сектор економіки має суттєву роль в системі матеріального виробництва, у зміцненні економіки країни, підвищенні добробуту населення його життєвого рівня. Людство може існувати, насамперед тоді, коли розвивається сільське господарство. Основна функція сільського господарства - забезпечення людей продуктами харчування. Стратегічне значення в Україні і у Світі займають зернові культури. Адже без постачання зернових не було б високих показників у тваринницьких господарствах. Мета роботи – аналіз технології вирощування кукурудзи, та дослідження використання машинного забезпечення технологічної операції посіву. Завдання роботи: провести аналіз технології вирощування кукурудзи в Сумській області; провести аналіз конструкцій сучасних сівалок для сівби кукурудзи; провести дослідження технологічних параметрів сівалок при проведенні технологічної операції сівба кукурудзи на ґрунтах, які притаманні Сумській області.

Об'єкт дослідження – технологічний процес вирощування кукурудзи. Предмет дослідження – сільськогосподарські машини, що використовуються для операції посіву кукурудзи. Методи дослідження – метод системного аналізу, інформаційний метод та метод спостереження.

Насіння кукурудзи, в Україні, висівають за допомогою просапних сівалок точного висіву. Такі висівні модулі можуть проводити пунктирну сівбу з міжряддям 70 або 75 см. Виготовляють просапні сівалки по принципу блочно-модульної конструкції. Такі сівалки складаються із рами, на яку прикріплюють висівний модуль із механізмом приводу. Модулі висіву приєднуються до рами за допомогою паралелограмного механізму. Цей механізм забезпечує автономне налаштування на визначену глибину загорання насіння і копіювання мікрорельєфу поля. Для сівби насіння просапних культур, модулі сівалок складаються: ґрунтообробних і загортальних робочих органів; бункера висівного апарату. Комплектуються просапні сівалки - висівними модулями з пневматичними і механічними висівними апаратами. Пневматичні висівні апарати бувають двох типів — вакуумні або з надлишковим тиском.

В більшості господарств, для сівби кукурудзи використовуються сівалки з пневматичними висівними апаратами. Вони дають можливість висівати насіння різної форми і розмірів. Такі сівалки після переобладнання, а саме заміни сошників, висівних дисків, налаштування ширини міжрядь, встановлення переднього прокочувального колеса, також можуть використовуватися для сівби інших просапних культур. Сівалки з механічними висівними апаратами, є дешевшими і мають простішу конструкцію, але рідше використовуються для сівби кукурудзи. Польська фірма FMR Merprozet випускає сівалку для висіву кукурудзи S-100 із механічним висівним апаратом. Просапна сівалка Gamma, яку випускає фірма Unia Group (Польща) має дисковий механічний висівний апарат. Американська компанія KINZE випускає просап-

ну сівалку KINZE3000 Twin Lene, яка оснащена висівним апаратом механічно-пальчикового типу. На ринку техніки в Україні представлені сівалки точного висіву з пневматичним вакуумним апаратом, які вироблені вітчизняними і зарубіжними фірмами. Серед таких фірм є ПАТ «Ельворті» (колишній ПАТ «Червона зірка»), ВАТ «Тодак», МСНВП «Клен», Amazone і Horsch (Німеччина), Union Group (Польща), Gaspardo (Італія), Kuhn і Monosem (Франція), Kverneland (Норвегія), John Deere і Kinze (США), Väderstad (Шведція) та ін. Виробники машин представляють чотири-, шести-, восьми-, дванадцятирядкові сівалки. Для великих господарств пропонуються сівалки з шириною захвату 24 і більше рядків.

Таким чином в роботі розглянуті сучасні конструкції сільськогосподарських машин, які використовуються для технологічного процесу сівби кукурудзи. Використання певних видів цих машин в умовах Сумської області обумовлено рядом факторів, серед яких є: величина сільськогосподарських угідь господарства, які необхідно засіяти, вид земель, вид використовуваної технології вирощування кукурудзи. Також на вибір посівних машин впливає чинник собівартості придбання, або взяття в аренду.

*Чередниченко М.Є., студент, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЛІСНИХ І ГУСЕНИЧНИХ РУШІЙ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ НА УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ**

Використання колісної та гусеничної техніки в сільськогосподарському виробництві пов'язане з ущільненням ґрунтів і, як наслідок, з різним впливом на врожайність культур. Очевидно, що необхідність у достатній кількості зростаючих рослин потребує потужних машин, а збереження придатного для цього процесу ґрунт вимагає обмежень кількості важкої техніки на полях. Тому пошук оптимального використання колісних чи гусеничних рушій залишається невідкладним в сьогоденні. Метою роботи є дослідження впливу колісних і гусеничних рушій енергетичних засобів на різні ґрунти та розроблення практичних рекомендацій по їх використанню. Об'єктом дослідження є енергетичні засоби, які використовуються в сільськогосподарському виробництві. Предметом дослідження – колісні і гусеничні рушії енергетичних засобів та їх вплив на ґрунт. Методи дослідження – метод системного аналізу та інформаційний метод. Наукова новизна одержаних результатів полягає у обґрунтованих рекомендаціях по вибору виду рушій енергетичних машин в залежності від характеристик ґрунту на якому буде його використання.

Ущільнення ґрунту - збільшення щільності, коли ґрунт стискається під дією важких енергетичних рушій. Як це відбувається, дуже легко побачити, спостерігаючи на вологому ґрунті за слідом техніки.

Ущільнення ґрунту зменшує ріст коренів такими способами:

- зменшує кількість великих пір в ґрунті;
- збільшує міцність ґрунту шляхом здавлювання її частинок;
- висихання верхнього шару ґрунту.

Ущільнення ґрунту зменшує водне забезпечення рослин, та сприяє змиву ґрунту. Врожайність пшениці, вівса та ячменю, після невеликого ущільнення, збільшилося, а буряка та гороху, зменшилася. Але, коли щільність почала збільшуватись, то врожайність почала падати. Для прикладу можна взяти колісний енергетичний рушій, з приблизним навантаженням на вісь близько 10 тон при вологому ґрунті, дасть ущільнення на глибину до 60 см. і більше. А якщо, це набагато більше глибини середнього обробітку ґрунту, то ущільнення цього ґрунту, звісно збережеться. Колісні бази енергетичних рушій є основною проблемою ущільнення ґрунту. У фермерських господарствах, через брак техніки, посівна починається раніше, ніж вологість ґрунту приходить до нормальних показників, саме це і приводить до більш значного ущільнення даної ділянки ґрунту. На даний час, використовують спарені колісні бази для того щоб зменшити площу точки дотику колеса до поверхні. В деякій мірі, це трохи вирішує питання. У сьогоденні, гусеничні трактори посідають далеко не перші місця в сільському го-

сподарстві. Все через дорожнечу їх виробництва, хоча увага до таких рушіїв зростає.

Гусеничні бази використовують для енергетичних рушіїв великої маси. Сумарна площа гусенів у порівнянні з колесами є більшою на 40-60 %, тому тиск на ґрунт енергетичного рушія на гусеничному ході є меншим, і звідси, ущільнення ґрунту зменшується. Гусеничні рушії мають перевагу, ще в тому, що вони, можуть раніше заходити в поле на весні. Коли вологість ґрунту не дозволяє працювати колісній техніці. А вологість відіграє не малу роль у зростанні рослин. Для зменшення маси гусеничної техніки використовують гумово-армовані гусені, але через високу вартість, не дуже часто використовуються. Всього приблизно 10 %. Наприклад, трактор з залізними гусінями масою до 10 тон утворює ущільнення ґрунту до 45 см, що значно менше ніж колісний рушії.

Таким чином вірно підібраний рушії енергетичного засобу дозволить збільшувати врожайність сільськогосподарських культур та зберігати структуру землі.

УДК 631.316

*Козаченко О.В., д.т.н., проф., Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Калмиков Р.С., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна*

### АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ЛЕЗА З ҐРУНТОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Сучасний стан технічного рівня ґрунтообробної техніки, в тому числі й культиваторів, вказує на доцільність створення робочих органів, що забезпечують якісне виконання технологічного процесу при мінімальних витратах енергії. Це спонукає до пошуку нових підходів до формування раціонального профілю різальних елементів культиваторних лап.

На наш погляд досягнення позитивного ефекту задля стабільної роботи робочого органу культиватора щодо відсутності забивання рослинами бур'янів та збереження вихідних значень ширини захвату є застосування змінного кута розхилу  $2\gamma$  по довжині леза (рис.1)[1].

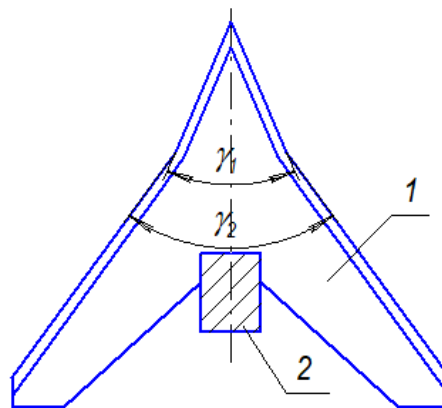


Рисунок 1 – Робочий орган культиватора із змінним кутом розхилу леза:  
1 – стійка; 2 – лапа

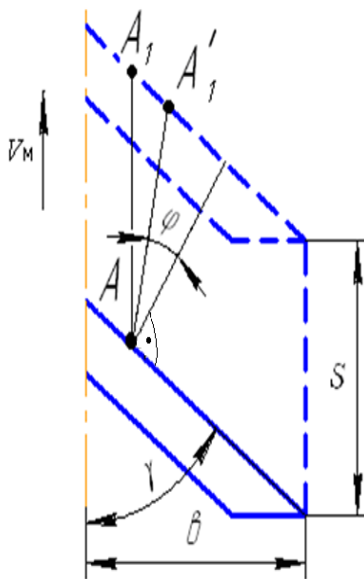
Робочий орган культиватора складається із стійки 1, до якої прикріплена стрілочаста лапа 2, що має кут розхилу  $2\gamma_1$  рівний  $50-54^\circ$  з переходом до кута розхилу  $2\gamma_2$ , що дорівнює  $70-80^\circ$ . Технологічний процес такого робочого органу культиватора відбувається шляхом різання з ковзанням за рахунок руху культиватора і кута розхилу стрілочасті лапи. Внаслідок того, що кут розхилу виконаний подвійним, спочатку  $2\gamma_1$ , який дорівнює  $50-54^\circ$  з переходом до другого кута  $2\gamma_2$ , що становить  $50-80^\circ$ , то робочий орган такої конструкції може якісно виконувати зрізування бур'янів для основних типів ґрунтів: підвищеної середньої в'язкості та сипучих та виконувати процес рихлення поверхневого шару ґрунту. Тобто така конструкція стрілочасті лапи є універсальною.

У зв'язку з цим, виникає потреба пошуку такого профілю леза, який задовольняв би ви-

могам до раціонального значення поточного кута розхилу лапи і забезпечував процес роботи з мінімальною витратою енергії.

Для проведення теоретичного аналізу якості функціонування робочого органу культиватора розглянемо процес руху рослини бур'яну по лезу лапи (рис. 2). Виходячи з того, що стрілочаста лапа має повздовжню вісь симетрії, будемо розглядати одне її крило з врахуванням поступальної швидкості руху машини  $V_M$  [2].

З трикутника  $AA_1A_1'$  (рис. 2) отримаємо наступне співвідношення:



$$\frac{AA_1}{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \phi\right)} = \frac{AA_1'}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \gamma - \phi\right)}, \quad (1)$$

де  $AA_1$  – переміщення точки лапи;

$A_1A_1'$  – переміщення рослини бур'яну у відносному русі по лезу лапи;

$S$  – переміщення лапи.

Приймаючи до уваги те, що переміщення точки лапи  $AA_1$  та  $A_1A_1'$  виконується за один і той же час, підтвердимо, як в [2], значення швидкості ковзання рослини бур'яну по лезу лапи  $V_K$  в залежності від поступальної швидкості руху машини  $V_M$  та параметрів  $\gamma$  та  $\phi$  в наступному виді:

$$V_K = V_M \frac{\cos(\gamma + \phi)}{\cos \phi} \quad (2)$$

Рисунок 2 – Схема руху рослини бур'яну по лезу лапи культиватора

із залежності (2) випливає, що швидкість руху рослини бур'яну по лезу лапи культиватора в значній мірі обумовлюється співвідношення між кутами  $\gamma$  і  $\phi$ . Виходячи з цього, проведемо дослідження залежності (2) для різних значень кута розхилу лапи та кута тертя рослини бур'яну по лезу. Графічна інтерпретація залежності для різних значень параметрів  $\gamma$  та  $\phi$  представлена на рисунку 3.

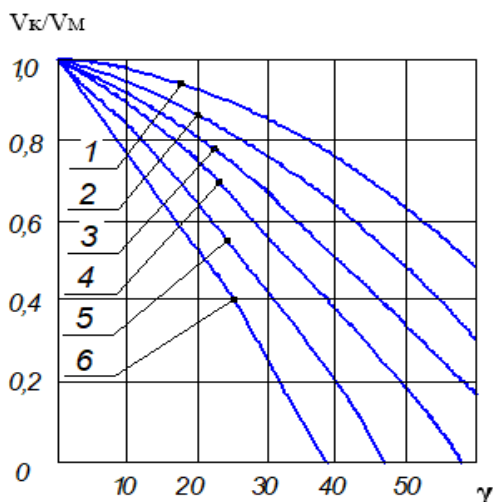


Рисунок 3 – Залежність відносної швидкості ковзання від кута розхилу культиваторної лапи при: 1 –  $\phi = 0^\circ$ ; 2 –  $\phi = 10^\circ$ ;

3 –  $\phi = 20^\circ$ ; 4 –  $\phi = 30^\circ$ ; 5 –  $\phi = 40^\circ$ ;

6 –  $\phi = 50^\circ$

Аналіз отриманих графічних залежностей дозволяє зробити наступні висновки. По-перше, швидкість руху рослин бур'яну по лезу лапи  $V_K$  є похідною від швидкості руху машини, тобто вона має місце тільки при наявності поступального руху робочого органу культиватора. По-друге, теоретично переміщення рослин бур'яну по лезу лапи і схід з нього можливий тільки за умови, коли  $V_K > 0$ . На рис. 3 ця зона визначається коефіцієнтом тертя рослин бур'яну по лезу і лапи. При цьому необхідно врахувати той факт, що коефіцієнт тертя рослин бур'яну по лезу лапи  $\bar{f}_M$  не є сталою величиною, а залежить від їх ботанічного складу, вологості тощо і може значно змінюватися навіть в межах одного поля [2,3].

Виходячи з цього для запобігання ефекту зависання і обволікання леза лапи культиватора необхідно мати певний запас швидкості ковзання  $V_K$  рослини бур'яну по лезу лапи культиватора.

Для визначення запасу швидкості ковзання  $V_K$  представимо залежність 2 у виді:

$$V_K = V_M (\cos \gamma - \sin \gamma \bar{f}_M), \quad (3)$$

де  $\bar{f}_M$  – приведений коефіцієнт тертя рослин бур'яну по лапі культиватора.

Отримана формула (3) визначає залежність швидкості ковзання рослин бур'яну від їх коефіцієнта тертя по матеріалу лапи, який внаслідок впливу багатьох факторів є випадковою величиною. Внаслідок впливу великої кількості випадкових факторів слід вважати закон розподілення величини  $\bar{f}_M$  нормальним. Отримана залежність (3) носить нелінійний характер, тому і закон розподілення швидкості ковзання бур'яну по лезу лапи  $V_K$  слід вважати нормальним законом з параметрами  $\bar{V}_K$  і  $\sigma_{V_K}$ , що визначаються:

$$\begin{cases} \bar{V}_K = V_M (\cos \gamma - \sin \gamma \bar{f}_M); \\ \sigma_{V_K} = V_M \sin \gamma \sigma_{f_M} = V_M \sin \gamma v_{f_M} \bar{f}_M, \end{cases} \quad (4)$$

де  $\bar{f}_M$ ,  $\sigma_{f_M}$  – параметри закону розподілення величини  $f_M$ ;

$v_{f_M}$  – коефіцієнт варіації коефіцієнта тертя  $f_M$ .

Тоді запас швидкості ковзання  $V_K$  можна записати у вигляді наступної залежності:

$$V_K = V_M [\cos \gamma - \sin \gamma \bar{f}_M (1 \pm t_\beta v_{f_M})], \quad (5)$$

де  $t_\beta$  – квантиль нормального розподілення швидкості ковзання  $V_K$  при довірчій імовірності, яка приймається в межах  $\beta = 0,9 \dots 0,95$ .

У відповідності з залежністю (5) запас швидкості ковзання рослин бур'яну по лезу культиваторної лапи компенсується зменшенням кута розхилу  $\gamma$ .

Результати розрахунків (рис. 4) вказують на те, що при збільшенні коефіцієнту варіації  $v_{f_M}$ , наприклад для значення кута розхилу стрілкової лапи  $\gamma = 40^\circ$ , для збереження існуючого значення швидкості ковзання рослин по лезу лапи  $V_K$  необхідно зменшувати кут розхилу  $\gamma$ . Для випадку, що розглядається, кут  $\gamma$  необхідно зменшити майже в 1,5 рази.

При цьому необхідно зазначити, що зменшення кута розхилу лапи  $\gamma$  обумовлює зменшення ширини захвату  $b$  та збільшення загальної довжини леза, що є негативним з точки зору практичного використання.

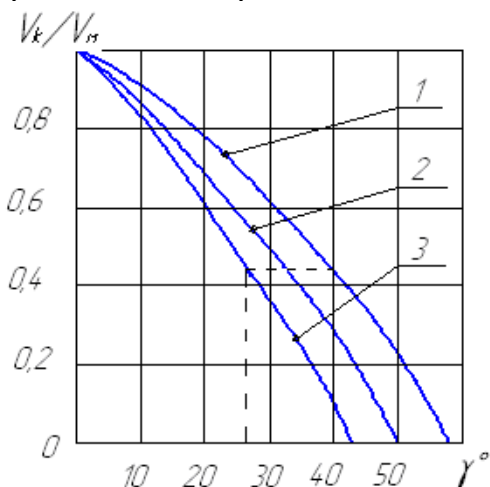


Рисунок 4 – Залежності відносної швидкості ковзання від кута розхилу лапи

Нами досліджено найбільш перспективний варіант формування леза культиваторної лапи, коли кут розхилу  $\gamma$  збільшується за шляхом переміщення рослин бур'яну. При визначенні довжини леза лапи культиватора враховано його мінімальне значення, що визначається залежністю:

$$l_{\min} = b / \sin \gamma_2 \quad (6)$$

та коефіцієнтами:

$$k = b_2 / b \quad (7)$$

$$\mu = \sin \gamma_2 / \sin \gamma_1 \quad (8)$$

З врахуванням прийнятих параметрів загальна довжина леза лапи визначається за формулою:

$$l = l_{\min} (\mu - \mu k + k). \quad (9)$$



Аналіз отриманої залежності (9) визначення довжини леза лапи вказує на те, що раціональними значеннями коефіцієнтів, для яких довжина леза збільшується по відношенню до вихідного варіанту в 1,1...1,6 рази можна вважати:  $k = 0,6...0,8$  і  $\mu = 1,5...2,5$ .

Не втручаючись у розглядання взаємодії дотичних потоків ґрунту по обох ділянках леза, на основі закону збереження кількості руху можна визначити загальну швидкість ковзання потоку ґрунту по лезу лапи від значень швидкостей  $V_{K1}$  і  $V_{K2}$  на окремих ділянках, прийнявши припущення, що маса ґрунту є пропорційною по довжині леза:

$$V_K = \frac{\mu(1-k)V_{K1} + kV_{K2}}{\mu(1-k) + k}. \quad (10)$$

Із залежності (10) випливає, що загальна швидкість ковзання рослин бур'яну по лезу лапи є усереднене значення швидкостей ковзання на окремих ділянках леза  $V_{K1}$  і  $V_{K2}$ . Для середніх значень коефіцієнтів  $k = 0,7$  та  $\mu = 2,0$  швидкість ковзання складає:

$$V_K = 0,46V_{K1} + 0,5V_{K2}. \quad (11)$$

На підставі закону збереження кількості руху і приймаючи, що маса ґрунту пропорційна довжині леза, визначено умови відсутності забивання для двоступеневого леза культиваторної лапи і послідовними перетвореннями можна записати у наступному вигляді:

$$\frac{\mu(1-k)\cos(\gamma_1 + \varphi) + k\cos(\gamma_2 + \varphi)}{\cos\varphi[\mu(1-k) + k]} > t_{\beta}V_{fM}\sin\varphi, \quad (12)$$

де  $\varphi$  – кут тертя, відповідний до  $\bar{f}_M$ .

Таким чином, одержана математична модель руху рослин бур'яну по лезу лапи, що визначає їх відносну швидкість ковзання в залежності від кута розхилу стрілчастої лапи та коефіцієнта тертя бур'яну по металу, може бути застосована при проектуванні ефективних робочих органів. Змінний кут розхилу по довжині зумовлює більшу швидкість ковзання на першій ділянці леза, що має менший кут розхилу і його збільшення на другій ділянці крила культиваторної лапи, що дозволить, з одного боку, зменшити тяговий опір робочого органу, а з іншого – підвищити якість процесу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пат. 77000 Україна, МПК А01В 35/20. Робочий орган культиватора. / [Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Вотченко О.С., Блезнюк О.В., Зиков В.В.]заявник та власник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – №и201208102; заявл. 02.07.12; опубл. 25.01.13, Бюл. № 2.
2. Козаченко О.В. Забезпечення ефективності робочих органів культиваторів / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко// Монографія – Харків: ПромАрт, 2021. 238 с.
3. Козаченко О.В. Теоретичне обґрунтування раціональної геометричної форми лапи культиватора / О.В. Козаченко, В.С. Каденко, О.М. Шкрегаль// Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». Вип.10/1 (29), 2016. С.48-52.

УДК 631-372

*Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Челомбітько Б.С., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна*

### ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЗА ПАРАМЕТРАМИ КАРТЕРНОЇ ОЛИВИ

Досвід експлуатації показує, що знос автотракторних двигунів викликається головним чином потраплянням в нього абразивного пилу і недостатнім захистом від нього пар тертя. Встановлено, що до 50% відмов у роботі систем мащення двигунів відбувається в результаті забруднення оливи [1]. Тому, для підвищення надійності та довговічності двигунів необхідно

забезпечувати ретельний захист пар тертя від абразивних частинок, що може бути досягнуто застосуванням ефективної системи очищення оливи та своєчасним визначенням її технічного стану.

Система мащення має дві основні несправності: - перше це різке зниження тиску оливи до мінімального значення у головній магістралі двигунів, основними причинами якого може бути застосування оливи, що не відповідає інструкції з експлуатації відповідного двигуна; руйнування приводу або оливного насосу; поломка труби оливозабірника оливного насосу; - друге – це поступове зниження тиску в процесі експлуатації транспортного засобу. Основними причинами є утворення відкладень на сітці оливозабірника; негерметичність всмоктуючого трубопроводу оливного насосу; розрідження оливи паливом; зношення втулок в корпусі оливного насосу; порушення роботи клапанів системи мащення; зниження тиску оливи через збільшення зносу в парах тертя та ін [1].

На даний час існує ряд методів діагностування системи мащення автотракторних двигунів, однак для них характерні істотні недоліки, що полягають у низькій достовірності та точності оцінки технічного стану елементів системи мащення двигуна та їх ресурсу [2].

Перспективним є метод діагностування двигуна за параметрами картерної оливи. Головною відмінністю даного методу діагностування від інших методів є те, що виявивши перевищення концентрації продуктів згоряння в моторній оливі, ми можемо виявити порушення технічного стану двигуна в цілому. Використовуючи інші методи, засновані на визначенні параметрів вихідних процесів, діагност лише передбачає ймовірну причину, що призвела до несправності, а метод діагностування за параметрами картерної оливи дає можливість виявити точну несправність двигуна. Якщо порівнювати різні методи визначення технічного стану двигуна внутрішнього згоряння, то такий параметр, як зміна складу оливи є найточнішим, допустимим і зручним.

Аналіз моторної оливи є внутрішнім знімком двигуна, за яким при незначних змінах основних експлуатаційних параметрів її якості можна зробити висновок, щодо технічного стану як системи мащення так і двигуна в цілому. Аналіз моторної оливи може на ранній стадії виявити причину, визначити область зносу, її вигляд та глибину. Крім того, можна визначити ступінь розрідження моторної оливи паливом та наявність у ній охолоджувальної рідини, кількість продуктів забруднення, що потрапили в оливу (сажі, піску та ін.), порушення режиму згоряння палива, збій у роботі повітряних фільтрів та системи очищення моторної оливи, зокрема фільтруючі елементи та центрифуги та ін. Для уточнення термінів проведення технічного обслуговування, заміни оливи та запобігання незапланованого простою машини використовуються комплекси випробувальних тестів працюючих моторних оливи, які повинні періодично проводитися з метою отримання необхідних рекомендацій щодо обслуговування двигунів та уточнення термінів заміни оливи.

На сьогоднішній день виробники діагностичного обладнання пропонують досить широкий спектр експрес-лабораторій, які дозволяють визначити значну кількість фізико-хімічних показників оливи. Особливу увагу необхідно приділяти обладнанню яке можна використовувати в польових умовах, яке не вимагає спеціальних хімотологічних знань, використовує невелику кількість досліджуваних зразків моторних оливи з одночасним отриманням значної кількості вихідних фізико-хімічних параметрів. Так, використання таких методів і засобів дасть змогу виявляти несправність, дефект або проблеми, що розвиваються задовго до того, як вони стануть критичними, що в свою чергу знизить експлуатаційні витрати за рахунок практично повного усунення поломок у дорозі та позапланових ремонтів. Крім цього включення аналізу моторної оливи, як складової частини, у програму повного профілактичного технічного обслуговування, що виконується відповідно до фактичного стану, надасть істотну перевагу порівняно з технічним обслуговуванням, за рахунок контролю стану двигуна в реальному часі і відстеження тенденцій зносу його складових частин.

Таким чином, застосовуючи діагностування за параметрами картерної оливи, можна визначити якість роботи оливних та повітряних фільтрів, стан системи мащення, темп зносу деталей та стан самої оливи. Впровадження даних методів діагностування в процес експлуа-

тації дозволить запобігти можливим поломкам двигуна, найбільш точно спрогнозувати час проведення обслуговування або ремонту та вибрати найбільш ефективні способи усунення несправностей і виявити ймовірні причини виходу з ладу деталей і механізмів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козаченко О.В. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник / О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрєгаль та ін.; За ред. проф. О.В. Козаченка. – Х.: Факт, 2013. 456 с.
2. Козаченко О.В. Аналіз та напрямки підвищення ефективності системи мащення дизельного двигуна Д-240 / О.В. Козаченко, О.М. Шкрєгаль, В.С. // Технічні системи та технології в тваринництві. Технічний сервіс машин для рослинництва // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – Вип. 170. С. 215-220.

УДК 631.313.022.2

*Козаченко О.В., д.т.н., проф., Сєдих К.В. к.т.н., Шкрєгаль О.М., к.т.н., доц., Іванов Д.В., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна*

### ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРУЖНОЇ СТІЙКИ ДИСКАТОРА

Перспективним напрямком підвищення якості обробітку ґрунту при зменшенні енергоємності процесу є застосування дискових знарядь із індивідуальним кріпленням робочих органів на пружних стійках. Це зумовлює їх коливання внаслідок нерівномірності сил опору ґрунту та його руйнування при менших витратах енергії та кращій пристосованості до рельєфу поля, що підвищує можливість забезпечення заданої якості обробітку. Важливим є встановлення закономірностей впливу параметрів пружної стійки дискового знаряддя від її геометричних розмірів і значень зовнішніх сил, що діють на стійку при виконанні процесу [1].

Для вивчення процесу деформації пружної стійки дискатора від її геометричних розмірів і значень зовнішнього навантаження вирішувалися задачі: дослідити динамічну модель процесу деформації пружної стійки дискатора будь-якої форми під дією зовнішніх сил; скласти систему диференціальних рівнянь в загальному вигляді і розробити відповідний програмний код, який дозволяє визначати напруження, відносні і абсолютні деформації в кожній точці пружної стійки дискатора; визначити залежності параметрів еквівалентної фізико-математичної моделі пружної стійки дискатора від її геометричних розмірів і значень зовнішніх сил, що діють на вільний кінець стійки.

Поставлені задачі деформації пружної стійки дискатора будемо розглядати з урахуванням наступних припущень і спрощень: пружна стійка є абсолютно пружною, тобто її стан можна описати рівнянням рівноваги, рівняннями закону Гука і залежностями між компонентами тензора деформацій і компонентами вектора переміщення; процес деформації відбувається в двох напрямках, тому будемо розглядати плоску систему координат; пружна стійка має форму спіралі і може бути описана функцією в полярній системі координат [2].

Розрахункова схема процесу деформації пружної стійки представлено на рис. 1.

Для переходу від реальної до еквівалентної фізико-математичної моделі необхідно визначити залежності абсолютних переміщень  $\Delta x_B$ ,  $\Delta z_B$  і коефіцієнтів жорсткості  $k_x$  і  $k_z$  від геометричних параметрів пружної стійки і пружних властивостей матеріалу. А також встановити залежність довжини  $l$  від кута  $\varphi$ .

Приймаючи пружні властивості матеріалу пружної стійки (сталь 60С2А: модуль пружності  $E = 212000$  МПа, коефіцієнт Пуассона  $\nu = 0,28$ ) і параметри геометричної форми:  $a = 0,8$  м,  $b = 0$  м,  $h = 0,01$  м проведено розрахунок в програмному пакеті Mathematica під дією різних сил  $F_{ex}$  і  $F_{ez}$ .

Окрім цього, для візуалізації процесу деформації пружної стійки проведемо паралельне моделювання в програмному пакеті SolidWorks з використанням Simulation. Максимальне навантаження вибиралася з урахуванням питомого опору ґрунту, глибини ходу і ширини захвату робочого органу на розглянутій пружній стійці і була прийнята за 2000 Н [3]. Інтервал

зміни навантаження – 250 Н. Схема розміщення сил і кріплення пружної стійки представлено на рис. 2.

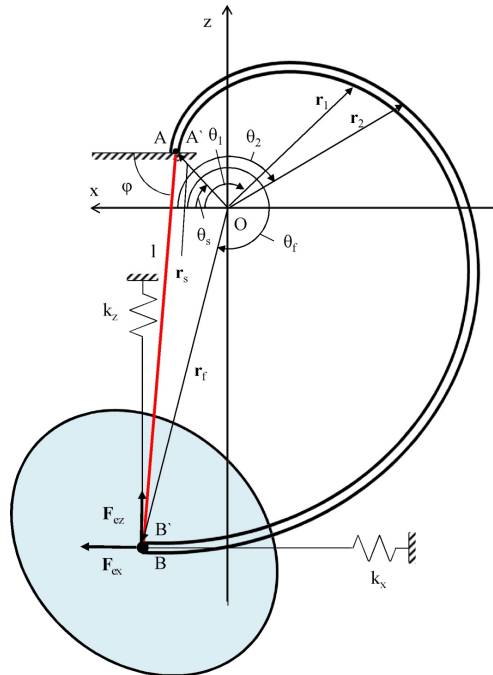


Рисунок 1 – Розрахункова схема процесу деформації пружної стійки

Приклад візуалізації в програмному пакеті SolidWorks на рис. 3.

Таким чином в результаті аналітичних досліджень динамічної моделі процесу деформації пружної стійки дискатора будь-якої форми складено систему диференціальних рівнянь в загальному вигляді і розроблено відповідний програмний код в програмному пакеті Mathematica, який дозволяє визначити напруження, відносні і абсолютні деформації в кожній точці пружної стійки.

Приймаючи форму пружної стійки дискатора за спіраль Архімеда, тобто функції її границь задані у полярних координатах  $f_1(\theta) = \frac{a\theta}{2\pi} + b$ ,  $f_2(\theta) = \frac{a\theta}{2\pi} + b + h$ , де  $\theta_s \leq \theta \leq \theta_f$ , із параметрами геометричної форми a (крок спіралі), b (зміщення спіралі вздовж радіальної координати), h (товщина пружної стійки), визначено її еквівалентну фізико-математичну модель у вигляді жорсткого математичного маятника довжиною l, до вантажу якого закріплено дві пружини вздовж осей Ox і Oz із коефіцієнтами жорсткості  $k_x$  і  $k_z$ , відповідно, які відхиляють його на кут  $\varphi$ .

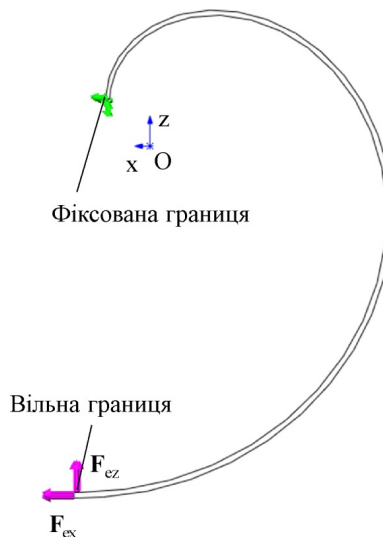


Рисунок 2 – Схема розміщення сил і кріплення пружної стійки

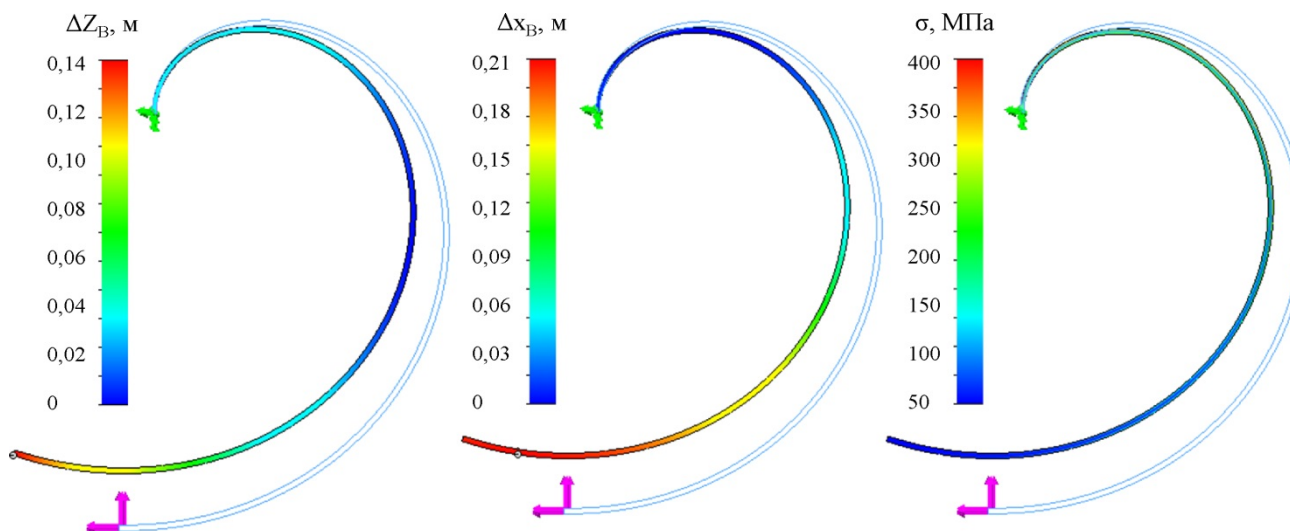


Рисунок 3 – Розподіл напруження  $\sigma$  і абсолютних переміщень  $\Delta x_B$ ,  $\Delta z_B$  при деформації пружної стійки із параметрами геометричної форми  $a = 0,8$  м,  $b = 0$  м,  $h = 0,01$  м при  $F_{ex} = 500$  Н,  $F_{ez} = 250$  Н

Встановлені залежності коефіцієнтів жорсткості  $k_x$  і  $k_z$ , довжини  $l$  і кута  $\varphi$  еквівалентної фізико-математичної моделі пружної стійки дискатора із параметрами геометричної форми  $a=0,8$  м,  $b = 0$  м,  $h = 0,01$  м від значень сил  $F_{ex}$  і  $F_{ez}$ , що діють на вільний кінець стійки вздовж осей  $Ox$  і  $Oz$ .

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козаченко О.В. Фізико-математична модель взаємодії диска з ґрунтом / О.В.Козаченко, К.В. Сєдих, О.М. Волковський // Інженерія природокористування. Харків: ХНТУСГ, №2(16), 2020. С. 69-77.
2. Козаченко О.В. Динамічна модель процесу деформації пружної стійки дискатора / О.В. Козаченко, К.В. Сєдих // Техніка та енергетика. Київ: НУБіП, № 11(3), 2020. С. 31 – 39.
3. Шевченко І.А. Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища / І.А. Шевченко. К.: Видавничий дім «Вініченко», 2016. 320 с.

Ступак Я. В. магістрант, Зубко В.М., д.т.н., професор, СНАУ

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДИСКУВАННЯ

Вихідні агротехнічні вимоги на машинні технологічні операції в рослинництві є основою базою при розробці сільськогосподарської техніки, її налаштування та експлуатація. Вони повинні розроблятися для кожної зони з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і особливостей застосовуваних технологій. У міру вдосконалення окремих агротехнічних прийомів або розробки принципово нових технологій і сортів агротехнічні вимоги можуть змінюватися.

При всіх очевидних недоліках діючих вихідних вимог на базові машинні технологічні операції в рослинництві, вони все ж залишаються на сьогоднішній день єдиним документом, що регламентує і дисциплінує розробки нових сільськогосподарських машин, їх налаштування та відповідальної експлуатації. Згідно з цими вимогами операція "лушення ґрунту" призначена для розпушування ґрунту на глибину до 6 см з метою "закриття" вологи після збирання попередньої культури, провокування насіння бур'янів і падалиці до проростання з метою їх знищення подальшою механічною або хімічною обробкою. Відхилення середньої глибини обробки від заданої не повинно перевищувати  $\pm 1$  см. в результаті лушення вміст

фракцій ґрунту розміром від 1 до 5 см має бути не менше 90 %, в тому числі фракцій розміром від 1 мм до 2,5 см не менше 75%. Не допускається утворення брил крупніше 10 см. підрізання бур'янів має бути повним (100 %). Коефіцієнт надійності технологічного процесу повинен бути не менше 0,99.

Для поверхневої обробки ґрунту в даний час створені і розробляються нові комбіновані агрегати, дозволяють скоротити число проходів по полю і підвищити якість обробки ґрунту. Найбільш простими з них є комбіновані агрегати, побудовані за принципом раціонального поєднання пасивних робочих органів. Найчастіше в таких агрегатах застосовуються сферичні диски і плоскорізи в поєднанні з іншими теж пасивними робочими органами.

Дискові робочі органи при цьому мають ряд переваг: простота конструкції, відносно невеликий знос. Однак ефективність сферичних дисків в значній мірі залежить і від їх розстановки на рамі, тобто від технологічної схеми і особливо на багаторядних дискових знаряддях: при недостатній відстані між дисками підвищується ймовірність заклинювання між ними пласта і окремих брил ґрунту, а збільшення цієї відстані негативно позначається на якості обробки ґрунту (низька якість кришення ґрунту, високі гребені дна борозни, неповне підрізання бур'янів, поява огріхів).

При достатньому навантаженні на кожен диск в цілому вся оборона заглиблюється на задану глибину. Однак одного цього недостатньо для обробки ґрунту в межах агротехнічного допуску. Рівномірність глибини обробки ґрунту залежить від багатьох факторів: рельєф поля, спосіб копіювання поверхні поля кожним робочим органом, фізико-механічні властивості ґрунту, правильна настройка дискової борони або лушильника.

Відомо, що допуск на відхилення глибини обробки залежить і від величини самої глибини. Зі збільшенням необхідної глибини обробки збільшується і допуск на відхилення. Так, якщо глибина обробки ґрунту при її луценні становить 4 ... 6 см, а допуск на неї =1 см, то згідно агротехнічним вимогам допуск на нерівномірність глибини обробки ґрунту при її боронуванні дисковими боронами на глибину 8...14 см становить  $\pm 3$  см.

Стійкість руху сільськогосподарських агрегатів у багато в чому визначає якість виконання технологічних процесів. Найбільш часто зустрічається і має особливе значення стійкість машин і знарядь в горизонтальній площині. Від стійкості руху залежить не тільки рівень, а й стабільність якості виконання агротехнічних показників. Під стабільністю треба розуміти збереження змінних параметрів і якості роботи протягом тривалого часу використання знаряддя або машини. Зовнішні умови, що впливають на роботу сільськогосподарської машини не залишаються постійними, у зв'язку з чим змінюються не тільки якісні, експлуатаційні та техніко-економічні показники але, на жаль, і деякі змінні параметри, що тягне за собою і зміщення середніх значень якісних показників. У зв'язку з цим необхідно передбачити в технологічній схемі і конструкції знарядь і машин принципіві схеми і елементи, стабілізуючі процес.

*Шелест М.С., асистент, СНАУ*

## **МОБІЛЬНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОСІВУ АГРОКУЛЬТУР**

Питання оптимізації сільського господарства в останні роки стає більш актуальним. Сільгоспвиробники намагаються оптимізувати процеси виробництва своєї продукції задля зменшення затрат, а відповідно і збільшення прибутків господарства. Тому, виробники сільськогосподарських агрегатів постійно стикаються з новими задачами, що постають перед ними завдяки запиту аграріїв.

На сьогодні надзвичайно популярними є агрегати, що є багатофункціональними. Так, наприклад, існує попит на посівні комплекси, що здатні не лише висіяти насінину, але й внести добриво та ще й не мінеральне гранульоване, а рідке. Прикладами таких посівних комплексів є: Elvorti VEGA 8 PROFİ [4] і Fendt MOMENTUM [2]. Також, виробники сільськогосподарської техніки не лише створюють нові посівні комплекси, але й виробляють доосна-

щення для сівалок, що не мали таких функцій, наприклад, фірма Amazone створила Fertiliser Delivery Cart FDC 6000 [3] - спеціальний причіп, що здатен вносити рідкі добрива при посіві. Новим підходом до внесення рідких добрив є так звані інжектори, однак їх застосовують переважно із ґрунтообробною технікою чи самостійно.

Тому, метою цієї тези є представлення нового способу оптимізації посівного комплексу.

Командою Сумського НАУ було розроблено систему для припосівної інокуляції насіння. Інокуляція - це введення мікроорганізмів у рослинні тканини [1]. Переважно, обробку інокулянтном проводять при посіві бобових культур. Однак, на ринку України з'являється все більше біодобрив, що мають у своєму складі ефективні мікроорганізми, тому можна сказати, що обробка такими біодобривами по своїй суті теж є інокуляцією і може бути застосована до будь-якої культури.

Принцип роботи даної системи (рис. 1) є таким: робоча рідина заправляється в бак звідки вона через запобіжний кран і фільтр всмоктується насосом та під тиском подається до розподільника з якого відбувається розподіл рідини по форсункам. В свою чергу оператор задає норму внесення інокулянту на моніторі, який коригує тиск в системі та відповідає за своєчасне відкриття форсунок.

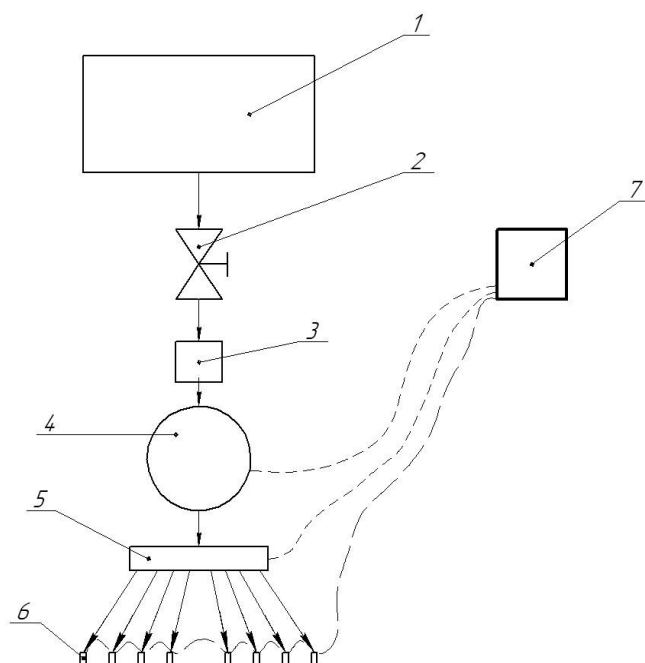


Рисунок 1. Схема системи припосівної інокуляції насіння

Запропонована система припосівної інокуляції насіння дозволяє повністю виключити технологічну операцію інокуляції, що заощаджує господарству енерго- та людські ресурси, а також призводить до меншого травмування насіння.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ІНОКУЛЯЦІЯ. Словопедія. Електронний ресурс: <http://slovopedia.org.ua/42/53383/282990.html>
2. Fendt MOMENTUM. (2020). Fendt. Електронний ресурс: <https://www.fendt.com/ru/fendt-momentum-next-level-of-planting>
3. Fertiliser Delivery Cart FDC 6000. Електронний ресурс: <https://go.amazone.de/go2020/agritechnica/2019/neuheiten-ru-ru/saechnik-ru-ru/fertiliser-delivery-cart-fdc-6000-ru-ru/>
4. VEGA 8 PROFI з пристосуванням для внесення рідких комплексних добрив. Електронний ресурс: <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/vega-8-profi-z-ridkimi-miniralnimi-dobrivami.html>

## **МЕТА ПРОВЕДЕННЯ ДИСКУВАННЯ, АНАЛІЗ ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЇ ТА ПІДГОТОВКА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ**

Головна мета дискування, полягає у якісному виконанні задач поверхневого і основного обробітку ґрунту. Тобто, наскільки даний вид обробітку ґрунту задовольняє фермера, чи справляється він з поставленими задачами та чи можна його розглядати як альтернативу, яка зводиться до менших затрат на як в часовому відношенні, та і в паливо-мастильних матеріалах, затратах праці і т.д.

В сучасному світі в сільськогосподарських підприємствах часто використовують дискові борони для поверхневого і основного обробітку ґрунту. Вони можуть забезпечити оптимальні умови для наступної культури.

Осіньне дискування заощаджує час на проведення польових робіт весною, але підвищує небезпеку водної та вітрової ерозії та спричиняє зниження снігозатримання. Весняне дискування зменшує ерозію взимку і рекомендується для добре дренованих і легших за механічним складом ґрунтів. Рослинні рештки повинні перегнити протягом зимового періоду. Для цього необхідн порушити їх поздовжню цілісність.

Після проведення дискування післяжнивні рештки кукурудзи, сорго або пшениці від 40 до 70% їх загальної кількості залишаються на поверхні. Зазвичай якщо дискувати рослинні рештки сорго чи кукурудзи більш ніж двічі, значна кількість буде зароблена в ґрунт, через що посилиться ерозія. Можна провести одне дискування, у випадку, якщо після нього виконується культивуація з метою остаточної підготовки насінневого ложа. Але якщо рослинні рештки легко кришаться, навіть один прохід будь-яким агрегатом для обробітку ґрунту, не залишає на поверхні достатньо пожнивних решток, щоб контролювати ерозію.

Дискування заробляє в поверхневий шар ґрунту різні добрива та препарати поверхневого внесення. Зазвичай проблема з дискуванням виникає, у випадках коли ґрунт має наднормову вологу. Таким чином заробляння будь-чого в ґрунт нерівномірне, утворюються грудки, а разом з ними – потреба в додатковому обробітку ґрунту, а нижче глибини дискування утворюється щось на кшталт плужної підшви, яка перешкоджає проникненню коріння вглиб, через що знижується врожайність, особливо в посушливі роки.

Передпосівна культивуація виконується як останній етап підготовки ґрунту для посіву. Якщо культивуація проводиться протягом 2–3 днів після попереднього ґрунтообробітку, кількість пожнивних решток на поверхні може зберегтись.

Інколи, зокрема, після кукурудзи, проведення культивуації вже незабаром після попередньої ґрунтообробної операції призводить до підняття зароблених пожнивних решток і незначного збільшення їхньої кількості на поверхні.

Один прохід культиватора або комбінованого ґрунтообробного агрегату, можна замінити дискуванням. Найчастіше таке застосовується після сої. В цьому випадку після обробітку в один прохід зростає врожайність або знижуються затрати порівняно з більш інтенсивним ґрунтовим обробітком, оскільки пожнивних решток сої недостатньо, щоб ефективно захистити поле від ерозії.

На полях, де виконали своєчасну дискову обробку стерні попередника, під час брижів зменшується питомий опір ґрунту на 20 – 30% (якщо порівнювати з полем без дисків). Поверхня поля стає рівною, а якість сівби суттєво покращується.

## **СТАН ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ**

Серед світових виробників Україна посідає провідне місце за валовим збором насіння соняшнику, який є традиційною олійною культурою країни. За даними Держкомстату остан-



німи роками в Україні виробляється більше 10 млн. тонн соняшнику.

Активний розвиток олійно-жирової промисловості вимагає відповідного рівня забезпеченості олійною сировиною. За останні роки відбулось значне нарощування потужностей по переробці насіння олійних культур. При цьому, частка переробки соняшнику складає 96-98 % від всієї олійної сировини, яка переробляється олійно-переробними підприємствами.

У загальному обсязі виробництва олійних культур в Україні соняшник займає більше 70%. Щорічний обсяг виробництва олії постійно збільшується і в 2021/2022 МР (як очікують в Укроліяпром) може сягнути – 7 млн. тонн. Україна займає до 40% загального світового експорту олії, конкуруючи з Аргентиною та Росією.

Зростання обсягів переробки насіння соняшнику, попит на нього з боку біодизельної галузі, зростання обсягів потреби на продовольчі та непродовольчі цілі створюють сприятливі умови для подальшого збільшення обсягів виробництва.

У зв'язку з високим попитом на насіння соняшнику і рівнем рентабельності цієї культури відбулось значне розширення посівних площ соняшнику. Так, в 2010 році посівні площі соняшнику були на рівні 4 млн. га, а в 2020 році – вийшли за межі 6 млн. га. При цьому, посівні площі сої і ріпаку залишались на більш стабільному рівні і лише останніми роками суттєво збільшились.

Найбільш значні площі посіву соняшнику знаходяться в Дніпропетровській, Кіровоградська, Запорізькій, Харківській та Миколаївській областях.

Порушення науково обґрунтованих оптимальних площ посіву соняшнику і значне перевантаження сівозмін цією культурою призвело до низки негативних явищ: поширення і значної інтенсивності розвитку хвороб і шкідників, зниження родючості ґрунтів та ін. Вирішення проблем, що виникли, можливе лише за умови оптимізації площ посіву олійних культур. Науково обґрунтований рівень посівів соняшнику в Україні знаходиться в межах 2,0-2,5 млн. га.

При змушеному зменшенні частки посівних площ соняшнику отримання незмінного валового збору, який має задовольнити потреби олійних підприємств в сировині, можливе лише за умови підвищення врожайності. Слід відмітити, що на теперішній час рівень використання біологічного потенціалу соняшнику є найменшим серед олійних культур і навіть не досягає 50 %.

Реальним шляхом підвищення врожайності соняшнику є формування сприятливих економічних умов функціонування ринку його насіння. Важливою умовою на даний час залишається забезпеченість сільськогосподарських підприємств якісним насіннєвим матеріалом. Широке впровадження у виробництво сучасних високопродуктивних гібридів, що характеризуються високим потенціалом урожайності (понад 50 ц/га), стійкістю проти хвороб і несприятливих погодних умов, високим вмістом олії (49-52%) - одна з умов нарощування валового виробництва насіння соняшнику та підвищення його ефективності. Разом з тим за вищої врожайності якість насіння соняшнику краща й, навпаки, за нижчої - спостерігається більша засміченість, пошкодженість і пустозерність і, як наслідок, значне зниження врожайності після доробки. Протягом останніх років попит на насіння соняшнику зберігається на достатньо високому рівні, зокрема на внутрішньому ринку щорічно в межах 3,6 - 4,1 млн. тонн.

Ефективний розвиток виробництва насіння соняшнику та стимулювання його конкурентоспроможності забезпечується при дотриманні основних принципів внутрішньогосподарської організації, що включають:

- спеціалізацію розміщення посівів у господарствах, які мають сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування цієї культури;
- оптимальну концентрацію посівів соняшнику, що забезпечує раціональне використання землі й необхідні умови для високопродуктивного застосування технологій;
- високу культуру землеробства і запровадження досягнень науково-технічного прогресу у виробництво, що забезпечує його інтенсифікацію.

Освоєння індустріальної технології обробки соняшнику, впровадження передових прийомів агротехніки, вибір оптимальних технологічних режимів роботи машин і в остаточному

підсумку одержання високих і сталих врожаїв неможливо без знання морфології, біології, вимог цієї культури до умов росту, головних фізико-механічних властивостей рослин.

Ступак Я. В. магістрант, Зубко В.М., д.т.н., професор, СНАУ

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення досліджень нами були взяті результати польових випробувань дискова борона ДБ-10 в умовах реального господарства. Умови проведення дослідження представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. – Умови проведення досліджень

№ з/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1.	Культура	-	соняшник
2.	Температура повітря	°С	+18
3.	Вологість повітря	%	81
4.	Міжряддя посіву	см	70
5.	Діаметр стебел соняшнику	мм	35-40
6.	Маса рослинних решток	кг/м	2.7

Випробовування дискової борони БД-10 проводили на полях Сумської області в Роменському районі на полях ТОВ «Агрофірма «Біловоди» площею 17 га після збирання кукурудзи. При проведенні польових досліджень ефективності використання агрегату за якісними показниками забезпечення технологічного процесу зароблення решток кукурудзи у польових умовах основними показниками роботи машини обрано зміну глибини оброблення ґрунту в залежності від швидкості руху та кута атаки.

Використовувалися:

- секундомір механічний;
- лінійка вимірювальна довжиною 50 см.

Вимірювання ступеня заробки решток кукурудзи проводили наступними чином. Після проходження машинного агрегату на поверхню поля вкладався рамка і відбирались всі зразки решток з поверхні, які вкладались у пакет для подальшого дослідження. В пакет вкладався супровідний лист з інформацією про місце відбору зразка, номером досліду та іншою супутньою інформацією. Отримані зразки переважували і, маючи масу рослинних решток проводилися розрахунки та проводилася оцінка заробки рослинних решток, на основі якої були побудовані графіки, які приведені вище.

Таблиця 2 – Оцінювання якості роботи дисковими агрегатами

Показник	Норматив	Бал	Методи оцінювання
Допустиме відхилення від заданої глибини обробітку, см	± 1	3	Заміряти в 10-ох місцях уздовж діагоналі поля, одержане середнє значення порівнюють з нормативним
	± 2	2	
	понад 2	1	
Кількість невідрізаних рослин, бур'янів	відсутні	3	За допомогою рамки 0,5 м <sup>2</sup> вздовж діагоналі поля через 50...100 м; кількість вимірів 5...7
	наявні	1	
Вирівняність поверхні, см	не більше 3	3	За допомогою лінійки або глибиноміра вздовж діагоналі поля через 30...100 м; кількість вимірів 10
	не більше 5	2	
	понад 5	1	
Наявність огріхів	не допускається	-	-

## **МЕХАНІЗОВАНІ ПРОЦЕСИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПРИРОДНИХ БІОРЕСУРСІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Сучасний розвиток сільськогосподарського виробництва, потребує забезпечення інформаційною базою про стан сільськогосподарських угідь для оптимізації технологічних процесів, спрямованих на отримання сталих та високих урожаїв сільськогосподарських культур. Інформаційна база про стан сільськогосподарського поля - джерело раціонального менеджменту процесами внесення технологічних матеріалів, догляду за станом фітоценозів, збирання урожаю рослинної продукції. Це дозволяє зберігати родючість ґрунтів сільськогосподарських полів, підвищує їх екологічний рівень та суттєво знижує матеріальні та енергетичні втрати на виконання механізованих технологічних операцій.

При плануванні та виконанні технологічних операцій в інформаційному землеробстві, необхідно акцентувати увагу на дії такого фактору, як характер і інтенсивність варіювання місцевизначених параметрів сільськогосподарських полів. Рівень значущості впливу цих факторів, з точки зору оптимального використання агробіологічних ресурсів поля, за певних умов на порядок перевищує значущість інших діючих навантажень і збурень. В зв'язку з цим, керування технологічними режимами роботи сільськогосподарських машин, у разі роботи за технологіями інформаційного землеробства, необхідно проводити з урахуванням рівня і характеру місцевизначених параметрів.

Розробка систем збору місцевизначеної польової інформації набирає в світі все більшої уваги з боку дослідників і виробників. Автоматизований збір польових даних зменшує витрати робочого часу на виконання операцій моніторингу, забезпечує необхідну точність виконання завдання в полі, мінімізує пропущені області в плані відбору проб, що в цілому дозволяє точніше реалізовувати внесення технологічного матеріалу (ТМ) в полі і таким чином зменшує вартість цих операцій.

Мета і задачі досліджень. Метою досліджень є покращення ефективності оперативного формування і передачі в базу даних автоматизованого робочого місця (АРМ) агронома достовірної поточної інформації про агробіологічний стан сільськогосподарського поля в реальному часі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити існуючі засоби для реєстрації показників сільськогосподарського поля;
- визначити ефективні методи збирання місцевизначеної інформації про стан сільськогосподарського поля;
- визначити склад навігаційного обладнання для польових систем;
- визначити елементну базу польової виміральної системи (ПВС);
- визначити склад обладнання передачі телеметричної інформації;
- розробити та виготовити бортові засоби моніторингу стану фітоценозів та ґрунту.

Об'єктом досліджень є процеси моніторингу стану природних біоресурсів в технологіях інформаційного землеробства з розробкою сучасних мобільних систем реєстрації місцевизначених параметрів.

Предметом досліджень є засоби та обладнання для реєстрації та передачі по телеметричних каналах місцевизначеної інформації про стан поля.

Методи досліджень базуються на положеннях землеробської механіки, теорії управління технологічними процесами, теорії автоматизованих систем управління.

Інформаційна база даних про стан поля формується шляхом збирання та реєстрації місцевизначених параметрів в просторі та часі. Як відомо, місцевизначені параметри знаходяться в складному ієрархічному взаємозв'язку між собою і варіюють по всій площі поля, тому важливо зафіксувати їх перебіг відносно світових координат, дати оцінку стану фітоценозів в кожній конкретній точці поля та побудувати картограму-завдання для машин-реалізаторів, які використовуються в системі точного землеробства (СТЗ).

Моніторинг сільськогосподарських угідь за реалізацією можна поділити на безпосеред-

ній, коли засоби збору місцевизначених параметрів контактують з предметом вимірювання та дистанційний, коли моніторинг здійснюється на відстані від досліджуваної площі поля. Дистанційний моніторинг, в свою чергу, може бути ближнім та віддаленим.

Основним джерелом ефективного управління виробництвом продукції рослинництва в оптимальному режимі є інформація, яку необхідно збирати та реєструвати для подальшого використання. Виникає необхідність розробки нових підходів щодо ведення екосистем, зокрема на основі аналізу безперервної в просторі та часі інформації про стан біоресурсів та навколишнього природного середовища з метою їх високоефективного функціонування для отримання якісної та безпечної фітопродукції.

*Штанько І.О., магістрант, Зубко В.М. д.т.н., професор, СНАУ*

### **ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИСКОВИХ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІСЛЯ ПОПЕРЕДНИКА**

Серед машин для обробітку ґрунту значну частину займають дискові агрегати – дискові борони, дискатори (вид дискового агрегату з індивідуальною стійкою кожного диска), луцильники. Вибір розмірів дисків, форми та їх вирізів, а також навантаження на один диск роблять залежно від умов та особливостей роботи. Глибина дискування в основному залежить від ваги машини та кута атаки дисків, що припадає на погонний метр ширини захвату.

При виконанні роботи диски повинні забезпечити кришення ґрунту, глибину обробітку, подрібнення та перемішування рослинних залишків. Одним з важливих факторів, що впливають на технологічну ефективність та надійність роботи дискових агрегатів, є забивання простору між дисками рослинними залишками та ґрунтом, що унеможливує подальше використання агрегату, особливо при батарейному кріпленні дисків (оскільки відстань між дисками менша, а диски на батареях обертаються синхронно). Це спричинило відмову багатьох виробників дискових ґрунтообробних знарядь від виробництва агрегатів із батарейним кріпленням дисків.

Порівнюючи з лемішними, дискові луцильники слабше перевертають ґрунт і слабше підрізають бур'яни, але краще розрізають кореневища, які горизонтально розташовані та паростки коренів. В основному вони працюють на глибину 8 - 12 см.

В умовах осені переваги дискування над оранням пояснюються кращою структурою верхнього шару ґрунту та концентрацією поживних рослинних решток у ньому. Крім того, в умовах посухи осіннього періоду вегетації озимих при дисковій обробці ґрунту об'ємна вага верхнього шару близька до оптимальної, що дозволяє рослинам ефективно використовувати вологу.

Для забезпечення високої якості дискової обробітку, при підборі знарядь та встановленні глибини, потрібно враховувати біологічні особливості та склад бур'янів, ущільнення та вологість ґрунту. Якщо засміченість поля передає перевагу однорічним бур'янам, лушення виконують на глибину 6 - 10 см, а якщо поле засмічене багаторічними бур'янами, глибину дисків збільшують до 10 - 14 см, обробіток виконують у двох напрямках.

Важливим параметром дискових агрегатів, для виконання обробітку ґрунту, є кут атаки – це кут встановлення диска до напрямку руху агрегату, величина якого визначає площу захоплення ґрунту диском, оскільки чим більший кут атаки, тим активніше диск впливає на ґрунт. Як правило кут атаки змінюють в діапазоні від 12 до 30°, але бувають і інші його значення.

Кут атаки впливає на ступінь перемішування ґрунту та післязбиральних залишків, ступінь кришення ґрунту і ширину захвату диска, але при цьому зростають енерговитрати на виконання роботи, інтенсивність спрацьовування робочої поверхні диска та ймовірність забивання його рослинними рештками, а значить, погіршується якість обробітку. Якщо кут атаки диска зменшити, то він буде краще підрізати скибочку, але при цьому погіршиться агресивність обробітку поверхні.

В світі дискові борони виробляють понад 100 фірм-виробників, причому їх типорозмірний ряд сягає 10–15 моделей різної ширини захвату для енергозасобів різних тягових класів, не враховуючи різні конструкційні схеми. Більшість агрегатів вже зарекомендували себе в польових умовах і користуються великим попитом на ринку.

*Пирог Є.В., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Характерною рисою розвитку сучасної людини є перехід до інформаційного суспільства. Інформаційні технології все більше охоплюють різні сфери життя людини. У повсякденному житті нам стає все важче уявити себе без мобільного телефону, комп'ютера, Інтернету тощо. Особливий інтерес для тих, хто займається використанням просторово скоординованої інформації, будуть геоінформаційні технології, які дають змогу розкрити найпотужніший потенціал електронно-обчислювальної техніки та передових, у тому числі космічних технологій, для досліджень, практичної діяльності та навчання. Перші геоінформаційні системи з'явилися в 1960-х роках.

ГІС – сучасна комп'ютерна технологія для картографування та аналізу реальних об'єктів і подій на нашій.

Ключовими компонентами ГІС є: технічна підтримка, програмне забезпечення, дані, методичне програмне забезпечення, виконавці.

Сьогодні важко визначити сферу людської діяльності всюди, де використовується ГІС. Це стосується і сільськогосподарського виробництва.

Сільське господарство - один з найдавніших і найбільш перспективних видів господарської діяльності людини. Можливо, тому ми спостерігаємо максимум консерватизму та помітне відставання у впровадженні сучасних технологій, особливо інформаційних ГІС-технологій.

Звичайно, механізація значно підвищила продуктивність сільського господарства, але якщо порівняти її з темпами розвитку більшості галузей промислового виробництва, то сільське господарство буде значно відставати. Проте сьогодні в сільському господарстві впроваджуються проекти, які виводять сільськогосподарське виробництво на якісно новий рівень.

Для ефективного управління сільськогосподарським виробництвом необхідно володіти великою кількістю різноманітної оперативної та об'єктивної інформації про структуру оброблених земель, стан сільськогосподарських угідь, рослинності та ґрунтів, очікувану врожайність.

Єдиним шляхом забезпечення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції, підвищення ефективності виробництва та економічного зростання є техніко-технологічна конверсія сільськогосподарського виробництва та розвиток науково-обґрунтованих ресурсозберігаючих технологій.

Питання сучасного технологічного і технологічного розвитку в суспільстві показують, що існують революції в бік вищих технологій, заснованих на високоінтелектуальному технологічному розвитку у всіх аспектах людської діяльності. Такі технології в сільському господарстві, особливо в рослинництві, покликані забезпечити оптимальні методи виробництва без шкоди для навколишнього середовища.

В основі нової якості сільськогосподарської промисловості, описаної на Заході як точна, лежить те, що максимальна кількість якісної і дешевої продукції для всіх заводів в цьому асортименті створює однакове середовище для зростання і розвитку, не порушуючи стандартів екологічної безпеки. Сільське господарство принципово обумовлено поступовим розвитком нових агротехнологій якості на основі нових, високоефективних та екологічно чистих технологій.

Зважаючи на те що сільськогосподарські підприємства країни все активніше використовують сучасні агротехнології, перспективи традиційної інтенсифікації аграрного виробництва

ва вельми туманні. Досвід ведення сільського господарства в останні роки показав, що збільшення норм внесення мінеральних добрив, засобів захисту рослин та інших витратних матеріалів стало малоефективним, тому що знижуються рентабельність виробництва і якість продукції.

Безумовно, якщо агрохолдинги будуть присднувати до своїх земель нові території і господарства, економлячи на агротехнологіях, та розвивати їх, то якийсь час в Україні спостерігатиметься зростання середньої врожайності. Але що далі?

Фахівці вважають, що найбільш перспективним способом збільшення урожаїв і зниження собівартості продукції є впровадження в господарствах так званих технологій точного землеробства (ТЗ; прецизійне землеробство). За ними, мовляв, майбутнє українського рослинництва. Одними з перших це зрозуміли власники найбільших агрохолдингів.

Для повномасштабного впровадження даної технології необхідно виконати кілька етапів.

Першим етапом являється збір необхідної інформації з метою формування бази даних. Спочатку оцифровують контури полів, які потім будуть використовуватися в системах моніторингу і контролю, для агрохімічних обстежень, підготовки завдань для внесення добрив і засобів захисту рослин (ЗЗР).

До другого етапу відноситься аналіз отриманої інформації та побудова тематичних карт.

Другий етап на сьогоднішній день найменш розвинений, проте на ринку існує низка програмних продуктів, призначених для аналізу зібраної інформації і ухвалення виробничих рішень. В основному це програми розрахунку доз добрив з елементами геоінформаційних систем (ГІС).

Третім етапом являється реалізація диференційного внесення добрив, насіння, ЗЗР та ін.

Впровадження цього етапу є найбільш затратним. Тут не обійтися без спеціальної техніки, забезпеченою бортовими комп'ютерами, GPS-приймачами і різними датчиками.

Четвертим етапом є систематичний моніторинг стану поля.

П'ятим етапом являється моніторинг переміщення і контролю техніки

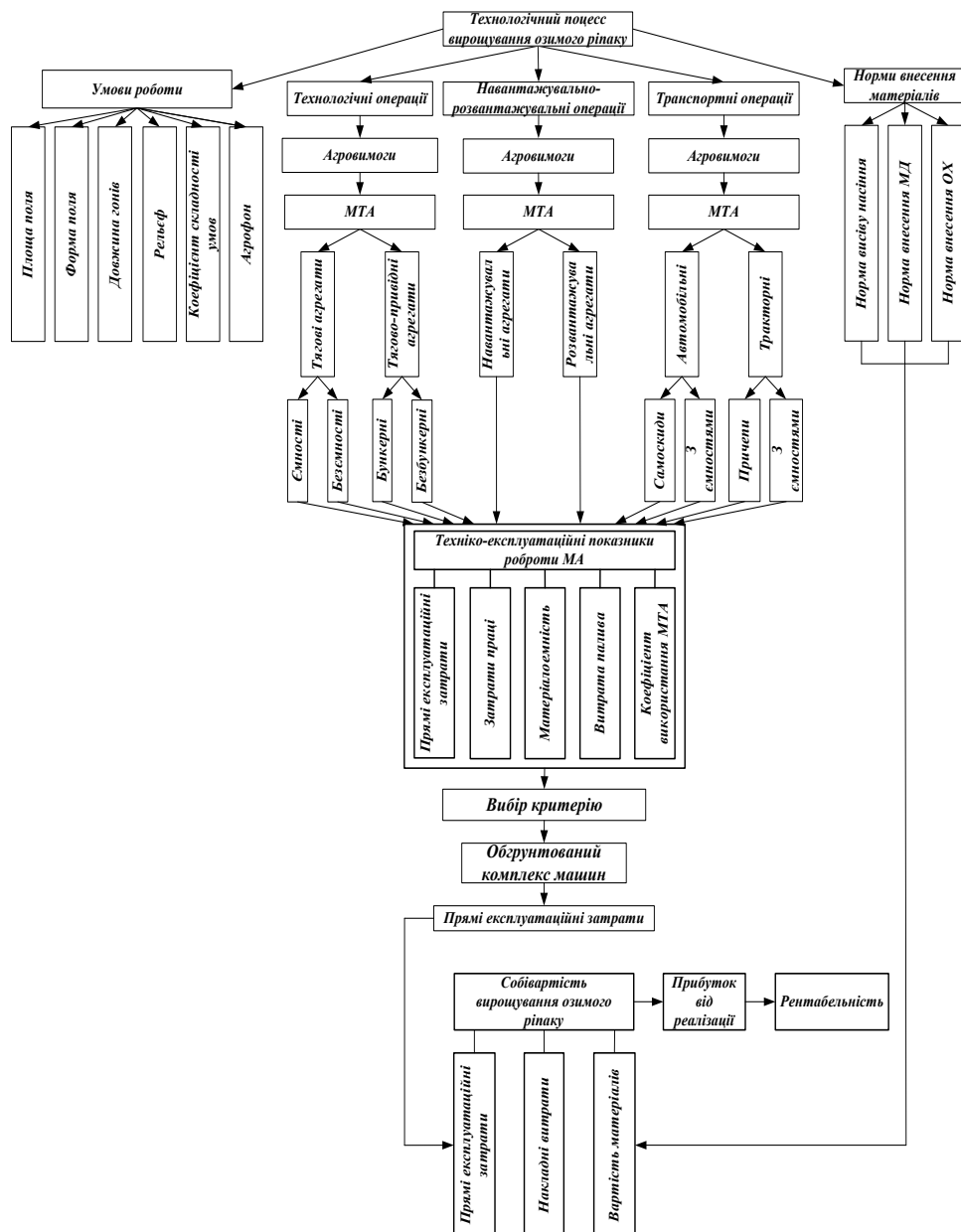
*Гримайло В.О., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ДО ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОГО РІПАКУ**

Нині ми спостерігаємо інтенсивний процес розвитку науки і техніки. Цей стрімкий процес не оминув сільськогосподарське машинобудування. Останнім часом на ринку з'явилася велика кількість нових високопродуктивних машин, а додавши до них модельний ряд минулих років, отримаємо широкий спектр не лише моделей, а й цінових пропозицій.

Але, незважаючи на широку різноманітність енергетичних та сільськогосподарських машин, їх використання у господарствах не є оптимальним. А це призводить до наперед передбачених збитків у сільськогосподарському виробництві. Тому важливим є розроблення науково обґрунтованих норм використання машинних агрегатів у господарстві з урахуванням його ґрунтово-кліматичних умов та організаційних форм.

Ураховуючи всі складові, що входять до технології виробництва озимого ріпаку, необхідно показати доцільність системного підходу вибору агрегатів при обґрунтуванні комплексу машин. Необхідно структурувати фактори впливу на техніко-експлуатаційні показники машинних агрегатів, показати між ними зв'язок і взаємозалежність. Потрібно висвітлити методику моделювання перспективних технологічних процесів та структури комплексів машин для вирощування та збирання озимого ріпаку.



На вибір машинно-тракторних агрегатів впливають умови роботи: площа та форма поля, довжина гонів, рельєф, коефіцієнт складності умов, питомий опір, наявність перешкод, вологість ґрунту, кам'янистість, висота над рівнем моря, агрофон та норми внесення матеріалів (норма висіву насіння, норма внесення мінеральних добрив та норма внесення отрутохімікатів).

Кожна технологічна операція виконується згідно з агровимогами та агростроками проведення. Технологічну операцію можна виконувати різними агрегатами, які мають однакове призначення, але різняться між собою техніко-економічними показниками, такими як: прямі експлуатаційні витрати, витрати праці під час виконання роботи, матеріалоємність, витрата палива, коефіцієнт використання машино-тракторного агрегату.

Розклавши цілісну систему на складові, ми можемо побачити взаємозв'язок між усіма ланками, а це дає змогу побачити критерії оптимізації даної системи.

Комашко М.С., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ

## ЩОДО МЕХАНІЗАЦІЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Технологічний процес виробництва будь-якої сільськогосподарської культури складається із сукупності послідовно виконуваних технологічних операцій, які за ступенем впливу на них людини діляться на повністю залежні, частково залежні і незалежні від діяльності

людини.

Посів просапних культур відноситься до технологічних операцій з високим ступенем залежності якості їх виконання від виробника цієї операції, причому ця залежність визначається не тільки чітким виконанням технологічно необхідних робіт, а й застосуванням найбільш досконалих на даний момент часу посівних машин.

Рівномірний розподіл насіння в рядку є одною з переваг або недоліків сівалки, а він в свою чергу залежить від ряду факторів, котрі визначають з яких є рівномірна подача насіння висівним апаратом.

В даний час існує безліч конструкцій висівних апаратів, тому в літературних джерелах опубліковано кілька класифікацій сівалок взагалі і просапних зокрема за різними ознаками. Всі сучасні просапні сівалки мають висівні апарати, що забезпечують однозернове або порційне дозування насіння.

Для посіву просапних культур в даний час використовується широкий спектр пневматичних сівалок як вітчизняного, так й іноземного виробництва (СУПН-8А, СУПН-8А-01, СКПП-12, СПК-8, СПКА-1 «Тана», УПС-12, УПС-8, СТВ-107/2 «Лелека», «MaterMass», «Gaspardo», «Optima» і ін.). Характерною особливістю перерахованих вище сівалок є висівний апарат пневматичної дії (типу СУПН), в конструкції якого відсутній насіннепровід. У таких сівалках сошник кріпиться безпосередньо до висівних апаратів і насіння, що скидається з диска висівного апарату, вільно падає через сошник на дно борозни. Така компоновка робочих органів сівалки спрощує її конструкцію, максимально наближає висівний апарат до дна борозни, але при цьому не забезпечується достатня рівномірність розподілу насіння по дну борозни, особливо на високих швидкостях. Вільне падіння насіння від висівного апарату до дна борозни є вірогідним процесом, при якому спостерігаються такі явища:

- як у будь-якого ймовірного процесу виникає розкидання точок приземлення насіння, як уздовж борозни, так і поперек її. Поздовжнє розкидання насіння по дну борозни погіршує рівномірність посіву, поперечне розкидання насіння негативно впливає на рівномірність глибини його закладення. І те й інше в сукупності знижує врожайність культур і, відповідно, економічні показники її виробництва;

- в момент дотику насіння дна борозни завжди відбувається косий удар його об ґрунт, в результаті чого при певних швидкостях відбувається відскокування насіння, причому визначити параметри цього відскоку практично неможливо.

Зазначені недоліки зводять нанівець всі зусилля по вдосконаленню висівних апаратів як дозувальних систем подачі насіння. Висівний апарат з ідеально рівномірним подаванням насіння на виході з нього не є гарантією такого ж рівномірного розподілу насіння по дну борозни. Таким чином, вдосконалення процесу посіву насіння просапних культур пневматичними висівними апаратами є актуальним питанням і знаходить науково-практичну значимість.

Передбачається, що усунути вище зазначені недоліки можна в тому випадку, якщо процес руху насіння від висівного апарату до дна борозни буде керованим, тобто відбуватися по заданій траєкторії і з необхідною швидкістю. Конструктивно це можливо, якщо рух насіння після висівного апарату буде здійснюватися по насіннепроводу визначеної форми, який не тільки забезпечує сталість траєкторії руху насіння, але має можливість змінювати швидкість насіння в необхідних межах за допомогою прискорювача руху насіння. У пневматичних сівалках найбільш раціональним представляється використання пневматичного прискорювача, котрий забезпечує зміну швидкості насіння, що рухається по насіннепроводу, за допомогою повітряного потоку.

На основі проведеного огляду конструкцій висівних апаратів для однозернового висіву та аналізу робіт з дослідження процесу однозернового висіву насіння просапних культур можна зробити наступні висновки.

- найбільш поширеним для висіву насіння кукурудзи та інших просапних культур є пневматичний висівний апарат з робочим органом у вигляді диска з горизонтальною віссю обертання і присмоктувальними наскрізними отворами, розташованими рівномірно по окружності диска.



- існуючі конструкції робочих органів серійних пневматичних сівалок не дозволяють змінювати напрямок руху насіння після сходу його з висівного диска і не пристосовані змінювати величину їх швидкості незалежно від швидкості руху агрегату.

- відсутність у сівалок типу СУПН насіннепроводів і вільного польоту насіння від висівного диска до дна борозни призводить до погіршення розподілу насіння по дну борозни в поздовжньому і поперечному напрямках.

*Боровик В.І., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ВИЗНАЧЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ПОКАЗНИКІВ АГРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ**

Технічний прогрес людства в останнє десятиріччя визначився впровадженням обчислювальної техніки і інформатики як сучасних методів управління в різних галузях виробництва. Особливу ефективність дає застосування інформаційних технологій там, де управління здійснюється в умовах невизначеності і недостатньої інформації, де потрібно прийняти рішення на протязі короткого проміжку часу.

На даному етапі інформаційні технології поступово впроваджуються і в сільське господарство. Застосування новітніх технологій в тих галузях сільського господарства, які до сих пір вважалися неприбутковими та нерентабельними, дає вражаючий ефект. В даний час в Україні починають широко застосовуватися інформаційні технології в сільському господарстві, проте таке застосування пов'язане з рядом проблем. Перш за все – відсутність достовірних даних, як про місцевість, так і про характер землекористування та його режими, відсутність сучасного обладнання та спеціалістів для його використання тощо. Керівники великих господарств, як правило, не знають навіть точних розмірів своїх посівних площ, що обумовлено їх постійною зміною, внаслідок різного роду природних процесів. Дані про характеристики ґрунту (кислотність, вміст поживних речовин та інші), як правило або відсутні, або визначені та зведені у спеціальні карти поля з дуже великою погрішністю. Але саме за допомогою цих карт можна спрогнозувати урожайність, визначити витрату добрив, отрутохімікатів на поле і на кожен елементарну ділянку поля зокрема. Саме за допомогою таких карт поля можна визначити затрати на одержання одиниці продукції та спрогнозувати прибуток від вирощування певної культури на певній площі.

Вирішувати такі проблеми, удосконалити сільське господарство покликане точне землеробство. Комплексні технології виробництва сільськогосподарської продукції, які отримали назву „точне землеробство” (Precision Farming), почали ефективно розвиватись ще в кінці 90-х років і признані в світі як ефективні передові технології, які дають змогу підняти агробізнес на якісно новий рівень.

Ці технології дають змогу вирішити такі основні задачі:

- отримання об'єктивної інформації в реальному часі;
- можливість прийняття вірного управлінського рішення;
- можливість реалізувати ці рішення на практиці.

Система точного землеробства (СТЗ) є багатофункціональною системою. Основними напрямками застосування цієї системи є механізовані технологічні операції по внесенню добрив, сівбі, застосуванню пестицидів тощо, а також збиранню врожаю.

Саме в ядрі цих питань знаходиться сучасна технологія збору і обробки геовизначеної інформації про агробіологічний стан поля. Ідея цих систем просто революційна, адже раніше щоб побудувати картограму наявних в полі поживних речовин потрібно було відібрати і проаналізувати в лабораторії кількості проб ґрунту і потім ще й прив'язати до них координати. Ця задача є дуже трудомістка і займає багато часу.

В сучасних системах ці проби не відбираються, а вміст поживних речовин визначається опосередковано шляхом вимірювання електропровідності ґрунту яка варіює залежно від їх кількості. Ці заміри проводяться безпосередньо в полі з одночасною прив'язкою до світових

координат.

Виходячи з вище сказаного виникає необхідність досліджень механізованих процесів визначення узагальнених показників агробіологічного стану ґрунту шляхом вимірювання і реєстрації електропровідних властивостей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз існуючих систем для збору інформації про електропровідність ґрунту;
- провести експериментальні дослідження за допомогою пристрою для вимірювання і реєстрації електропровідних характеристик ґрунту;
- провести математичну обробку результатів проведених експериментів.;
- розробити рекомендації щодо раціонального використання запропонованого пристрою.

Об'єктом досліджень є механізовані процеси збору і реєстрації електропровідних та електромагнітних властивостей ґрунту

Предметом досліджень є пристрій для вимірювання і реєстрації електропровідних характеристик ґрунту.

Новий технологічний перехід до технологій точного землеробства вимагає від спеціалістів сільського господарства України не тільки засвоїти і впровадити світовий досвід системи точного землеробства, але і підготувати власну конструкторську, технологічну та виробничу базу по виготовленню та вдосконаленню сільськогосподарської техніки для застосування її в системах точного землеробства.

*Мартинюк А.В., к.т.н., доцент, Шляховий С.М., студент, Хмельницький національний університет*

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ СІВБИ ОВОЧЕВИХ І ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР**

Овочівництво є складною галуззю сільськогосподарського виробництва. Специфічні особливості цієї галузі порівняно з іншими галузями рослинництва є більш високі затрати праці (140-150 людино-днів) на один гектар посіву (до 30% всіх затрат праці приходить на роботу, яка виконується вручну). Інша особливість – це вирощування великої кількості культур.

В зоні лісостепу України основними овочевими і просапними культурами є: соняшник, горох, редис, огірки, цибуля, кабачки, капуста, морква, цукрові буряки і кукурудза.

Сівба – одна із операцій, яка складає основу технології вирощування овочевих культур і є визначальною, як в затратах праці, так і при отриманні гарантованого врожаю.

Основною задачею посіву є забезпечення оптимальної густоти рослин і рівномірного розподілення їх по площі засіяного поля. Успішне вирішення цієї задачі багато в чому залежить від способу посіву і його відповідності біологічним особливостям тієї чи іншої культури.

В наш час при вирощуванні овочевих культур, цукрових буряків і кукурудзи можна використовувати такі способи посіву: звичайний рядковий, пунктирний, гніздовий, квадратно-гніздовий, одно насінневий (точний) і широкосмуговий. Рядковий посів з одно насінневим (точним) розміщенням насіння в рядках був запропонований порівняно давно, але тільки недавно почав широко використовуватися в овочівництві.

Чисельні дослідження в нашій країні і закордоном встановили, що ефективність одно насінневого (точного) висіву є функцією польового проростання кількості насіння, яке висівається на одиницю довжини рядка. Таке висівання ефективно при проростанні насіння не менше 85-90%.

По ідентичності сівби, обумовленої подібністю фізико-механічних властивостей насіння і деяких біологічних особливостей рослин культури можуть бути розподілені на три групи: перша – морква, цибуля, редиска та інші аналогічні культури з польовим проростанням насіння 25-40% та нормою висіву більше 200 штук на 1 погонний метр; друга томати, огірки, капуста, кабачки; третя овочевий горох, квасоля, боби.

На сучасному рівні розвитку агробіологічної науки та досконалості існуючих конструкцій висівних апаратів сівалок з найбільш раціональними способами висіву, які забезпечують високі врожаї є: для першої групи культур стрічковий або багато стрічковий (на ґрунтах з підвищеною родючістю) і рядковий з одно насіннєвим розміщенням (на недостатньо родючих ґрунтах); для другої групи культур – рядковий з однонасінним та гніздовим розміщенням насіння; третьої групи суцільний посів.

Велике значення мають і строки посіву. Несвоєчасна сівба приводить до зниження урожайності. Строки сівби різних культур практично не перекриваються. Тому доцільно використовувати єдиний агрегат для висіву просапних і овочевих культур. Напрошується висновок про можливість використання одного і того ж агрегату для сівби овочевих і просапних культур.

*Пирог Є.В., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ*

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІТ - ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Аграрний ринок - один з найбільш швидкозростаючих сегментів світової економіки. Незалежно від політичних або соціальних змін в суспільстві попит на сільськогосподарську продукцію, особливо продукти харчування, буде стабільно зростати. У минулому сільськогосподарським виробникам було важко зіставити методи виробництва і урожайності культур з родючістю ґрунту. Це обмежувало їх здатність розробляти найбільш ефективні стратегії обробки ґрунту, які могли підвищити продуктивність.

На сьогодні у світі широкого впровадження в практику сільськогосподарського виробництва набувають сучасні наукові розробки у галузі інформаційних технологій, в тому числі геоінформаційних технологій та мікропроцесорної техніки. Сучасне обладнання виконує автоматичне водіння тракторів, сканування ґрунту, картування врожайності, управління обладнанням для диференціального внесення добрив, посіву і т.п.

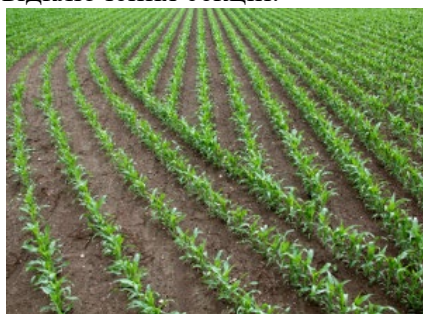
Проведемо дослідження ефективності застосування сучасних інформаційних технологій в сільськогосподарському виробництві використовуючи інформацію з відкритих джерел.

Технологія змінної норми висіву використовується з метою оптимізації густоти стояння рослин по полю залежно від:

- властивостей родючості ґрунту;
- запасів продуктивної вологи;
- рельєфу поля (висота, крутизна і експозиція схилу);

При цьому застосовується збільшення норми висіву на більш продуктивних ділянках поля і зменшення на менш продуктивних.

Технологія автоматичного відключення секцій.

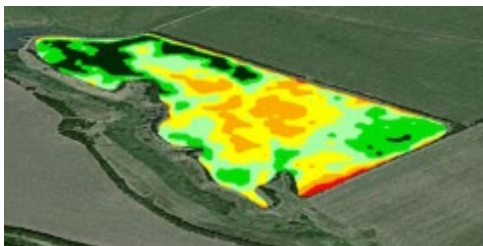


Як свідчать практичні результати (Північний Лісостеп України) використання технології автоматичного відключення секцій під час посіву кукурудзи на полях із складною конфігурацією економія насіннєвого матеріалу становить від 3 до 8%.

Технологія диференційованого внесення добрив.

Головним завданням технології диференційованого внесення добрив, є дотримання по-

зитивного балансу елементів живлення в межах поля.



При впровадженні даної технології:

- здійснюється внесення на кожен ділянку поля саме необхідної кількості добрив;
- не відбувається надлишкове внесення добрив і їх непродуктивні втрати;
- здійснюється контроль якості і кількості внесення добрив;
- економія добрив становить від 5 до 40%.

Технологія локально-стрічкового внесення добрив передбачає:



- концентрація добрив у вузькій смузі, де безпосередньо розташовані корені рослин;
- зменшення норми добрив до 20-50% в порівнянні з поверхневим розкиданням;
- здійснення комплексу технологічних операцій за один прохід (обробіток ґрунту і внесення декількох видів добрив).

*Замойський С.М., к.т.н., доцент, Хоміч М.О., студент, Хмельницький національний університет*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ**

Сільське господарство відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки України. На сьогодні його доля у ВВП країни складає 17 %.

Одним з найголовніших етапів у сільському господарстві є процес збирання врожаю озимої пшениці, складова якої при вирощуванні сільськогосподарських культур становить близько 20-25 %.

При цьому провідну роль у процесі збирання врожаю відіграє автомобільний транспорт, доля якого в загальному обсязі перевезень складає 75-80 %.

Характерною особливістю транспортного процесу при збиранні врожаю озимої пшениці є його обмеженість у часі та вплив погодно-кліматичних умов, які мають стохастичний характер. Як свідчить аналіз збирання ранніх зернових та зернобобових культур в Україні, втрати врожаю зернових через перевищення строків жнив з причини недосконалого транспортного забезпечення та неврахування погодно-кліматичних умов щорічно становлять майже 10 %. Особливу актуальність це набуває в районах ризикованого землеробства, де вплив погодних умов має вирішальне значення.

Сучасні тенденції розвитку агропромислового комплексу країни в умовах обмеженої кількості техніки збирально-транспортного комплексу, її морального й фізичного зносу висувають підвищені вимоги до ефективного використання транспорту сільськогосподарських підприємств. Однак, наявні аналітично-статистичні та статистично-імітаційні моделі транспортного забезпечення не враховують вплив погодно-кліматичних умов на ефективність тра-

нспортного забезпечення збирально-транспортного комплексу, а вирішують питання в детермінованій постановці. Крім того, необхідно оцінити значущість впливу погоднокліматичних умов на транспортне забезпечення при збиранні врожаю озимої пшениці в конкретно взятому регіоні.

Тому підвищення ефективності транспортного забезпечення при збиранні врожаю озимої пшениці на основі врахування погоднокліматичних умов, технічних і технологічних параметрів збирально-транспортного комплексу є актуальною науково-практичною задачею, вирішення якої є запорукою сталого розвитку сільськогосподарських підприємств.

Для цього використовують метод імітаційного моделювання транспортного забезпечення збирально-транспортного комплексу. Основу методу складають схема побудови системи функціонування транспортного забезпечення збирально-транспортного комплексу, математична модель транспортного забезпечення при збиранні врожаю озимої пшениці, методика визначення раціональної кількості транспортних засобів при збиранні врожаю озимої пшениці. Особливістю методу є врахування погоднокліматичних, технічних і технологічних параметрів збирально-транспортного комплексу.

*Мартинюк А.В., к.т.н., доцент, Помаля М.Я., студент, Хмельницький національний університет*

## **СПОСОБИ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

Традиційно основною організаційною формою використання сільськогосподарської техніки, зокрема, зернозбиральних комбайнів на Україні є внутрішньогосподарське їх використання. Суть цієї форми полягає у тому, що зернозбиральні комбайни використовуються для збирання зернових культур в межах одного господарства. Для великих господарств з площею посіву зернових культур понад 500...1000 га внутрішньогосподарська форма використання зернових комбайнів є досить ефективною.

Подрібнення господарств, зростання диспаритету цін на сільськогосподарську продукцію та техніку, зростання витрат на її утримання і експлуатацію зумовлюють потребу організації міжгосподарського використання техніки. Це дає змогу збільшити сезонне завантаження техніки, ефективно використати працю кваліфікованих механізаторів, забезпечити ефективний технічний сервіс машин, що особливо є важливим під час використання сучасних дорогих високопродуктивних зернозбиральних комбайнів, обладнаних складними гідравлічними та електричними системами.

Аналіз літературних джерел дає змогу простежити, як рівень основних чинників сільськогосподарського виробництва, а саме: вартість техніки та її технічного сервісу; вартість сільськогосподарської продукції; розміри господарств тощо впливають на розвиток організаційних форм використання сільськогосподарської техніки та, зокрема, зернозбиральних комбайнів.

У середині 80-х років у Західній Європі високі ціни на землю не давали фермерам змоги збільшити напруцювання комбайнів шляхом розширення посівних площ, тому вони використовували з цією метою різноманітні форми централізованого (міжгосподарського) використання комбайнів. Так, наприклад, у Франції таким способом збирали - 41%, ФРН - 50%, а у Нідерландах - 75% площ зернових культур. Форми централізованого використання техніки різноманітні: простий обмін комбайнами між господарствами; фермерська кооперація під час купівлі та експлуатації машин; використання комбайнів спеціалізованих підприємств з надання механізованих послуг тощо. Враховуючи важливе значення міжгосподарської кооперації у використанні сільськогосподарської техніки, уряди деяких країн надають різноманітну допомогу кооперативам: пільгові позики; субсидії для розширення міжгосподарського використання машин та обладнання; організують навчальні курси для учасників машинної кооперації і їх координаторів. Міжгосподарська кооперація дала змогу довести річний виробіток комбайнів до 400 га і більше. Наприклад, у ФРН середній виробіток на комбайн стано-

вив 37 га, а при міжгосподарському використанні - 125 га, в окремих випадках досягав 350-800 га.

Договірні відносини на централізоване використання техніки обмежують самостійність господарств у прийнятті економічних і виробничих рішень.

Досягнути високих показників ефективності роботи зернозбиральних комбайнів при централізованій формі їх використання за умови мінімальних втрат зерна в обслуговуваних господарствах неможливо без всебічного вивчення умов роботи комбайнів, а саме: врожайності, обсягів та структури посівних площ зернових культур в господарствах, погодних умов в період збирання тощо. На підставі цих даних, а також враховуючи техніко-економічні властивості зернозбиральних комбайнів, слід ретельно обґрунтувати їх оптимальне сезонне навантаження (програму). Оптимальна сезонна програма дає змогу визначитися із обсягом дії МТС, сформулювати пакет замовлень на збирання зернових культур та укласти угоди із обслуговуваними господарствами.

*Руденко В.П., к.т.н., доцент, Роздобудько Д.М., магістрант ІТФ СНАУ*

## **РОЗВИТОК ПІДХОДІВ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Виконання Україною умов Угоди про асоціацію з ЄС вимагає вивчення та застосування міжнародних принципів та підходів щодо якості та безпеки агропромислової продукції. Країни Західної Європи проводять цілеспрямовану діяльність стосовно створення єдиного європейського ринку, розробки єдиних вимог і процедур, здатних забезпечити ефективний обмін сільськогосподарською продукцією між країнами членами ЄС.

Якість продукції та процес її формування залежить від багатьох факторів, більшість яких підлягає планомірному регулюванню. Якість агропромислової продукції формується в різних умовах функціонування аграрних підприємств, об'єднань чи фірм. Ступінь впливу різних факторів слід розглядати диференційовано за напрямками діяльності підприємства (рослинництво, тваринництво, переробна галузь), видами продукції, а також умов виробництва. Під фактором формування якості розуміємо значну подію, яка може змінити одну або декілька характеристик продукції.

Формування якості агропромислової продукції відбувається в реальних техніко-технологічних, економічних, соціальних процесах, що характерні виробництву. Серед усіх факторів, які впливають на якість агропромислової продукції, основними є техніко-технологічні, які обумовлюють рівень якості продукції в залежності від діючих технологій, ступеня їх дотримання, стану технічних засобів та обладнання, метрологічного забезпечення виробництва. Ефективність дії цих факторів залежить від матеріально-технічних чи технологічних особливостей роботи аграрного підприємства, а також їх прояви в процесі виробництва, повноти використання закладених в них можливостей.

При розгляді проблеми якості продукції АПК необхідно розуміти стан і розвиток наукових підходів щодо якості. Роботи відомих у світі вчених фахівців з якості У.Шухарта, Е.Демінга, Дж.Джурана, А.Фейгенбаума, К.Ісікави, Г.Тагута та ін мали вирішальне значення для створення класичної методології менеджменту якості. Спеціалісти з якості у своїх вченнях сформулювали головні принципи керівництва підприємством, розробили методи та засоби підвищення ефективності виробничих процесів та якості продукції. Аналіз міжнародного досвіду з управління якістю показує розвиток системного підходу до вирішення проблем якості.

В історичному погляді з поширенням виробничої діяльності підприємств змінюються умови до формування якості. Узагальнено можна вважати, що етапами розвитку підходів щодо якості є: контроль якості, забезпечення якості та управління якістю. Кожний етап має свої особливості та характеризується певними підходами.

Контроль якості готової продукції (пізніше контроль виробництва) має за мету уникнути

постачання споживачеві неякісної продукції шляхом її відбору та перевірки. Підхід базується на теорії надійності, статистичних методах контролю (розробляються графіки, контрольні карти, діаграми, гістограми), вибірових методах контролю якості продукції. Цей підхід орієнтовано на розпорядження щодо контролю продукції та виробництва в межах компанії. Значну роль у впровадженні статистичних методів у виробничий менеджмент відіграли роботи В.Шухарта, який увів у практику контрольні карти.

Забезпечення якості орієнтується на об'єкт, до якого визначається якість. Підхід передбачає обов'язковий контроль процесів, які впливають на якість. В цей період Міжнародною організацією зі стандартизації розробляються перші версії стандартів якості ISO серії 9000, які являють собою настанови щодо розроблення і впровадження ефективної системи якості як у сфері виробництва, так і у сфері послуг. Згідно зазначених стандартів якість продукції забезпечується за циклами: планування, регулювання і контроль якості. На підприємствах розробляють і впроваджують системи якості, проводиться їх сертифікація, що стало доказом замовнику в забезпеченні якості продукції. Підхід характеризується застосуванням запобіжних дій щодо невідповідностей, які виникають в процесі виробництва продукції.

Великий внесок у розвиток теорії і практики забезпечення якості належить роботам Е.Демінга і Дж.Джурана. Філософія якості та методи забезпечення якості, розроблені цими вченими, пізніше покладено в основу концепції Загального управління якістю. TQM (Total Quality Management) - це підхід до управління організацією, що об'єднує існуючі методи управління і технічні засоби в науково обгрунтовану систему, яка спрямована на постійне поліпшення якості. Концепція загального управління орієнтована на загальнолюдські цінності, використанні творчої ініціативи співробітників.

Управління якістю базується на принципах управління, викладених в новій версії міжнародних стандартів на системи управління якістю. Основним принципом є орієнтація на замовника з метою задоволення його вимог. Розуміння поточних і майбутніх потреб замовника сприяє сталому успіху організації. Міжнародні стандарти на системи управління якістю стали структурною основою для планування, отримання, моніторингу та поліпшення показників діяльності щодо якості. В Україні прийняті національні стандарти: ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів, ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги, ДСТУ ISO 9004:2018. Управління якістю. Якість організації. Наставови щодо досягнення сталого успіху, які гармонізовано з міжнародними стандартами у сфері якості відповідно до 5-ої версії.

В системах управління якістю застосовується процесний підхід, який передбачає систематичне визначення процесів, їх взаємодій, а також керування ними з тим, щоб досягти запланованих результатів у сфері якості. Керування процесами здійснюється на основі застосування циклу PDCA: “Плануй-Виконуй-Перевірй-Дій” (цикл Е.Демінга) із урахуванням ризиків і можливостей, що можуть вплинути на здатність задовольняти вимоги замовника. Підхід на базі ризик-орієнтованого мислення передбачає систематичне виявлення, аналізування та усунення потенційних невідповідностей, небезпек, що виникають в процесі виробництва. Ризик, як будь-яка невизначеність, може мати і позитивний вплив, тобто створювати можливості для розвитку підприємства, підвищенню його здатності постачати відповідну вимогам споживача продукцію.

В аграрному секторі країн Західної Європи накопичено великий досвід з управління якістю сільськогосподарської продукції. Ситуація на європейському аграрному ринку визначається рівнем виробничих зв'язків, а також відносинами “споживач-постачальник”. На основі міжнародних принципів з управління якістю різні галузі аграрного виробництва проводять відповідну політику щодо якості, створюють і впроваджують системи управління якістю. На прикладі Німеччини можна бачити ефективні програми якості, при розробці яких співпрацюють господарства, фірми, об'єднання, спілки (Deutscher Bauerverband - DBV), науково-дослідні організації (Forschungsgemeinschaft Controlling in der Landwirtschaft - FCL). Тому аграріям України, щоб витримати конкурентну боротьбу і потрапити до європейських ринків, слід об'єднувати зусилля для впровадження прогресивних форм і методів управління якістю

продукції.

Аналізування та систематизація підходів щодо формування якості показали, що міжнародні принципи та системи управління якістю, які викладено в міжнародних стандартах, створюють уніфікованою основу для вирішення проблеми якості в агропромисловому виробництві. Застосування міжнародних принципів, настанов та рекомендацій має бути довгостроковою стратегією задля підвищення якості аграрної продукції.

*Замойський С.М., к.т.н., доцент, Шумеляк С.М., студент, Хмельницький національний університет*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АПК**

Найпоширенішими проектами міських пасажирських перевезень є проекти міських пасажирських маршрутів, головною метою яких є забезпечення необхідного рівня якості пасажирських перевезень у містах. Для реалізації цієї мети існує система організації та управління міськими перевезеннями, в задачі якої входить:

- побудова раціональної маршрутної транспортної мережі;
- визначення основних параметрів роботи пасажирських маршрутів;
- побудова графіків роботи транспортних засобів та водіїв на маршрутах;
- складання бізнес-планів міських пасажирських маршрутів.

Кожна задача виконується різними методами із використанням великої сукупності моделей, більшість з яких мають нелінійний вигляд, що ускладнює рішення цієї комплексної задачі. Саме від вибору та застосування тих чи інших методів та моделей залежить кінцевий результат.

Першочерговим завданням міських пасажирських перевезень є задоволення потреб мешканців міста у переміщеннях між місцями їх проживання та місцями праці, відпочинку тощо. При цьому слід забезпечувати мінімум відстані переміщення або витрат часу, коштів, стомлюваності.

На сьогодні структурна схема побудови маршрутних транспортних мереж складається з таких основних етапів:

1. Визначення основних пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих пунктів із такою їхньою прив'язкою щодо вулично-дорожньої мережі;
2. Об'єднання всіх пунктів тяжіння пасажиропотоків у єдину транспортну мережу;
3. Визначення відстані (часу) переміщення між двома сусідніми пунктами;
4. Визначення обсягів відправлення та прибуття пасажирів у кожному з пунктів;
5. Розрахунок пасажиропотоків між пунктами тяжіння;
6. Маршрутизація транспортної мережі.

Складність побудови маршрутної транспортної мережі полягає в тому, що кожен з перерахованих етапів може бути вирішений за допомогою багатьох методів, кожен із яких має свої переваги та недоліки. Тому саме від вибору методів рішення етапів маршрутизації транспортної мережі залежить кінцевий результат. Тому в подальшому розглянемо більш детально кожний з етапів та методів, якими можливо його вирішити.

Початковим етапом усіх транспортних задач є побудова транспортної мережі, використовуючи теорію графів. Так, за вершини графа приймаються центри транспортних районів (пункти тяжіння пасажиропотоків), а дугами є ділянки вулично-дорожньої мережі. В даному випадку метою оптимізації є пошук найкоротших шляхів (часу) переміщення між усіма пунктами тяжіння пасажиропотоків. Для пошуку найкоротших шляхів використовуються ітераційні алгоритми поетапного нарощування й корекції дерева найкоротших шляхів.

До основних алгоритмів рішення задачі пошуку найкоротших шляхів на графі відносяться:

- алгоритм Дейкстри;



- алгоритм Беллмана-Форда;
- алгоритм пошуку A\*;
- алгоритм Флойда-Уоршелла;
- алгоритм Джонсона;
- алгоритм Лі тощо.

Знайдені таким чином найкоротші відстані між усіма вершинами транспортної мережі

*Манжос А.П., студ., Саєнко А.В., ст. викл., СНАУ*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА АГРЕГАТІВ DUCAT RST ТА LIRA XL ПРИ ПОВЕРХНЕВОМУ ОБРОБІТКУ**

Рубаючий каток-подрібнювач DUCAT RST застосовується для подрібнення рослинних рештків і часткового мульчування ґрунту затримує випаровування вологи, регулює температуру поверхневого шару, стримує ріст бур'янів, захищає від вивітрювання, збагачує ґрунт органікою.

Каток-подрібнювач DUCAT RST (Рис. 1) має високу продуктивність за рахунок низьких експлуатаційних витрат. Зрізуючи і подрібнюючи пожнивні залишки кукурудзи за допомогою DUCAT RST, що допомагає запобігати проблемі при вирощуванні кукурудзи - розмноження "Європейського кукурудзяного метелика", личинки якого зимують в пожнивних залишках, єдиний спосіб контролювати це без застосування хімікатів. Завдяки подрібненню пожнивних залишків запускаються в роботу мікроорганізми - відбувається процес добрива.



Рис. 1 Загальний вигляд агромашини DUCAT RST

Конструктивні особливості котка:

1. За рахунок власних транспортних коліс забезпечується швидке переміщення з поля на поле і на значні відстані.
2. За допомогою гідروциліндра забезпечується плавне переведення котка з транспортного в робоче положення і навпаки.
3. За рахунок оснащення спеціальними ножами гарантується подрібнення рослинних залишків.
4. За рахунок батарей дисків на амортизаційних пружинах забезпечується більш тривалий строк служби та відстеження нерівностей поверхні ґрунту.

Ефективність впровадження мінімальних та нульових технологій багато в чому залежить від якості роботи з пожнивними залишками. Їх збереження та рівномірний розподіл дає такі переваги: утримання снігу, затримка талих та дощових вод; зменшення втрати вологи від випаровування; покращення органічного складу ґрунту; зниження повітряної та водної ерозії.

Комбайнові подрібнювачі соломи, особливо з широкими жниварками, не завжди опти-

мально розподіляють солому по поверхні ґрунту, що в результаті призводить до нерівномірних сходів, нерівномірного дозрівання і, в результаті, значного погіршення якості зернозбирання. Виправити це можна за допомогою борони " LIRA XL " (Рис. 2).

Найбільш затребувані у сучасному веденні сільського господарства борони із пружинним зубом, що використовуються для:

- рівномірного розподілу по полю поживних залишків;
- ранньовесняного боронування ґрунту з метою руйнування поверхневої кірки та провокування зростання бур'янів;
- знищення бур'янів у фазі "білої нитки"
- закриття вологи за допомогою переривання капілярного потоку із нижніх шарів ґрунту;
- вирівнювання поверхні ріллі;
- закладення насіння та мінеральних добрив, розкиданих по полю;
- суцільної обробки ґрунту при догляді за парами та підготовці до сівби при обробці зябку;
- збирання соломи, сіна у валки.

Останнім часом відзначається тенденція до збільшення засміченості полів внаслідок зменшення обсягів робіт із хімічного захисту, спричинена бажанням скоротити витрати на дорогі препарати. Завдяки використанню борони "Ліра" можна без застосування хімії не тільки якісно знищити бур'яни, а й одночасно закрити вологу та забезпечити доступ повітря до насіння.

*Ждан Д.В., студ., Довжик М.Я., к.т.н., доц., Зубко В.М., д.т.н., доц., СНАУ*

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПОСІВНИХ КОМПЛЕКСАХ**

У довіднику з контролю якості польових робіт існує така таблиця в якій вказані рекомендовані данні при посіві кукурудзи (табл.1).

Таблиця 1. Довіднику з контролю якості польових робіт

Показники	Вимоги та допуски
Глибина посіву насіння, см. в степовій зоні	5-7
в лісовій і лісостеповій зоні:	
на суглинних ґрунтах	4-6
на чорноземних ґрунтах	6-8
на піщаних суглинках	8-10
Відхил фактичної глибини посіву насіння і внесення добрив від заданої, %	±1
Відхил фактичної норми висіву насіння від заданої, %	±5-8
Відхил фактичної норми внесення добрив від заданої, %	±10
Відхилення інтервалу між насінням, %	±30
Відхилення ширини міжряддя від норми, см	
стикових	±5
основних	±1
Відхилення осьової лінії рядка на ділянці довжиною 50м., см.	Не більше 5
Швидкість руху МТА під час посіву, км/час.	8-10

Для забезпечення якісного посіву мало просто виконувати рекомендовані параметри, використовувати якісні та дорогі гібриди та добрива. Також важливим чинником є висівний

апарат сівалки. Тому буде проведений дослід по забезпеченню якості посіву різними висівними апаратами при однакових умовах, тобто:

- швидкість;
- норма висіву;
- вакуумне зусилля;
- фракція насіння.

Для проведення досліджень були взяті результати лабораторних випробувань на стенді SteerMaxSeed який складається з чотирьох різних висівних апаратів, різних виробників. Але є одна риса котра об'єднує всі висівні апарати – це електропривод від американської компанії Graham. Даний стенд використовують для тестування висіву насіння різних просапних культур та проведення досліджень і випробувань різних висівних апаратів будь-яких просапних сівалок незважаючи на конструкцію та модифікацію. Також його використовують для демонстрації на виставках, або навчання наприклад механізаторів господарств де встановлено дане обладнання. Під час проведення випробувань на стенді було встановлено наступні висівні апарати:

- John Deere eSet;
- Selenium;
- Elvorti Profi;
- Precision Planting vSet.

Система Graham COMMAND PRO є унікальною безпроводною системою з електроприводом висівних апаратів різних виробників. Керування системою використовується за допомогою звичайного планшет на базі ОС Android. Планшет в свою чергу з'єднується з контролером за допомоги Bluetooth, і всі налаштування може провести як сидячі в кабіні так і біля сівалки, оскільки планшет є не стаціонарним обладнанням, як наприклад монітори інших систем. Данна система працює разом з електроприводом MTR-80-HSP (PRO) (рис. 1).

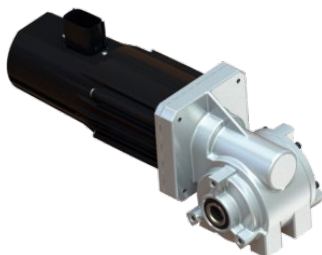


Рис.1. Електропривод Graham MTR-80-HSP (PRO)

Електропривід представляє собою безщіточний електропривод з полим валом та правобічним розміщенням редуктора, частота обертання складає 78 об/хв., а крутний момент – 3,39 Н/м.

Стенд SteerMaxSeed – це лабораторна модель 4-рядної сівалки (рис. 2), який складається з:

- рама стенду;
- вакуумна станція;
- планшет з програмним забезпеченням Graham COMMAND PRO та модулем керування;
- висівні апарати John Deere, Elvorti, Selenium, Precision Planting в комплекті з електроприводами Graham Pro;
- датчики висіву.
- система контролю рідких добрив
- комплект кабелів живлення.
- Умови проведення випробувань представлені у таблиці 2.
- Висівні апарати мали однакові умови, але були і відмінності у виробниках і кількості отворів у диску (табл. 3).



Рис 2. Стенд SteerMaxSeed

Таблиця 2. Технічне завдання для висівних апаратів

Робоча швидкість, км/год	8; 10; 12
Вакуумне зусилля, кПа	3
Нома висіву, шт/га.	60000; 80000; 100000
Час роботи, сек.	180

Таблиця 3. Кількість отворів у висівному диску.

John Deere	Selenium	Elvorti	Precision Planting
30 отворів	28 отворів	30 отворів	27 отворів

Для роботи електропроводів нам потрібен GPS для розуміння швидкості руху та визначення місця знаходження для автоматичного посекційного відключення, компенсації швидкості на розворотах, або поворотах, та диференційного посіву. У лабораторних умовах ці всі вище перераховані данні ми брали з симулятора встановленому на комп'ютері.

Вакуумне зусилля у висівних апаратах створювалось за допомоги компактного стенду вакуумної системи, яка працювала від звичайного електромотора.

Швидкість роботи та норма висіву була обрана після опитування фермерів різних областей України. Найчастіше робота над посівом кукурудзи проводять з нормою від 60 тис. насінин на гектар до 100тис. По швидкості було обрано так що 8-10 км/год це реальна робоча швидкість, а 12 км/час для деяких господарств була бажаною, щоб швидше оброблять свої посівні площі.

*Литвиненко Є.Є., студ., Зубко В.М., д.т.н., доц., СНАУ*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЛИБИНИ ВИСІВУ ТА ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАТЧИКІВ SMARTFIRMER**

Метою проведених досліджень є оцінити залежність урожайності кукурудзи від глибини висіву насіння та вологості в борозні, виміряної датчиками SmartFirme (Рис. 1).

Вологість ґрунту – надзвичайно важливий чинник для проростання насіння та дружних сходів, а в кінцевому результаті – для досягнення максимальної врожайності. Датчики SmartFirme надають дані про вологість у кожній борозні, що дозволяє правильно вибрати глибину висіву у разі зміни ґрунтових умов.

Результати: на рис. 2 показано, що середня оптимальна глибина висіву насіння становила 5см. Зменшення глибини висіву призводило до зменшення врожайності на 270 кг/га. Аналогічно, збільшення глибини висіву призводило до зменшення врожайності на 540 кг/га.



Рис. 1 Датчиками SmartFirme



Рис. 2. Зміна врожайності кукурудзи на зерно на дослідних ділянках у Сумській області

На рис. 3 показано зв'язок вологості в борозні з глибиною висіву.



Рис. 2 Зв'язок вологості в борозні з глибиною висіву

З висиханням ґрунту і зниженням вмісту вологи у борозні глибину висіву доводиться збільшувати, щоб насіння лягало у достатньо вологий шар ґрунту. Навпаки, надто глибокий висів у борозну з достатньою кількістю вологи в ґрунті певних типів та агрегатної структури може призводити до затримання сходів.

Валюх К.С., студ, Зубко В.М., д.т.н., доц., СНАУ

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧИСТОТИ ПОСІВНОЇ БОРОЗНИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

У дослідженні впливу на врожайність рослинних залишків, що залишаються у борозні під час посіву проаналізовано вплив дати проростання, а саме: кількісно оцінено втрати урожайності при різній кількості післязливних залишків у насінневу ложі під час посіву (рис. 1).

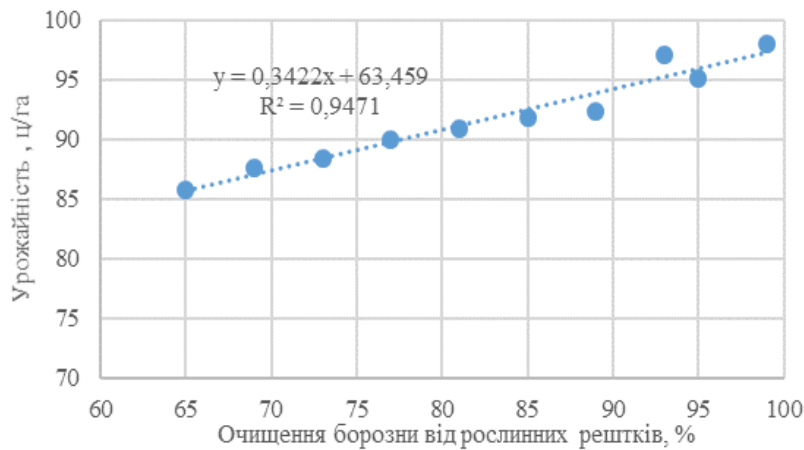


Рис. 1. Вплив на врожайність рослинних залишків, що залишаються у борозні під час посіву

Аналізом встановлено, що існує конкретна залежність врожайності кукурудзи на зерно від кількості решток агрокультури, яка описується рівнянням:  $y = 0,3422x + 63,459$ , з достовірністю апроксимації  $R^2 = 0,9471$ .

Встановлено, що на кожен 1% зменшення чистоти борозни врожайність зменшувалась на 0,45 ц/га. Урожайність кукурудзи змінювалась від 85 до 98 ц/га, тобто втрати внаслідок великої кількості рештків у борозні сягали 13 ц/га.

Особливістю експерименту є те, що у ньому рештки вкладались таки чином, щоб вони знаходились в безпосередньому контакті з посівним матеріалом. Жодних інших рослинних залишків, рівномірно розподілених по всій борозні, не було. У типових польових умовах залишки, як правило, розподіляються по всьому посівному ложі, за рахунок чого їх кількість є значно більшою, що призводить до істотного збільшення втрат врожайності.

Під час проведення досліджень нами не враховувався ступінь подрібнення рослинних залишків та порушення цілісності їх стебла робочими органами агротехніки.

Отримані результати мають практичну спрямованість. Неякісний обробіток ґрунту після попередника, зміна ґрунтово-кліматичних умов, зниження рівня біоти у ґрунті значно впливають на інтенсивність перегнивання залишків після попередника. Маючи результати досліджень фермер планує як провести основний обробіток ґрунту і яким чином використовувати посівні машини для отримання оптимального врожаю.

Дослідження ефективності використання системи регулювання притискового зусилля розгортачів післяжнивних решток Clean Sweep представлено на рисунку 2.

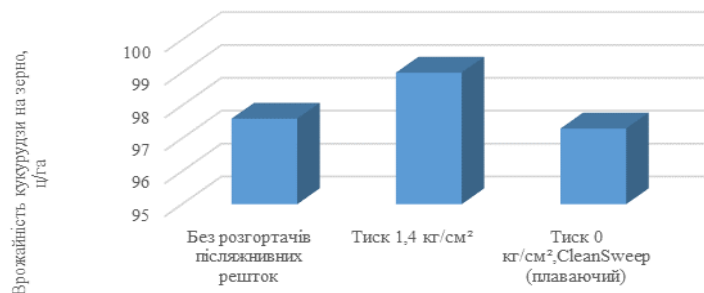


Рис. 2. Дослідження ефективності використання системи регулювання притискового зусилля розгортачів післяжнивних решток CleanSweep

Дослідження проводились з використання гібриду Dekalb. Аналізом встановлено, що відсутність розгортачів післяжнивних решток призвела до втрат врожайності 1,4 ц/га, а відповідні економічні втрати, при закупівельній ціні 7500 грн/т, становили 1050 грн/га, порівняно з застосуванням розгортачів, обладнаних системою CleanSweep. Застосування звичайних розгортачів плаваючої конструкції також призвело до втрат врожайності 31,7 ц/га і відповідних збитків у 1275 грн/га.

## АНАЛІЗ ВИСІВАЮЧИХ АПАРАТІВ

У сучасний час господарства України використовують системи точного землеробства при виконанні різних агроробіт. Адже ці системи підвищують продуктивність, економлять паливо, посівні матеріали та добрива. А завданням для систем точного землеробства під час проведення посівних робіт є:

- компенсація при поворотах;
- не допустити пересівів та огріхів;
- індивідуальне автоматичне відключення секцій при заході на раніше оброблену площу;
- контроль норми висіву;
- контроль якості посіву;
- використання диференційного внесення.

Для проведення досліджень були вибрані висівні апарати передових компаній, обладнання яких зарекомендували в кожному українському господарстві і не тільки. Висівні апарати були обрані таких виробників :

- John Deere – так як це найбільш популярна сівалка в Україні:



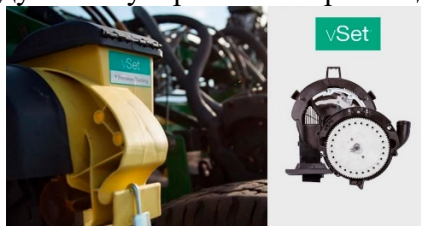
- Selenium – так як даний висівний апарат є новинкою на ринку України і може стати конкурентом багатьох інших вакуумних систем висівних апаратів:



- Elvorti – найбільший виробник сівалок в Україні:



- Precision Planting – так як є дуже популярним по переобладнанню висівних апаратів:



Всі ці висівні апарати різні, але в моєму досліді їх об'єднує електропривод американської компанії Graham.

Характерною особливістю проведення дослідження в лабораторних умовах є те, що технічне завдання для всіх висівних апаратів було ідентичне, а саме: вакуумне зусилля; швидкість роботи; час роботи; норма висіву; фракція насіння.

При цьому була змодельована виробнича проблема, яка характерна при налаштуванні систем точного висіву фахівцями, які не мають відповідної кваліфікації, а саме налаштування сівалок з урахуванням по фракційних особливостей посівного матеріалу, робочої швидкості, технічної особливості висівного апарату та характерні особливості висівного диску.

УДК 621.4

Плавинський В.І., Саєнко А.В. Сумський національний аграрний університет.

## ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АНТИФРИЗІВ

Система охолодження ДВЗ призначена для підтримання його нормального теплового режиму. В сучасній техніці в якості охолоджувальної рідини все більше використовуються всесезонні охолоджувальні рідини – антифризи. Ефективність антифризів безпосередньо залежить від їх фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей. До основних вимог, що пред'являються до антифризів можна віднести наступне:

- оптимальне значення кінематичної в'язкості та високе значення індексу в'язкості, що в сукупності забезпечує нормальну циркуляцію в системі охолодження, як при високих температурах навколишнього середовища так і низьких;

- високі антикорозійні властивості, як до металевих, так і інших поверхонь системи охолодження ДВЗ;

- під дією високих температур не утворювати накиповідкладень на внутрішніх елементах системи охолодження;

- температура кипіння та застигання повинна бути в межах оптимальних значень для забезпечення нормального теплового режиму роботи двигуна.

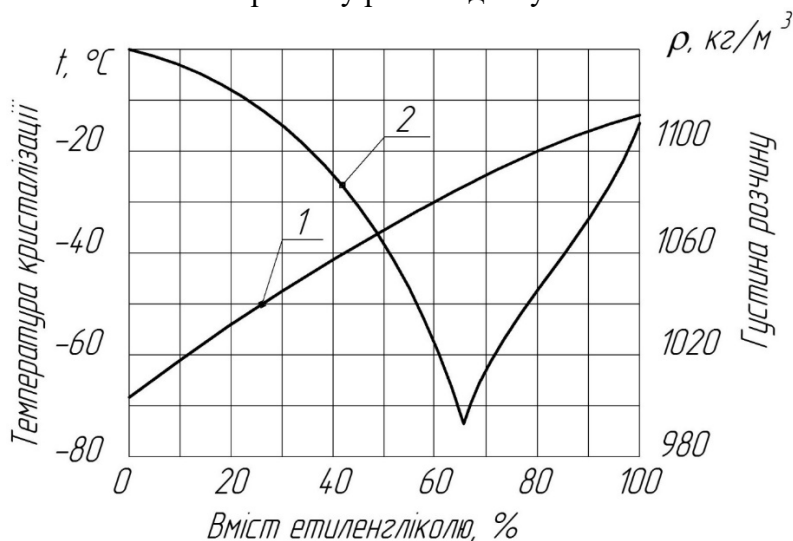


Рис. 1. Залежність густини (1) та температури кристалізації (2) водоетиленгліколевої охолоджувальної рідини від її складу.

Основним недоліком звичайної води в якості охолоджувальної рідини є висока температура замерзання ( $0^{\circ}$ ), що зупиняє її циркуляцію по системі охолодження. Окрім того, при замерзанні об'єм води збільшується до 10% і тиск на стінки двигуна становить 200-300 МПа, що призводить до його руйнування.

Як в Україні, так і в інших країнах у більшості використовують антифризи, до складу яких, як основний компонент входить етиленгліколь – двоатомний спирт ( $C_2H_4(OH)_2$ ).

З використанням етиленгліколю у вигляді композиції виготовляють антифризи марок Тосол-А, Тосол-А40, Тосол-А65 та і.н.

Тосол-А це концентрований розчин етиленгліколю з вмістом спеціальних присадок, таких, як складний вуглеводень - декстрин для захисту від руйнування кольорових металів в



кількості 1 грам на літр. Для захисту чавуну, сталі, латуні використовують динатрійфосфат до 3,5 грамів на літр. В окремих випадках, також додають молібденовокислий натрій ( до 8 гр/л) для захисту від корозії цинкового та хромового покриття. В таких випадках, в кінці маркування антифризу ставлять букву «М».

Користуючись графіком (рис. 1) можна виготовити антифриз для різних умов експлуатації ДВЗ з різною температурою кристалізації – від 0°C до -75°C. Контролюють температуру кристалізації спеціальним приладом – гідрометром, за допомогою якого визначають, як температуру кристалізації, так і відповідне співвідношення етиленгліколю і води у відсотках. Також, контролювати ці параметри можна за допомогою аріометра, вимірюванням густини розчину (рис. 1. графік 1).

Позитивним при використанні антифризів є те, що ці розчини не замерзають, а кристалізуються, і в критичних випадках не створюють високого тиску в порожнинах ДВЗ і деталі двигуна не руйнуються.

УДК 631.313.022.2

*Козаченко О.В., д.т.н., проф., Седих К.В. к.т.н., Шкрегаль О.М., к.т.н., доц.,  
Волковський О.М., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна*

## **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ УДОСКОНАЛЕНИМ ДИСКАТОРОМ**

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур передбачають широке застосування агрегатів для поверхневого обробітку ґрунту, в тому числі з дисковими робочими органами. Найбільш перспективним напрямком підвищення їх ефективності є застосування дискових знарядь із індивідуальним кріпленням робочих органів на пружних стійках. При цьому покращення якості роботи та зменшення енерговитрат на її виконання таких знарядь пояснюється коливним рухом дискових робочих органів внаслідок нерівномірності сил опору ґрунту та його руйнування при менших витратах енергії та кращій пристосованості до рельєфу поля.

Таким чином, дослідження, які направлено на покращення якісних і енергетичних показників технологічних процесів обробітку ґрунту дисковими робочими органами на пружних стійках, є актуальними.

Встановлені закономірності впливу параметрів пружної стійки дискового знаряддя від її геометричних розмірів і значень зовнішніх сил, що діють на стійку при виконанні процесу [1, 2] зумовили проведення експериментальних досліджень дослідного зразка дискатора із різною жорсткістю пружних стійок.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування дискових робочих органів шляхом обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів дискатора з пружними стійками із різними коефіцієнтами жорсткості.

Для підтвердження достовірності розроблених теоретичних положень на основі математичної моделі [1, 2]. проведені експериментальні дослідження в польових умовах з використанням дискового знаряддя виробництва ТОВ «Лозівські машини». На основі попередніх теоретичних і лабораторних досліджень розроблений експериментальний зразок дискатора для поверхневого обробітку ґрунту із індивідуальним кріпленням дискових робочих органів на пружних стійках (рис. 1).

Згідно попередніх теоретичних і лабораторних досліджень використано дисковий робочий орган діаметром  $d = 0,56$  м. Радіус сфери диска складає 0,66 м. Кількість дискових робочих органів – 2 шт. в ряду. Кількість рядів – 2. Кут нахилу дискового робочого органу  $\gamma = 22^\circ$ , а кут атаки  $\alpha = 31^\circ$ . За фактори досліджень обрано: фактор А – варіант розташування пружних стійок в двох рядах ( $a_1 = 0,8$  м,  $a_{II} = 0,6$  м;  $a_1 = 0,8$  м,  $a_{II} = 0,8$  м;  $a_1 = 0,6$  м,  $a_{II} = 0,8$  м); фактор В – відстань між рядами дискових робочих органів  $\Delta x$  (0,6 м, 0,9 м); фактор С – швидкість переміщення агрегату  $V$  (1 м/с, 2,5 м/с, 4 м/с).



а



б

Рисунок 1 – Загальний вигляд (а) і робочі органи експериментального зразка (б) дискатора ДЛ-5 із трактором ХТЗ-17022

За критерії оцінки роботи дискового знаряддя обрано:  $K_{str}$  – коефіцієнт структурності ґрунту;  $R_x$  – середнє значення тягового опору агрегату, кН;  $\varphi^\circ$  – кут відхилення робочих органів.

Для експериментальних досліджень використана вимірювальна система динаміки та енергетики агрегатів. Для визначення тягового зусилля використовується тензодатчик CZLAS-4, що приєднаний до обчислювального модуля.

Статистичний аналіз порівняння результатів теоретичних, лабораторних і експериментальних (табл. 1) даних для функцій амплітуди коливань кута рами дискатора в досліджуваному діапазоні варіювання показав, що коефіцієнт кореляції Пірсона складає 0,79–0,89, а критерій Фішера  $F = 1,98–2,27 < F_T = 2,49$ . Це підтверджує адекватність отриманих моделей.

Таблиця 1- Вплив факторів на критерії оптимізації процесу роботи дискатора з пружними стійками в польових умовах

Варіант розташування пружних стійок в двох рядах (фактор А)	Відстань між рядами дискових робочих органів $\Delta x$ , м (фактор В)	Швидкість переміщення агрегату $V$ , м/с (фактор С)	Середнє значення тягового опору агрегату $R_x$ , кН	Максимальний кут відхилення робочих органів $\varphi$ , °	Коефіцієнт структурності ґрунту $K_{str}$
$a_I = 0,8$ м, $a_{II} = 0,6$ м	0,6	1,0	27,6	4,37	0,93
		2,5	29,5	5,17	0,88
		4,0	31,6	5,46	0,64
	0,9	1,0	25,7	3,69	1,00
		2,5	27,0	4,34	0,94
		4,0	29,6	4,54	0,69
$a_I = 0,8$ м, $a_{II} = 0,8$ м	0,6	1,0	24,6	3,35	0,96
		2,5	25,3	3,93	0,90
		4,0	27,2	4,14	0,66
	0,9	1,0	23,1	2,65	1,01
		2,5	24,1	3,27	0,96
		4,0	26,0	3,43	0,71
$a_I = 0,6$ м, $a_{II} = 0,8$ м	0,6	1,0	23,4	3,28	1,05
		2,5	23,7	3,86	1,00
		4,0	24,4	4,10	0,76
	0,9	1,0	21,1	2,62	1,11
		2,5	21,7	3,27	1,07
		4,0	23,2	3,46	0,82
НІР <sub>05</sub> (Вплив фактора, %)		А	1,33 (59,31)	0,0090 (51,82)	0,0033 (12,62)
		В	1,08 (8,72)	0,0074 (22,35)	0,0027 (3,36)

Варіант розташування пружних стійок в двох рядах (фактор А)	Відстань між рядами дискових робочих органів $\Delta x$ , м (фактор В)	Швидкість переміщення агрегату $V$ , м/с (фактор С)	Середнє значення тягового опору агрегату $R_x$ , кН	Максимальний кут відхилення робочих органів $\varphi$ , °	Коефіцієнт структурності ґрунту $K_{str}$
		С	1,33 (14,92)	0,0090 (23,69)	0,0033 (70,54)
		АВ	1,88 (0,31)	0,0128 (0,24)	0,0046 (0,02)
		АС	2,30 (1,77)	0,0157 (0,19)	0,0056 (0,02)
		ВС	1,88 (0,09)	0,0128 (0,04)	0,0046 (0,01)
		АВС	3,26 (0,19)	0,0222 (0,11)	0,0080 (0,01)

В результаті експериментальних досліджень процесу роботи дискатора з пружними стійками в польових умовах отримано динаміку зміни тягового опору агрегату  $R_x$ , кута відхилення робочих органів  $\varphi$ , коефіцієнта структурності ґрунту  $K_{str}$  від варіантів розташування пружних стійок в двох рядах в залежності від кроку спіралей  $a_I$ ,  $a_{II}$ , відстані між рядами дискових робочих органів  $\Delta x$ , швидкості переміщення агрегату  $V$ . Порівнюючи дані експериментальних досліджень процесу роботи дискатора з пружними стійками в польових умовах встановлено, що умови  $R_x \rightarrow \min$ ,  $K_{str} \rightarrow \max$ ,  $\varphi \rightarrow \min$  виконуються для варіанту розташування пружних стійок в двох рядах  $a_I = 0,6$  м,  $a_{II} = 0,8$  м при відстані між рядами дискових робочих органів  $\Delta x = 0,9$  м і швидкості переміщення агрегату  $V = 1,0$  м/с. При цих параметрах критерії оптимізації дорівнювали  $K_{str} = 1,11$ ,  $R_x = 21,1$  кН,  $\varphi = 2,62$  °.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. O. Kozachenko, K. Siedykh Modeling of the process of deformation of the elastic rack of the working bodies of the tillage implement ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2020. Vol. 20. No1. 41-50.
2. Kozachenko O., Aliiev E., Sedykh K. Results of investigation of the spring shank disc harrow performance. U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 83, Issue 4, 2021. 123–140.

УДК 621.4

*Плавинський В.І., Саєнко А.В. Сумський національний аграрний університет.*

### ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕНЗИНІВ

Національний стандарт ДСТУ 7687:2015 розроблено з метою забезпечення впровадження та застосування «Технічного регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, затвердженою постановою КМ України 01.09. 2013 р № 927». Відповідно до цього стандарту за рівнем екологічної безпеки встановлено такі екологічні класи- Євро 3, Євро 4, Євро 5. Окрім того, бензини класу Євро 5 відповідають технічним вимогам європейського стандарту EN 228:2012. Згідно цього стандарту для кліматичних зон і сезонних змін європейських країн встановлено 10 класів леткості бензину – А, В, С, D, E, F, C1, D1, E1, F1. Леткість визначається «тиском насиченої пари».

Згідно указанного стандарту бензини можуть містити в своєму складі до 10% біоетанолу (спирту рослинного походження).

В позначенні бензинів входить декілька букв та цифр. Наприклад, «Бензин автомобільний А-95-Євро 5-Е10 згідно ДСТУ 7687:2015», де А-бензин автомобільний, 95-октанове число бензину за дослідницьким методом його визначення (згідно класифікації може бути А-98, А-95, А-92, А-80), Євро 5-екологічний клас бензину за рівнем екологічної безпеки (згідно з класифікацією Євро 3, Євро 4, Євро 5), Е10-вміст біоетанолу в % (Е5 - не більше ніж 5%, Е7-понад 5% та не більше ніж 7%, Е10- понад 7% та не більше ніж 10%). Згідно норм за екологічними класами Євро 3, Євро 4, Євро 5 детонаційна стійкість бензинів ( за октановим числом за дослідницьким методом) повинна бути не менше 98, 95, 92, 80 од. для бензинів А-98, А-95, А-92, А-80 - відповідно. За винятком (згідно вимог екологічного класу Євро 5), бензин А-80 до використання заборонено.

Такий показник, як вміст сірки (мг/кг) контролюється і суттєво знижується з підвищенням Євро класу. Відповідно, допустимі значення вмісту сірки для: Євро 3-150 мг/кг; Євро 4 - 50 мг/кг; Євро 5 - 10 мг/кг.

Октанове число бензину визначається з використанням спеціальних пристроїв. Також для визначення октанового числа бензину використовують емпіричну формулу.

Розрахунок октанового числа бензину для використання в автомобілі приведемо на прикладі:

- марка автомобіля – Ford C-MAX;
- марка двигуна – 1,6 Duratec -16V(Sigma);
- ступінь стиску -  $\epsilon = 11$ ;
- діаметр циліндра -  $D_{ц} = 79$  мм.

Підставляємо у формулу і розраховуємо:

$$ОЧ = 125.4 - \frac{413}{\epsilon} + 0.0183D_{ц} = 125.4 - \frac{413}{11} + 0.0183 \cdot 79 = 89.35$$

В результаті розрахунків отримуємо октанове число бензину за «моторним» методом для конкретної марки автомобіля.

Згідно з технічною характеристикою автомобіля рекомендоване паливо – бензин А95, де «95» це октанове число визначене за дослідницьким методом. Різниця між октановими числами бензинів, отриманими двома методами дослідницьким та моторним складає близько десяти одиниць, а похибка визначення теоретичним методом – близько 3 одиниць. Таким чином, в порівнянні можна зробити висновок, що з допустимою похибкою октанове число бензину рекомендоване технічною характеристикою автомобіля відповідає розрахунковому.

Підвищення детонаційної стійкості бензину, як на стадії виготовлення, так і при використанні в сучасних умовах досягається такими методами як - подальша переробка бензинових дистилатів «прямої» перегонки шляхом риформінгу, або додаванням високооктанових компонентів, таких як бензол (ОЧ=108 од.), толуол (ОЧ=100 од.), ізооктан технічний (ОЧ=100 од.), алкілбензол (ОЧ=100 од.) та ін. Детонаційна стійкість (ОЧ) компонентів приведена в одиницях, що визначена за «моторним» методом.

При використанні високооктанових компонентів необхідно враховувати їх недоліки з точки зору експлуатаційних властивостей. Наприклад – температура кристалізації бензолу становить +5,5°C. Це означає, що такий компонент обмежений у використанні у зимовий період ( при низьких температурах). Також бензол, толуол та інші вуглеводні ароматичного ряду мають схильність до нагароутворення на деталях циліндропоршневої групи.

*Hüseyin Erdem, Zubko Vladislav, Ph.D., SNAU*

## SETTING UP THE HORSCH MAESTRO SOWING MACHINE

The filling level in the area of the grain pick-up is controlled with the grain feed gate. Depending on the position of the grain feed gate, different quantities enter the area of grain pick-up. If the seed quantity in the metering chamber is too low or too high, the grain pick-up of the metering disc

deteriorates. In addition, if the seed quantity is too high, the function of the separator is compromised. For the settings, see AirVac metering system settings table. When performing the setting, start with the lower value as a tendency. Avoid seed bridging. In case of missed seeds, change the position of the slider, the hole size of the metering disc or the vacuum level.

As it observed and calculated the optimum speed is 5 m/s If we increase the speed some slots don't drop feed and it'll decrease of the efficiency of farming. Small seeds kit/scrapper For certain types of fruit, a scraper must be installed to separate the grains from the metering disc always at the same location. Downpipe After the grain transfer in the metering unit the grain drops through the downpipe into the ground. The sensor is the basis for monitoring the drilling process.

The sensor detects each grain and reports it to the computers. These evaluate the data and times between grain signals and use this information to calculate the variation coefficient (drilling accuracy), faults and double seeds. Downpipe and sensor must therefore be correctly installed and fastened.

Operating the metering system The parts inside the metering unit are precision parts. Negative impact such as contamination, leaks, moisture or wear compromise the quality of the seed. Always handle the parts carefully and without force. Replace parts if worn or damaged. Do not oil, grease or spray the parts with corrosion protection agents. The parts would stick together or become porous. Tighten screws only by hand when replacing components. Do not use power screwdrivers. Do not damage the cables. When assembling housing parts, join the individual parts correctly applying only slight pressure. Open the quick closures and remove the removable half of the housing. Position the grain feed gate all the way down. Adjusting the placement depth On the depth guide wheel, three levels can be set for the placement depth (50, 70, 90 mm).

Different cell rotors are available for the various fertilisers in the form of powder or granulate. The selection of the individual rotors for various applications, working widths and delivery volumes is described in the "E-Manager" instructions. The cell rotors are arranged according to their delivery rate per revolution. Ensure absolute leak tightness of components with all work activities on the metering unit. Leaks lead to metering errors. The contact surfaces must be sealed when installing the metering unit. The housing must not be warped when bolting it Seed calibration The calibration sequence and the input on the terminal are identical with the calibration of the fertiliser metering unit - see E-Manager instructions.

For calibration remove the bottom covering and hook the calibration bag to the frame, hold or place it under the opening. For "low" granulate quantities install the 38 cm<sup>3</sup> auger. For high quantities or high working speed install the 66 cm<sup>3</sup> screw. Fill the hopper with granulate.

Run the metering auger for a moment so that it is completely filled, and the calibration will not be falsified (see E-Manager - filling the metering cells).

Run the calibration and enter the calibration weight (see E-Manager instructions).

Drilling can be started if the appropriate speed range is displayed after entering the weight.

If the indicated speed range is not suitable for drilling, the metering auger may need to be replaced and the calibration process repeated.

The effect of insufficient air and poor transverse distribution is difficult to be recognized, or only after the seed has come up. You should therefore always use rather more than not enough air. For the reason of comparison you may place some granulate / fertiliser on the surface. For an exact measurement one must catch the quantities from the individual hoses and determine the volume and weight for comparison. An exact specification for the gate valve adjustment is therefore hardly possible.

The required air quantity, i.e. the adjustment of the gate valve, depends on a number of variables. Besides the data for working width, number of rows, required quantity kg/ha and working speed, the shape, weight and surface of the granulate is also of significance. Not too much air should be used, so that granulate is blown out of the seed furrow or from the surface. With higher air volumes dust will also accumulate increasingly on the components. The function of the grain count sensor can be affected by this.

## СЕКЦІЯ «ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ»

УДК 640.437

*Середа О.Г. асистент, Маренкова Т.І. ст. викладач, СНАУ*

### ПРОФЕСІЙНА КУЛЬТУРА ПРАЦІВНИКІВ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Для забезпечення якісного обслуговування відвідувачів, в закладах ресторанного господарства працює велика кількість працівників. Починаючи від господаря закладу - закінчуючи прибиральницею. В середньому на одного відвідувача припадає робота 4-5 працівників закладу.

В індустрії гостинності підприємства більше націлені на те, щоб кожна їхня дія мала прибутковий характер. Закордонний фахівець ресторанної справи В.Т. Умбрайт стверджує: "... індустрія гостинності відводила останнє місце управлінню людськими ресурсами, а зусилля індустрії були націлені на отримання негайних вигод і на операційні питання, пов'язані з ринком" [1].

Одним із важливих працівників закладу ресторанного господарства є офіціант. Безпосередньо робота цих працівників має велике значення в діяльності закладу. Саме до офіціантів керівники закладу мають великі вимоги.

Є хибна думка, що робота офіціанта найлегша робота, а також, що офіціант в закладі ресторанного господарства – це найнижчий співробітник закладу. Але, зазвичай, в закладах ресторанного господарства перший хто зустрічає відвідувачів – це офіціант. Не всі заклади мають співробітників категорії хостес, менеджер, адміністратор закладу, тому саме всі обов'язки цих категорій осіб передаються офіціанту. Тому керівники закладів ресторанного господарства мають великі вимоги до офіціантів.

Офіціант, може бути кваліфікованим, знати правила сервірування столу, розбиратися у винних картах, але якщо при цьому він не комунікабельний та не вміє добре вести себе з відвідувачами, дані працівники ніколи не досягнуть гарного результату в обслуговуванні.

Зробивши певний аналіз вимог роботодавців кафе, ресторанів, піцерій, барів до даних груп працівників (працівники, які працюють в залі закладу ресторанного господарства) можемо зазначити декілька основних з них:

- Працівник повинен бути комунікабельний. Тобто вміти знайти спільну мову як з відвідувачами, так і з персоналом закладу, легко говорити, відкрито та природно усміхатись.
- Дотримуватись правил поведінки та ресторанного етикету з відвідувачами.
- Бути акуратним та охайним, не забувати, що офіціант – це обличчя закладу.
- Уміти продавати ту чи іншу страву, виявляти турботу до гостя, передбачати бажання відвідувача
- Мати на увазі, що кухня і зал – це одна команда, яка працює на результат своєї діяльності.
- Знання іноземної мови – це великий плюс для співробітників закладу ресторанного господарства .
- Працівник залу повинен мати різний підхід до відвідувачів.

Цей список вимог до співробітників залу можна ще продовжувати. Але кожному керівникові потрібно брати до уваги і невідчутні вигоди, такі як поліпшення моральної атмосфери, задоволення роботою працівників та ін.

Отже, керівнику, менеджеру, адміністратору слід постійно займатися підвищенням продуктивності праці свого персоналу. Тому ефективними є проведення курсів із підвищення кваліфікації та тренінгів для працівників. Для цього можна додатково залучати спеціально обізнаних спеціалістів. Оскільки дуже швидко розвиваються технології, розширюється асортимент товару, вдосконалюються і корегуються методи обслуговування та продаж, дуже ефективним є проведення тренінгів по винах, віскі, коньяках, каві, чаю, воді, сигарах, по особливостях обслуговування конфліктних гостей чи гостей різних національностей, по ме-

тодах ефективних продаж, по вдосконаленню вміння спілкуватися, по етикету, іноземних мовах професійного спрямування. І цей список можна ще довго продовжувати. У сучасному світі особливо важливими вважаються міжкультурні компетенції, здатність працювати з людьми різної національності, конфесії й культури, підкреслює Г. Ауернхаймер [2].

Підвищення рівня культури праці передбачає правильний підбір кадрів, наявність постійної системи навчання та підвищення їх кваліфікації, рівня загальної культури та зацікавленості у спільних результатах діяльності через ефективну мотивацію [3].

Отже, посада офіціант – є невід’ємною складовою в закладах ресторанного господарства. Так, деякі заклади ресторанного господарства (особливо закордонні) вже мають сервіси в яких робота офіціанта не потрібна. Всі відвідувачі мають комунікувати тільки з сучасними мобільними пристроями, які передають замовлення на кухню. Але все більше відвідувачів дотримуються правил комунікації з офіціантом. Тому офіціанту потрібно мати професійну культуру роботи, а керівникові закладу впроваджувати передові методи праці працівників підприємства.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Папирян Г. А. Менеджмент в индустрии гостеприимства (отели и рестораны) / Г. А. Папирян. -М.: Экономика, 2000- 207 с.
2. Auernheimer G. Interkulturelle Kompetenz und padagogische Professionalitat. Leske & Budrich. Opladen 2002. 235 s
3. Митник С.І Кваліфікація обслуговуючого персоналу як чинник успішної діяльності ресторану / С.І. Митник. – Вісник Львівської комерційної академії / [ред. кол.: Башнянин Г. І., Куцик П. О., Семак Б. Б. та ін.]. – Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2016. – Вип. 50. – 209 с.

*Бідюк Д.О., ст. викладач, Маренкова Т.І., ст. викладач, СНАУ*

### **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО БІОРОЗКЛАДНОГО ПАКОВАННЯ ДЛЯ ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО**

Щороку в Україні накопичується близько 600 мільйонів тонн відходів, в тому числі значна частина використаної тари та упаковки. Швидкий розвиток пакувальної індустрії, прагнення виробників виготовляти конкурентно-спроможну продукцію в сучасній упаковці, масовий ввіз упакованої продукції і таропакувальних матеріалів із-за кордону, відсутність в Україні єдиного, комплексного відпрацьованого механізму збирання, утилізації та переробки використаних таропакувальних матеріалів створюють загрозу для екологічної безпеки нашої держави.

Нами було проведено дослідження із застосуванням вітчизняного біорозкладного пакування для заморожених напівфабрикатів сирників.

Плівку для пакування, що використовувалося в дослідженнях, було вироблено на вітчизняному підприємстві ТОВ «Фудбіопак» методом екструзії з роздувом. Згідно досліджень цієї компанії пакування є біорозкладувальним із терміном розкладання протягом 15-20 діб за умов домашнього компостування. Товщина пакувальної плівки складала  $150 \pm 12$  мкм. Основою плівки, яка є основою даного пакування, є натуральні харчові компоненти, що мають у своєму складі білки, полісахариди та жири.

Напівфабрикати сирників отримували за рецептурою згідно зі Збірником рецептур та заморожували у морозильній камері побутового холодильнику за температури  $-18 \dots -20^\circ\text{C}$ . Заморожені напівфабрикати сирників запаковували у поліетиленове та біорозкладне пакування (рис. 1) та зберігали в тих же умовах протягом 3 міс. Дослідження показників якості проводили одразу після виготовлення, а також під час зберігання через кожні 2 тижні.



Рис. 1. Зовнішній вигляд заморожених напівфабрикатів сирників у біорозкладному пакуванні (а) та традиційному поліетиленовому пакуванні (б)

Для визначення показників якості заморожені напівфабрикати сирників розморожували на повітрі за кімнатної температури до досягнення на поверхні напівфабрикатів температури  $+4...+6^{\circ}\text{C}$ .

Дослідженнями вологості напівфабрикатів сирників після розморожування було встановлено загальну тенденцію до її зменшення протягом зберігання для обох видів пакувань. Початкова вологість напівфабрикатів на початку зберігання складала  $51,80\pm 0,23\%$ . Найбільш інтенсивне зменшення вологості спостерігалася протягом перших 57 діб зберігання. Падіння вологості можна пояснити високою паропроникністю як поліетиленового пакування, так і біорозкладного. Наприкінці зберігання вологість напівфабрикатів у поліетиленовому пакуванні склала  $38,00\pm 0,45\%$ , у біорозкладному –  $37,00\pm 0,56\%$ .

Було визначено, що втрати маси зменшуються під час зберігання: для поліетиленового пакування від  $12,01\pm 0,12\%$  до  $10,32\pm 0,11\%$ , для біорозкладного пакування від  $12,01\pm 0,12\%$  до  $9,98\pm 0,14\%$ .

Зменшення втрат маси після теплової обробки сирників вірогідно пов'язано із загальним зниженням вологості напівфабрикатів після їх розморожування. В цілому результати схожі для обох видів пакувань.

Аналізом кінетики втрати маси сирників після остигання не встановлено загальних тенденцій. Значення втрат коливаються від  $0,36\pm 0,02\%$  до  $0,53\pm 0,03\%$ .

Вивченням кінетики penetрації сирників після теплової обробки та остигання встановлено, що для обох видів пакувань протягом 85 діб зберігання відбувається ущільнення структури. Для сирників, що зберігалися у поліетиленовому пакуванні, глибина занурення індентору пенетрометру коливається від  $62,4\pm 2,9$  од. на початку зберігання до  $37,4\pm 8,7$  од. наприкінці зберігання. Для сирників, що зберігалися у біорозкладному пакуванні, глибина занурення індентору пенетрометру коливається від  $62,4\pm 2,9$  од. на початку зберігання до  $38,0\pm 5,3$  од. наприкінці зберігання.

Результати вивчення penetрації сирників добре корелюють із органолептичною оцінкою сирників, яку було проведено протягом зберігання для кожних зразків (табл. 1).

З наведених результатів видно, що протягом зберігання відбувається зниження бальної оцінки саме за консистенцією. Загальна бальна оцінка сирників, що зберігалися у поліетиленовому пакуванні, наприкінці процесу складає 19,2 бали. Для сирників, що зберігалися у біорозкладному пакуванні, загальна бальна оцінка склала 19,1 бали.

Таким чином, вищенаведені дослідження дозволяють стверджувати, що застосування даного біорозкладного пакування для заморожених напівфабрикатів із сиру кисломолочного є перспективним, але потребує в подальшому більш глибокого вивчення процесів, пов'язаних із харчовою, біологічною цінністю та мікробіологічними показниками.



Таблиця 1 – Органолептична оцінка сирників

Найменування показника	Тривалість зберігання/вид пакування/бальна оцінка					
	0 діб	14 діб	29 діб	43 доби	57 діб	85 діб
<b>У поліетиленовому пакуванні</b>						
Зовнішній вигляд та форма	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Вигляд на розрізі, колір	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Консистенція	5,0	4,8	4,7	4,6	4,5	4,5
Смак та запах	5,0	5,0	5,0	4,9	4,8	4,7
<b>Загальна оцінка</b>	<b>20,0</b>	<b>19,8</b>	<b>19,7</b>	<b>19,5</b>	<b>19,3</b>	<b>19,2</b>
<b>У біорозкладному пакуванні</b>						
Зовнішній вигляд та форма	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Вигляд на розрізі, колір	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Консистенція	5,0	4,7	4,5	4,5	4,5	4,4
Смак та запах	5,0	5,0	5,0	4,9	4,8	4,7
<b>Загальна оцінка</b>	<b>20,0</b>	<b>19,7</b>	<b>19,5</b>	<b>19,4</b>	<b>19,3</b>	<b>19,1</b>

*Бідюк Д.О., ст. викладач, Маренкова Т.І., ст. викладач, СНАУ*

### **АНАЛІЗ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗАМОРОЖЕНОГО НАПІВФАБРИКАТУ БІФШТЕКСУ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ У БІОРОЗКЛАДНОМУ ПАКУВАННІ**

Традиційне пакування заморожених напівфабрикатів хоча й має деякі переваги такі як міцність і низька вартість, проте має ряд серйозних недоліків. А саме дуже шкодить доклілю, бо не розкладається століттями і вже становить 10% всього побудового сміття. При згорянні виділяє в атмосферу шкідливі гази, а також виробляється з важливих невідновлювальних природних ресурсів, що в свою чергу може призвести до екологічної катастрофи.

Таким чином, розробка їстівних / біорозкладаних плівок / покриттів для ефективної упаковки харчових продуктів викликала значну зацікавленість в останні роки завдяки їх потенціалу зменшити або замінити звичайні пластмаси.

Проблему втрати вологи під час зберігання м'яса та м'ясних продуктів, що призводить до змін у структурі, смаку та кольорі та в кінцевому підсумку у вазі, можна вирішити за допомогою їстівних покриттів, що мають добрі вологозахисні властивості. Потреба в абсорбуючих підкладках на дні піддонів усувається за допомогою їстівних пакувань, які запобігають накопиченню крапель та покращують зовнішній вигляд виробів. Їстівні покриття можуть обмежувати летючі втрати смаку та потрапляння сторонніх запахів до м'яса та м'ясних продуктів. Ці плівки та покриття можуть бути використані для запобігання появі поверхневого побуріння. Сучасна тенденція розвитку нових пакувань харчових продуктів полягає в тому, що вона повинна бути не тільки природною та екологічно чистою, але також функціональною та економічно ефективною.

Біорозкладні полімери відрізняються від інших пластмас можливістю розкладання в навколишньому середовищі під впливом мікроорганізмів (бактерій або грибків) та фізичних факторів (УФ-випромінювання, температура, кисень). Довгі ланцюги молекул полімеру розпадаються на вуглекислий газ та воду, а також метан, біомасу та неорганічні сполуки. Крім того, біополімерні матеріали можуть бути їстівними та володіти антимікробними властивостями.

Плівку для пакування заморожених напівфабрикатів біфштексів в рамках наших досліджень було вироблено на вітчизняному підприємстві ТОВ «Фудбіопак».

Напівфабрикати біфштексів були виготовлені за рецептурою згідно зі Збірником рецептур, заморожені у побутовому холодильнику за температури  $-18\dots-20^{\circ}\text{C}$ , запаковані у біорозкладне та традиційне поліетиленове пакування. Вивчення показників якості виробів здійснювалося протягом 3 місяців зберігання за вищезазначених умов.

На першому етапі досліджень нами було вивчено вплив виду пакування на вологість заморожених напівфабрикатів біфштексів.

Встановлено, що початкова вологість замороженого напівфабрикату біфштексів складала  $64,71\pm 0,45\%$ . Протягом зберігання вологість зменшувалася найбільш інтенсивно протягом 57 діб, після чого відбулося сповільнення висихання. Зменшення вологості пов'язано із низькими бар'єрними властивостями як поліетиленової плівки, так й біорозкладної. Вологість замороженого напівфабрикату біфштексу на 57-й день у поліетиленовій плівці складала  $57,45\pm 0,63\%$ , у біорозкладній –  $56,85\pm 0,25\%$ .

Не менш важливими показниками є структурно-механічні, які впливатимуть та корелюватимуть із органолептичними показниками. Встановлено, що із збільшенням терміну зберігання глибина занурення індентору зменшується, що свідчить про ущільнення структури. При цьому penetрація для розмороженого напівфабрикату біфштексу у біорозкладному пакуванні зменшується майже лінійно, у поліетиленовому пакуванні – найбільш інтенсивно до 57 діб, потім зміни незначні.

Проведеними дослідженнями щодо втрати маси після теплової обробки біфштексів встановлено, що вони зменшуються з  $29,01\%$  до  $24,77\%$  для зразків, що зберігалися у поліетиленовому пакуванні та до  $24,18$  – у біорозкладному пакуванні.

Зниження втрати маси може відбуватися за рахунок зменшення загальної вологості напівфабрикатів. З цих даних зрозуміло, що істотної різниці між зразками, що зберігалися в обох видах пакувань, немає.

Встановлено, що до 57 діб відбувається ущільнення структури – глибина проникнення індентору зменшувалася з 47 од. на початку досліджень до 2- для зразків, що зберігалися у поліетиленовому пакуванні, та до 16 од. для зразків, що зберігалися у біорозкладному пакуванні.

Взагалі встановлено загальне зменшення одиниць penetрації для термооброблених зразків у порівнянні із розмороженими без термооброблення, що є очевидним внаслідок утворення білкового гелю.

Загальною бальною оцінкою зразків біфштексу в обох видах пакувань встановлено (рис. 1), що до 57 діб відбувається незначне погіршення органолептичних показників. Загальна оцінка зразків у поліетиленовому пакуванні складає 23,8 бали, у біорозкладному – 23 бали.

Отже, узагальнюючи проведені дослідження нами рекомендовано зберігати заморожені напівфабрикати біфштексів протягом не більше 2 міс. у біорозкладному пакуванні.

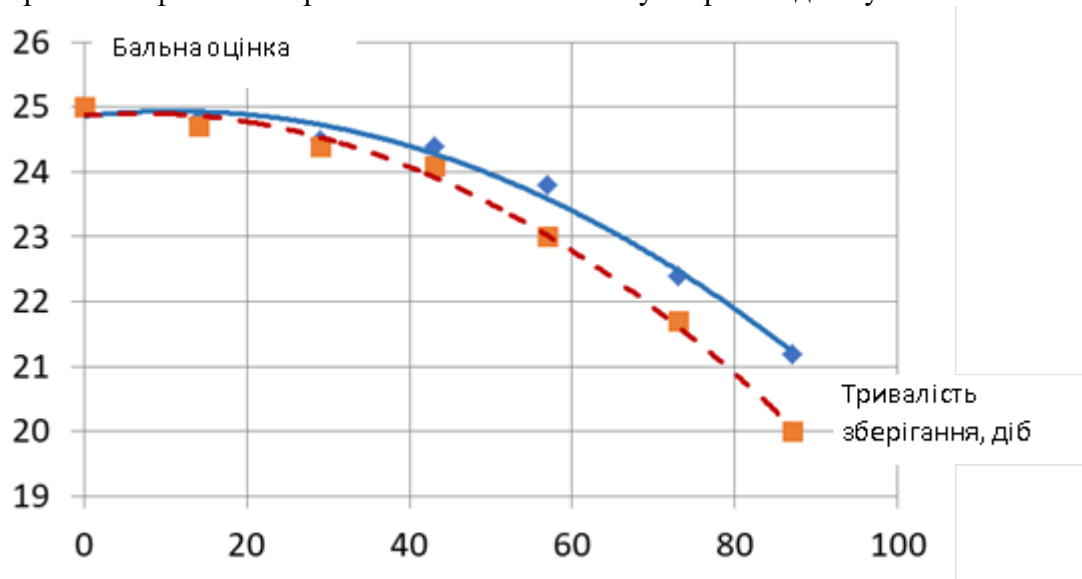


Рис.1 Кінетика бальної оцінки органолептичних показників біфштексу

Проведені дослідження етапу зберігання заморожених напівфабрикатів біфштексів дозволили встановити перспективність та можливість використання біорозкладного пакування від вітчизняного підприємства ТОВ «Фудбіопак» як екологічної альтернативи традиційному пакуванню.

За результатами проведених досліджень нами були запропоновані зміни до нормативної документації, яка в майбутньому використовуватиметься виробниками заморожених напівфабрикатів біфштексів, а саме у розділ «Пакування». Згідно наших рекомендацій можна додати до переліку пакувальних матеріалів біорозкладне пакування згідно з чинною нормативною документацією.

Використання біорозкладного пакування зможе запобігти екологічній катастрофі у світі, адже має суттєву перевагу - здатність біорозкладатися під впливом природних зовнішніх факторів.

*Олійник-Карпець А.С., студентка, Радчук О.В. к.т.н, доцент, СНАУ*

### **ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ**

Механічне обладнання застосовується як для первинної обробки продукції та і для основних технологічних процесів. Попит на механічне обладнання постійно зростає за рахунок відкриття нових підприємств громадського харчування. У виробництві продукції, можна використовувати сировину, яка відповідає якості, згідно технологічної інструкції. На заводах є пристрої та обладнання для подрібнення овочей. Вони використовуються з метою подрібнення твердих та м'яких харчових продуктів, для зменшення розміру та одночасного надання частинам подрібненого продукту певної форми.

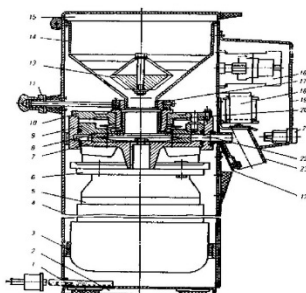
Основним призначенням обладнання для подрібнення є зменшення розмірів продукту до заданих технологічних процесом розмірів та їх подрібнення, можливо надання певної форми.

Також, якщо не потрібно зменшувати розмір продукту, а лише виконати процес зменшення розмірів шматків продукції, то відбувається процес дроблення або подрібнення. Якщо нам потрібно зменшити розмір продукту, який ми подрібноли та надати цим частинкам певної форми та розміру, то відбувається процес різання.

Теоретичні аспекти стану та перспективи машин для подрібнювання на різних підприємствах в цілому, були розглянуті багатьма технологами, зокрема: Дікіс М.Я., Мальський А.Н., Скріпников Ю.Г., Гореньков Е.С. та інші.

В процесі подрібнення кави у машині МІК-60 відбувається розмелювання зерен. Вона складається з електродвигуна, механізму для подрібнення, бункеру, труби та корпусу. В середині корпусу, який до речі зварений із сталі, знаходиться електродвигун. У бункер, відкривши кришку панелі, подаються зерна. За допомогою пускової кнопки, включають машину. Відбувається обертання від електродвигуна. Зерна з бункеру надходять у простір між жорнами, у якому подрібноються. Подрібнена кава, надходить в трубу для вивантаження, яка коливається та забезпечує видалення всієї кави без залишку.

**МІК-60**



Машина МРО-50-200 призначена для нарізання та шаткування сирих овочів.

На завантажені овочі, легким натисканням штовхача відбувається обертання з диском, овочі послідовно зрізаються, надаючи форму до відповідно встановленого ножа, та нарізаються соломкою, брусочком або скибочкою.

Для кожної машини, яка слугує подрібненню та дробленню існують певні правила експлуатації. В основному, вони стосуються чистоти, правил безпеки користування машиною, заміною частин або регулюванням зазору (стосується МК – 60), оскільки при подрібненні у кожній частині може відбуватися знос, саме він потребує заміни агрегату. Спосіб регулювання та догляду описується в інструкції, яка додається до кожної машини.

Основною технологічною вимогою, яка є до продукту, який подрібнюють – рівномірність часток подрібнюваного продукту. Процес подрібнення харчових продуктів широко застосовується на підприємствах громадського харчування. Оскільки відбувається подрібнення овочів, фруктів, м'яса, хліба горіхів, що є вигідним та має великий попит у наші часи (еконіомія часу для людей). Різноманітність харчових продуктів вимагає різних способів подрібнення. Розрізання сировини є основним механічним процесом при переробці. Його використовують для полегшення подальшої обробки та надання продуктам певних розмірів.

Механічне обладнання підприємств громадського харчування є необхідним для певних виробництв. Воно включає в себе певну групу кулінарних машин і апаратів. Для того щоб в процесі роботи обладнання для подрібнення мало високу якість продукції, потрібно знати його конструктивні особливості, режимні і технічні характеристики, принципи роботи системи управління, а також загальні правила розміщення та експлуатації. Отже, враховуючи все вище сказане, можна зазначити, що машини для подрібнення займають важливе значення у харчовій промисловості та скорочують час на виконання різного роду процедур, зменшують обсяг ручного подрібнення. Необхідно зазначити, що відмінною рисою є змога створювати та нарізати продукти, створюючи форму, яка задана технологічним вимогам.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Білінська Н. А., Леєнсон Г. Х. Механіське обладнання підприємств харчових виробництв. - 3-е изд., перераб. і доп. - М.: Колос, 2007. - 295 з.
2. Золін В. П. Технологіське обладнання підприємств громадського харчування: Навчальн. для нач. проф. освіти. - 2-е изд., испр. - М.: ІРПО, изд. центр «Академія», 2000. - 256 с.
3. Ботів М. І., Елхіна В. Д., Голованов О. М. Теплове і механічне обладнання підприємств торгівлі і громадського харчування: підручник для нач. проф. освіти. - 2-е изд., испр. - М.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 464с.
4. Дейниченко Г.В., Єфімова В.О., Постнов Г.М. Обладнання підприємств харчування.: Довідник. В 3-х 4. Харків, ДП Редакція "Мир техніки и технологій", 2002. - 256 с.
5. Г.І.Подпрятков, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич, «Зберігання і переробка продукції рослинництва», «Мета» 2002 – 496 с.

*Кравець А.О., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

#### **ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕПАРАТОРІВ БСХМ-50 ТА БСХМ-16**

Зернова промисловість була, є і залишається найбільш поширеною у світі й провідною в аграрній сфері. Потреба в ній зростає через збільшення населення на планеті, і економічні та міжнародні відносини. Для того, щоб вона залишалася і надалі такою, потрібно мати якісне обладнання, яке зможе очищати та перероблювати якісно велику кількість зерна за короткі терміни. Зерно проходить різні етапи, починаючи зі збирання і закінчуючи зберіганням у сховищах. Одним з ключових етапів є процес сепарування.

Процес поділу зерна на фракції, що відрізняються геометричними ознаками й фізичними властивостями, називають сепаруванням. Машини, які застосовують для цього, називають

сепараторами. Вони бувають: ситові, аеродинамічні, пневматичні. До сепараторів відносяться машини: БСХМ-50, БСХМ-16, А1-БІС-100, ЗСМ-100 та інші. Вони встановлюються в складі технологічних схем на млинах, на елеваторах і круп'яних заводах.

Сепаратори марки БСХМ є одними з найкращих зерноочисних машин, не тільки в Україні, Казахстані та Росії, а також і в інших країнах дальнього зарубіжжя.

Зерновий сепаратор БСХМ-50, призначений для сепарування різної зернової культури, від смітної та інших домішок, що є різними за геометричними розмірами й аеродинамічними властивостями, а також поділу зерна на фракції. Принцип роботи - коливання генеруються двома вібротворами з регульованими ексцентриковими масами, що дозволяє здійснювати глибоке регулювання режимів роботи. Завдяки вертикальній складовій виникає відносний рух з підкиданням, що дозволяє поділити зерно по товщині та ширині. Ця машина є досить добрим механізмом при сортуванні зерна, яке буде використане як посівний матеріал. А також вона відбирає найбільші фракції для використання в харчовій промисловості [1].

Технічні характеристики:	БСХМ-50	БСХМ-16
Продуктивність, т/год	80	66
- попереднє очищення (елеваторний режим)	30	16
- остаточне очищення (млиновий режим)		
Потужність, кВт	1,5	0,74
Витрати на аспірацію, м3/год., не більше	5600	5400
Ефективність очищення, від смітної домішки, %		
- попереднє, не менше	25	20
- остаточне, не менше	75	70
Розміри, з пневмоканалом, мм		
- довжина	2700	2700
- ширина	1690	1690
- висота	2100	1856
Площа сит, м <sup>2</sup>	8	4
Маса, кг	1400	690

Зерноочисний сепаратор БСХМ-16 – призначений для очищення різного виду зерна, від домішок, що є різними за геометричними розмірами і аеродинамічними властивостями, а також поділу зерна на фракції. Принцип роботи – зернова суміш поділяється на фракції шляхом просіювання її через яруси решіт, що здійснюють зворотно-поступальні коливальні рухи, і виділення легких домішок і пилу з великої фракції шляхом проходження її через висхідний потік повітря в пневмосепаруючому каналі [2].

Зараз на ринку можна знайти велику кількість обладнання. Виробництвом якого займаються закордонні та вітчизняні фірми. Проведений аналіз показує, що сепаратор БСХМ-50 має ряд своїх переваг. Має більшу потужність, продуктивність, площу сит також даний апарат може працювати при температурі від -10 до +40 градусів за Цельсієм. Що є ключовим при виборі машини на підприємстві.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сепаратор зерноочищувальний БСХМ-50 - Агро-Симо ... URL: <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/sitovozdushnyie-separatoryi/separator-zernoochistitelnii-bshm-50> ( дата звернення 15.10.2021)
2. Обладнання для очищення зерна - АГРО-СИМО-МАШБУД URL: <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/ochistka-zerna/> ( дата звернення 16.10.2021 )

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БОРОШНОПРОСІЮВАЧІВ SOTTORIVA SF ТА РОСС «ВП-0,55»

Борошнопросіювач промислового призначення - це конструкція для просіювання, розпушування і збагачення киснем борошна, завдяки чому інтенсифікується процес бродіння тіста. Борошно надходить на підприємства зазвичай в брудному вигляді, з різними сторонніми частинками. Борошнопросіювач в процесі роботи відокремлює всі ці домішки. Сировина виходить чистою, готовою до подальшого використання.

Ринок просіювачів пропонує безліч варіантів, тож перед виробниками постає питання яку саме модель придбати для свого виробництва, щоб ефективно оптимізувати процес та підвищити якість готових виробів. Серед популярних моделей борошнопросіювачів можна виділити Sottoriva SF та РОСС «ВП-0,55» італійського та українського виробництва відповідно. Технічні характеристики наведено в таблиці 1 [1,2].

Таблиця 1

Технічні характеристики	Sottoriva SF	РОСС «ВП-0,55»
Система просіювання	вібраційна	вібраційна
Продуктивність, кг / год	375 -500	1000
Номинальна потужність, кВт	0,37	0,55
Габаритні розміри (Д × Ш × В)	1030 × 790 × 1390 мм	1070 × 620 × 1370 мм
Маса, кг	152	140
Ціна, грн	168 9991 – 190 436	40- 019 – 46 272
Виробник	Італія	Україна

Принцип роботи: борошно в машини такого типу потрапляє автоматично. Там встановлена пересувна система - шнек, на поверхні якого вмонтовані ємності і щіточки. Оператору необхідно лише запустити режим і машина сама завантажується сировиною і «везе» його в ємностях до резервуару. По дорозі очищаючи від домішок за допомогою вбудованих щіточок. Такий процес очищення називається магнітною сепарацією. Устаткування вібраційного типу функціонує за рахунок коливань сита. При такому методі просіювання сито запускається в авторежимі і здійснює зворотно-поступальні рухи над спеціальної вбудованої ємністю. У приймальний бункер сировина потрапляє з мішка, який заздалегідь встановлюється на спеціальний майданчик. У тому місці, де просіяний продукт виходить, є магнітні вловлювачі, які «беруть на себе» всі шкідливі частинки і металеві домішки [3].

Обидві моделі обладнання мають: пристрій магнітного уловлювача (сепарування), необхідного для утримання на своїй поверхні металевих частинок; електро-механічне управління; ергономічний дизайн

Отже, роблячи висновок, можна сказати, що така техніка як просіювач здійснює величезну роботу, завдяки механізації підвищується продуктивність підприємства. Збираючись встановити борошнопросіювач, треба заздалегідь провести аналіз: оцінити масштаб виробництва, з'ясувати кількість сировини, що буде перероблятися в одиницю часу. Аналізуючи обладнання вітчизняного та іноземного виробника, маємо результати, що модель українського виробника має більшу в 2 рази продуктивність та в 3 рази меншу ціну, в порівнянні з італійським обладнанням.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Борошнопросіювач РОСС «ВП-0,55» - Режим доступа: [https://tsfera.com.ua/shop/bakery\\_equipment/mukoproseivatel/mukoproseivatel\\_ross\\_vp0\\_55/](https://tsfera.com.ua/shop/bakery_equipment/mukoproseivatel/mukoproseivatel_ross_vp0_55/)
2. Борошнопросіювач Sottoriva SF – Режим доступа: <https://merxhoreca.com.ua/p339484571-mukoproseivatel-sottoriva-sf1.html>
3. Борошнопросіювач. - Режим доступа: <https://delosmelo.ru/oborudovanie/mukoproseivatel>

## ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ КАКАО-БОБІВ

Какао-боби високо цінуються в усьому світі, адже, вони є основною сировиною для приготування різних видів шоколаду. Людина навіть у далекому минулому використовувала зерна шоколадного дерева для економічних потреб у вигляді дрібних грошей. З часом, коли відбулася промислова революція, почалися зміни у технологіях різного напрямку, створювалися перші машини та агрегати, виробництво шоколаду почало набувати зацікавлення та стрімкого поширення по всій планеті. Однак, сьогодні змушує споживача задуматися над тим, де починається виробництво шоколаду і з чого саме.

Один з головних процесів при приготуванні шоколаду є його обробка. Імпорт какао-бобів відбувається з країн Південної Америки та Африки. Обробка сировини для шоколаду проходить декілька етапів, а саме: очищення та сортування, обсмаження, дроблення [1].

Головним елементом обладнання для очищення какао-бобів є рухомі або нерухомі сита, що здійснюють різні рухи для розділення часток. Серед них великого поширення зазнали машини, які мають плоскі вібруючі сита. Сита, які застосовують для сортування виробляють з листової сталі, на якій роблять спеціальні отвори певної форми. На виробництві з безтарним зберігання какао-бобів використовують очисно-сортувальне устаткування. Зокрема, очисна машина МТКА призначена для очищення шоколадної сировини перед тим, як її подати в силоси або перед сушкою [2].

Обладнання для обсмажування какао-бобів використовують для смаження і також для попереднього сушіння. Прикладом слугує одноканальна вертикальна установка СТТ. Система має три зони з окремими процесами. Зміна продуктивності установки дає змогу контролювати час смаження. Для термічної обробки застосовують апарати періодичної дії типу кульового агрегату, де какао-боби стискаються з теплоносієм. Смаження проходить у сталевій ємності, яка рухається обертами по валу. Для перемішування під час смаження є лопасті. Повітря подається вентиляторами і циклонами-осаджувачами для додаткового очищення після сушіння. Оскільки в сушарці немає вентиляторів, то небезпека загорання знижується.

Після сушіння обсмажені какао-боби йдуть на дроблення. Кінцевим продуктом дроблення є какао-вела та какао-крупка. Обладнанням для цього процесу слугують дробильно-сортувальні машини, які мають розмельні механізми і також з пристроями дискового або валкового типів. Розмельні агрегати безпосередньо використовують для тонкого подрібнення какао-крупки. Агрегати складаються з різноманітних млинів: дисковий, кульковий та ударно-шрифтовий. Попереднє подрібнення відбувається у ударно-шрифтовому млині, а у кульковому — тонке подрібнення. Какао-вела міститься більше у дрібній какао-крупці, тому під час дроблення підвищують вихід більшої. Через її іноді сортують, використовуючи сито [2].

**Висновок.** Отже, устаткування для обробки какао-бобів поділяється за етапами їх обробки. Сам процес є доволі складний, але необхідний, бо обробка — це одна з найбільш важливіших операцій. У кінцевому результаті вона впливає на якість шоколаду. Під час обсмажування какао-бобів обов'язково треба слідкувати за температурним режимом та за вмістом вологи. Сучасні виробництва удосконалюють устаткування, зокрема, для об смаження какао-бобів застосовують інфрачервоне випромінювання. Тобто теплові промені проникають і нагрівають какао-боби по всьому об'єму. Використовують і інші види випромінювання, але буде менша проникаюча здатність і якість об смаження буде нижчою, ніж при інфрачервоному.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Переробка какао-бобів. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7350504/page/7/>.
2. Технологічне обладнання для виробництва шоколаду. – Режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/lekciya-8-tehnolohichne-obladnannja-dlja-vyrobnnytva-shokoladu.pdf>.

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАКОРДОННОГО УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Макаронні вироби - вироби із прісного бездріжджового тіста. В основному виробляються з суміші пшеничного борошна і води. Також замість пшеничного може використовуватися - гречане, рисове та інше. Макарони зберігаються в сухих приміщеннях. Такі вироби класифікують на наступні види: фігурні (штамповані: зірки, шестерінки, літери алфавіту та інші; пресовані: фузілі, фарфале, вушка та інші), стрічкоподібні (локшина, лінгвіні, папарделле, тальятелле, фетучіні), ниткоподібні (вермішель, павутинка) та трубчасті (у вигляді трубок різних розмірів: пенне, рігатоні, канелоні та інші). Більша частина виробів в Україні – фігурні (понад 25 відсотків). Іноді додають інші інгредієнти для покращення органолептичних показників (шпинат, буряк, томати, чорнила каракатиці, яйця). Найпопулярнішими вітчизняними виробниками є: “Українські макарони” (ТМ “Тая”), ТМ “Ролтон”, ТМ “Чумак”.

Основним обладнанням для виробництва макаронних виробів є: борошнопросіювач (для просіювання борошна), макаронний апарат (пресує макарони), шафа для сушіння (сушка спресованих виробів). Додатково треба придбати устаткування, яке упаковує вже готові макарони (такі упаковальники можуть бути як автоматичними, так і напівавтоматичними, вибір найбільш вірного варіанту залежить від бажаних масштабів виробництва; перед упакованням виробів потрібно витримати їх мінімум 4 години в сухому приміщенні)

Переважну більшість ринку спеціалізованого устаткування для виробництва макаронів займає італійське обладнання. Найбільш популярними машинами є агрегати від компанії “Realpast”. Саме ці машини працюють на найбільшій потужності (вони продукують до 550 кілограмів виробів за навантаження в 80 відсотків). Для того, щоб переорієнтувати такі машини (не змінюючи рецептуру) потрібно лише переставити матрицю, що займає лише декілька хвилин. Також, перевагою такого італійських брендів є надзвичайна якість, облаштоване сервісне обслуговування, та доволі тривала гарантія (до 5-6 років). Ще одною перевагою закордонного устаткування є велика кількість можливостей для розширення асортименту виробленої продукції (листи лазаньї, великі трубчасті макарони та інші), що можливо через здатність до перенакладки агрегатів. Але важливим чинником для вибору потрібного обладнання є ціна, і в цьому показнику вітчизняні виробники пропонують набагато привабливіші пропозиції. Наприклад, вартість приладів від “Realpast” починається від 900 тисяч доларів і може перевищувати мільйон, в той час як устаткування для виробництва макаронних виробів від вітчизняних і китайських виробників можна придбати за 200 тисяч доларів. Потрібно враховувати, що одночасно з падінням ціни на потрібні механізми знижується і виробнича потужність, яка не перевищує 220 кілограмів на годину, також кількість модифікацій набагато зменшується кількість модифікацій для виготовленої продукції, що, в свою чергу, може бути доволі значним недоліком.

Висновок: не існує універсально правильного вибору робочого обладнання для виготовлення макаронних виробів. Потрібно зважати на виробничу потужність, ціну та кількість модифікацій обраного приладу. У порівнянні з популярним і якісним (наприклад, італійським) устаткуванням, вітчизняне набагато дешевше (як і окремі деталі), але має меншу потужність (що означає менший вихід продукції), зручність користування та кількість варіантів виготовлення. Для великих фабрик значно краще підійде італійське обладнання, а для малого бізнесу з невеликим капіталом вітчизняного обладнання буде достатньо. Також необхідно враховувати місцевість збуту макаронних виробів.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Виробництво макаронних виробів - Режим доступу: [http://melnicabiz.com.ua/business-plans/201\\_business\\_plan\\_mini-proizvodstvo-makaronyh-izdelij.html](http://melnicabiz.com.ua/business-plans/201_business_plan_mini-proizvodstvo-makaronyh-izdelij.html)
2. Підприємства макаронних виробів. - Режим доступу: <https://cafedetaili.ru/uk/fine-crafts/predpriyatiya-makaronyh-izdelii-referat-tehnologiya-proizvodstva.html>



## ОСНОВНІ ТИПИ ЗЕРНОСХОВИЩ ТА ЇХ ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Зерносховище - інженерна споруда, яку будують за спеціальними проектами (розробленими проектними організаціями, які, в свою чергу, враховують досвід і досягнення науки). Переважна більшість таких проектів включають в себе наявність засобів механізації для завантаження, розвантаження, транспортування. Також передбачають наявність: аерожобів, автоматичних вагів, споруд для приймання насіння та інших речей, використовуваних на зерносховищах.

Класифікують зерносховища за тривалістю зберігання: тимчасового (навісні, зернові майданчики, склади-навіси, механізовані токи) та тимчасового зберігання (зернові склади - напільного, секційного та бункерного зберігання, механізовані, немеханізовані; силоси - з вентиляцією та без неї, циліндричні та прямокутні; елеватори, зернові, спеціальні)

Основні типи зерносховищ на сільськогосподарських підприємствах - одноповерхневі склади з похилими або горизонтальними підлогами, та сховища силосного типу. Найчастіше кращі результати (як технологічні, так і економічні) отримують спільно експлуатуючи ці два типи зерносховищ.

Склади для зберігання зерна - приміщення (одноповерхові) з цегляними, залізобетонними або кам'яними стінами та горизонтальними або похилими підлогами. В цих складах зерно зберігають в засіках або насипом. Так, як використовуються різні способи зберігання зерна, набори культур та розміри господарства - існує і велика кількість розмірів і типів зерносховищ. Типові склади мають наступні характеристики: довжина - 60 метрів, ширина - 20 метрів, ємність 3200 тонн (при повному завантаженні пшениці). У складах, в конструкції яких горизонтальна підлога, можливо зберігати декілька різних партій зерна одночасно. Для цього склад ділиться на засіки (за допомогою розбірних щитів). Одноповерхневі зерносклади придатні для зберігання зерна будь-якої вологості, стану, засміченості (але висоту насипу зменшують в 2-3 рази). Перевагами такого способу зберігання зерна є: мінімальне подрібнення зерна, стабільний режим зберігання та можливість зберігання насипом і в тарі. Недоліки: низький коефіцієнт використання території і коефіцієнт механізації.

Сховища силосного типу - ємність, лінійний розмір висоти якої не перевищує діаметр у 2 рази. Зазвичай, використовують силоси висотою 25 – 30 метрів. Вони обов'язково повинні бути чистими, сухими та вентильованими. Використання саме силосів допомагає ефективно використовувати внутрішній об'єм. Одним з недоліків є висока ціна такої конструкції. На сьогоднішній день, в Україні з'являється все більша кількість силосних сховищ. Здійснювати кондиціювання, переміщення та переробку можливо здійснювати з мінімальним втручанням персоналу. Сховища силосного типу є доволі непоганим варіантом, який забезпечує як тимчасове зберігання зернових мас (з мінімальними втратами), так і надійне і тривале зберігання. Також такий спосіб дає змогу контролювати температуру зерна, знезаражувати його, контролювати рівень насипу та досушувати зерно за низьких температур. Також конструкція дає змогу очищувати, ремонтувати і обслуговувати усю конструкцію, або лише силосну ємність.

Висновок: основними типами зерносховищ є одноповерхневі склади з похилими або горизонтальними підлогами, та сховища силосного типу. Для того, щоб обрати відповідний тип зерносховища потрібно враховувати: режим зберігання зерна, можливість зберігання в тарі і насипом, максимальну можливість використання території, зручність здійснення перевірки стану зернових мас.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основні типи зерносховищ та їх пристрій. - Режим доступу: <https://jak.koshachek.com/articles/tipi-zernoshovishh-i-ih-pristrij.html>
2. Вимоги до зерносховищ і особливості їх використання. - Режим доступу: <https://agroexpert.ua/vymohy-do-zernoskhovishch-i-osoblyvosti-ikh-vykorystannia/>

## **ОСОБЛИВОСТІ ТА СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ**

Необхідною частиною раціону будь-якої людини є картопля. Цей овоч наповнює організм людини багатьма поживними речовинами, вітамінами та мікроелементами. Україна займає третє місце у світі за масштабами споживання картоплі.

Мало зібрати урожай бульб, потрібно створити такі умови, щоб овоч міг довше зберігатися та міг зберігати свої корисні властивості. Щоб правильно її зберегти потрібно дотримувати правильний температурний режим, правильну вологість повітря, газовий склад середовища. Оптимальною вологістю для зберігання картоплі є 90-95%. При зниженні вологості картопля починає в'янути. Висока вологість разом з низькою температурою сприяє розвитку різних хвороб. Оптимальним у повітрі під час зберігання картоплі вміст кисню в межах становить 16–18% і вуглекислого газу — не вище за 2–3%. Такий газовий режим підтримується шляхом вентилявання насипу картоплі. Оптимальна температура для зберігання 2-4 градуси. При цій температурі бульба зберігається найкраще. У картоплині майже припиняються всі обмінні процеси. Під час зберігання можливі лише незначні коливання температури. При зниженні температури від 2 до 0 в бульбі накопичуються моносахариди, вона стає солодшою і її строк зберігання меншає. Перед транспортуванням температуру слід збільшити, щоб не утворювалась чорна м'якість [1].

Сховища будують не далеко від поля на якому росте бульба. Перед прийманням нового врожаю сховища потрібно готувати. Перше, що потрібно зробити це очистити приміщення. Від сміття і відходів. Проводиться ремонт систем вентилявання, електропроводки. Просушуються ящики, контейнери. Відбувається перевірка на щілини, отвори через які можуть проникати гризуни. Якщо вони знаходяться, то їх потрібно залатати. Протягом літа, відремонтоване приміщення просушують і вентилюють. Перед прийманням врожаю, десь за місяць, приміщення обробляють розчином формаліну. Піддони, тару та інше обладнання обробляють розчином купрозана. Уся обробка проводиться в строгій відповідності до вимог техніки безпеки та під контролем осіб, які мають дозвіл на це. Існує кілька способів зберігання картоплі, а саме: у мішках, в ящиках, у контейнерах, навалом [2].

При зберіганні картоплі навалом або в мішках, але не в спеціальному сховищі, ушкоджується нижній шар бульби. А це впливає на товарний вигляд і на врожайність (якщо ми говоримо про насінневу картоплю). Якщо говорити про спосіб зберігання картоплі в контейнерах, то цей спосіб є повністю механізованим і потребує додаткового капіталовкладення. Контейнери - великі ящики з внутрішнім об'ємом 0,5 - 1 куб. м і більше, зібрані з дерев'яних рейок на металевому каркасі, різної конструкції та марок. Вони можуть бути стаціонарними й складними - на 250 - 400 кг продукції. Дно у деяких контейнерів це піддон. Якщо ми говоримо про повністю механізований процес, то в такому випадку затрати праці та витрати на заробітну плату є удвічі меншими, ніж, наприклад при зберіганні навалом. Контейнерна технологія знижує кількість пошкоджених бульб. При цьому типі зберігання менш ефективно, використовується сховища. Також ще одним плюсом цього способу зберігання є те, що під час зберігання існує можливість маніпулювання окремими контейнерами. Існує ще один спосіб зберігання – це зберігання в ящиках. При такому зберіганні є можливість механізувати вивантаження і навантаження картоплі, а також поліпшити зручність перевезення картоплі. Краще зберігати картоплю в дерев'яних ящиках без утеплень. І не варто ставити впритул один до одного, мінімальна відстань 12-15 см. Завантаження сховища повинно відбуватися в максимально стислі терміни. Швидкість важливий елемент успішного зберігання [3].

Проведений аналіз дає нам змогу зрозуміти, що найкраще зберігати бульбу у ящиках або контейнерах. Також слід приділяти максимум уваги й дотримуватися всіх вимог і правил зберігання. Якщо дотримуватись простих правил зберігання, то зберігаються всі смакові та товарні якості картоплі. Слід пам'ятати, що будь-які відхилення від норми зберігання впливає на урожайність бульби та на її смакові властивості в майбутньому.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Способи зберігання картоплі URL: <https://ipmpotato.com.ua/uk/materials-ukr/1087-sposobi-zberigannya-kartopli.html> (дата звернення : 16.10.2021 ).
2. Умови та способи зберігання картоплі – AgroTimes URL: <https://agrotimes.ua/article/umovi-ta-sposobi-zberigannya-kartopli/> (дата звернення : 16.10.2021 ).
3. Як зберігати картоплю правильно – Господарочка URL: <https://gospodarochka.in.ua/yak-zberihaty-kartoplyu-pravylno/> (дата звернення : 16.10.2021).

*Кононенко А.А., студентка гр. ХТ 2001 ФХТ, Радчук О.В., к.т.н, доцент, СНАУ*

## УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА. ТІСТОМІСИЛЬНІ МАШИНИ

Тісто це основна складова вироблення хліба, макаронів та кондитерських виробів. Для замісу тіста на підприємствах використовують тістомісильні машини.

Процес замісу полягає в замішуванні основних складових, що входять до складу тіста, а саме води, борошна, солі, цукру, дріжджів, олії та інших продуктів та вимішується в однорідну масу. Процес поділяється на стадії: 1) попереднє замішування; 2) власне заміс; 3) пластифікація.

Тістомісильні машини діляться на безперервної та періодичної дії. Періодичні мають місильні діжі і змінні діжі, що підкочують.

В залежності від дії робочого органу машини поділяються на такі групи: 1) швидкохідні; 2) звичайні тихохідні; 3) супершвидкохідні.

За рухом органу, що перемішує тісто машини поділяються на з обертовим, круговим, складним плоским та простим рухом.

За кількістю змішувальних камер, які забезпечують параметри, що потрібні на різних стадіях замісу тіста поділяються на однокамерні, двокамерні, трикамерні.

За розташуванням осі тістомісильної машини розрізняють з горизонтальними, вертикальними та похилими осями.

За системою управління машини поділяються на автоматичні, напівавтоматичні та з ручним управлінням.

Тістомісильна машина ТММ-1М. Устаткування машини складається з плити, приводу, корпусу, діжі на візку та місильного важеля з лопаттю.

На плиті яка зроблена з чавуну розміщується вертикальний корпус з приводом та діжа ємністю 140 літрів, яка знаходиться на візку. Корпус вміщає в себе електродвигун, редуктор, кривошип в поєднанні з місильним важелем і ланцюгову передачу. Збоку корпусу установлені кнопки для управління.

Діжа являє собою бак конічної форми який кріпиться до валу, щоб повідомити їй про обертовий рух. Над діжею встановлюються щити, що запобігають викиданню тіста.

Принцип дії. Обертання від електродвигуна через два редуктори і ланцюгову передачу отримують одночасно тістомісильний важіль і діжа. Одночасне обертання тістомісильного важеля і діжі в різні сторони, забезпечує перемішування і утворюється однорідна маса, насичена повітрям.

Машина ТММ-1М і її модифікації широко застосовуються на підприємствах громадського харчування, тому що є надійним і економічним устаткуванням.

Тістомісильна машина МТМ-15. Цю машину використовують для замісу крутого тіста. Устаткування машини складається з платформи, редуктора, знімного резервуара, решітки та двох місильних лопатей.

На кришці редуктора розташовані електродвигун, а також прилади включення і блокування. Резервуар встановлюється на опори платформи і фіксується стопорними гвинтами від осевого зсуву. Зверху він закритий ґратчастою кришкою з електроблокуванням.

Обертання від електродвигуна через черв'ячно-циліндричний рудуктор передається двом

лопатам, що знаходяться в резервуарі. Продукти, завантажені в резервуар, переміщуються лопатами і насичуються повітрям. Завантаження будь-яких продуктів в резервуар можна робити через решітку кришки в процесі роботи машини.

Отже, тістомісильні машини необхідні на підприємствах харчової промисловості. За їх використання на замішування тіста йде мало часу воно виходить якісним та з дотриманням усіх стандартів.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. <https://uadoc.zavantag.com/text/13443/index-1.html?page=2>
2. <https://kameastudio.ru/home-and-life/the-device-for-the-preparation-of-dough-equipment-for-the-preparation-of-dough-and-confectionery-components/>

*Кулібаба С., студентка, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ВИГОТОВЛЕННЯ І ЗБЕРІГАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ**

Опис виробництва збагачених харчовими волокнами макаронних виробів на основі цільнозернового борошна містить: комплект технологічної документації (технологічні інструкції, блок-схеми виробничих процесів, схеми чинного виробничого контролю із зазначенням параметрів, що контролюються і періодичності контролю), план виробничих приміщень з позначенням технологічного обладнання, план складських приміщень, позначення руху виробничих потоків сировини, напівфабрикатів, готової продукції, персоналу. А також розташування пунктів миття і санітарної обробки обладнання.

У випадку виявлення нових або неврахованих раніше небезпечних факторів і ризиків проводяться позапланові перевірки. Результати перевірок документуються. Використовуючи дані вихідної інформації (інформація про продукт, інформація про виробництво), приступають до аналізу всіх видів небезпек, які потенційно можуть виникнути в процесі виробництва макаронних виробів [1].

Система менеджменту якості та безпеки харчової продукції досліджує і оцінює біологічні (в тому числі мікробіологічні), хімічні, фізичні і якісні види небезпек. Можливі ризики в процесі виробництва макаронних виробів оцінювали по всіх досліджуваних небезпечних факторах [2]. В першу чергу враховували можливі види небезпечних факторів, властиві виробництву макаронних виробів.

Основною метою сушіння є зневоднення напівфабрикату макаронних виробів, що дозволяє запобігти розвитку патогенної мікрофлори, уповільнити біохімічні та мікробіологічні процеси протягом усього терміну зберігання макаронів, заявленого виробником.

Сушка є найбільш тривалою, багатоступінчастою і відповідальною операцією технологічного процесу, від точності проведення і регулювання якої залежить не тільки міцність макаронів, але і термін, стабільність їх зберігання, развариваемість і товарний вигляд. Скорочення часу сушки за рахунок штучної інтенсифікації процесу часто призводить до появи в сухих макаронах тріщин, а надто тривалий процес зневоднення, особливо на першій стадії видалення вологи, може привести до появи патогенної мікрофлори, цвілі і закисання тестової маси [3].

Процес сушки завершується стабілізацією напівфабрикату макаронних виробів і є одним із заключних етапів, на якому відбувається вирівнювання вмісту вологи і температури прогріву всього обсягу макаронного виробу. Охолодження висушених виробів процес не обов'язковий, але дуже часто продиктований особливостями пакувального обладнання та мікроклімату пакувального цеху.

Недотримання принципу рівноваги температур при розфасовці макаронних виробів, зневага операцією охолодження, при необхідності, направлення градієнта температури призведе до того, що волога продовжить випаровуватися з обсягу макаронів в упаковці, що призведе до зменшення заявленої маси розфасованих виробів, а в вологонепроникній упаковці ще і

до утворення конденсату на її внутрішній поверхні і псування виробу через прогрівання. Якщо охолодження визначено технологічним регламентом, то найкращим є поступове поетапне охолодження макаронних виробів в спеціальних бункерах або камерах, так званих стабілізаторах-накопичувачах.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Осипова Г. А. Технология макаронного производства: учебное пособие для вузов. Орел : ОрелГТУ, 2009. 152 с.
2. Чернов М. Е. Макаaronное производство. М. : Мир, 1994. 208 с.
3. Коробков А. Н., Белов А. А., Михайлова О. В. Установка для обеззараживания муки // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2016. № 18. С. 209–212.

*Кулібаба С., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

### **ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ ТА ОВОЧІВ**

В даний час актуальною проблемою є не тільки вирощування овочів і фруктів, а й способи зберігання даної продукції. Населення нашої країни зростає, отже, підвищується кількість продуктів харчування. В середньому по країні щорічно проводиться чотири мільйони тонн овочів і фруктів, але, на жаль, частина зіпсованої продукції в процесі неправильні умови утримання доходить до 30%. В результаті цього, в не сезон час, майже 50% продукції приходить за купувати за кордоном [1].

Головною причиною великого відсотка псування продуктів харчування є несучасна технологія зберігання, адже вона не може забезпечити необхідне тривале збереження свіжості, а так само знижує харчові якості продукції при зберіганні [2].

У сфері продовольства, одним з головних елементів є овочі, фрукти і ягоди, вони потребують найбільшої уваги і догляду. В даний час ці продукти вимагають спеціальних кліматичних, атмосферних, температурних умов зберігання. В результаті того, що дані продукти харчування є швидкопсувними, вони вимагають ретельного догляду за собою і підтримки оптимальних умов [2].

Результат зберігання залежить від багатьох факторів: сорту, технології та умов вирощування, збирання і післязбиральної доробки бульб і їх завантаження в сховище, а також від способу і місця зберігання, конструкції сховища, системи вентилявання та управління температурними режимами вологості в насипу картоплі та в приміщенні сховища з урахуванням специфічних умов різних кліматичних зон.

Зберігати картоплю треба при температурі в сховищах не нижче  $0^{\circ}$  і не вище  $1 + 3^{\circ}$ ; при температурі  $-1^{\circ}$  і нижче бульби замерзають, а при температурі вище  $+3^{\circ}$  картопля передчасно проростає. При тривалому зберіганні при температурі від  $1$  до  $+1^{\circ}$  картопля стає солодкуватою.

Використовуючи дорогі в плані будівництва та експлуатації технології, дуже важливо не допускати помилок, які призводять до серйозних втрат продукції [2].

Дуже важливим аспектом є підбір обладнання. Значну роль має необхідність навчання персоналу, який згодом буде їм управляти, змінюючи режими зберігання. Серед поширених помилок експлуатації сучасних потужностей - недотримання основних параметрів зберігання: температурного режиму, рівня необхідної вологості і режиму вентиляції [1].

В процесі зберігання змінюється хімічний склад бульб, газовий склад і відносна вологість навколишнього повітря, бульби можуть заражатися збудниками сухих і мокрих гнилей. Бульби окремих сортів з коротким періодом спокою нерідко починають проростати вже в грудні-січні, що знижує якість картоплі, підвищує втрати, погіршує споживчі або насінневі та посівні показники посадкового матеріалу і, як наслідок, знижує якість посадки і врожайність.

Навальний - це найбільш економічний спосіб, так як картопля розміщують навалом суцільним шаром, зручність механізованого завантаження і вивантаження бульб, високий коефіцієнт використання приміщення сховища. Істотний недолік способу - складність розміщення бульб по сортам, неможливість підтримки різних температурно-вологісних режимів зберігання, передчасне проростання бульб насінневої картоплі у весняний час.

Закромний спосіб зберігання призначений для зберігання насінневої картоплі. Недоліком даного способу є складність попередження передчасного проростання бульб, зниження коефіцієнта використання корисної площі приміщення сховища, незручності завантаження бульб в засіки і їх вивантаження, ускладнення конструкції сховища, підвищена витрата будівельних матеріалів.

Секційний спосіб - при цьому бульби розміщують в повністю ізольованих секціях різної місткості. Це прогресивний спосіб зберігання, оскільки дозволяє диференційовано підтримувати відповідний режим зберігання в

Залежно від призначення картоплі, є можливість попередження передчасного проростання бульб навесні за рахунок накопичення холоду при вентиляванні в холодну пору доби. Недолік способу - складність механізації робіт, додаткову витрату будівельних матеріалів, збільшення витрат на експлуатацію.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Сергієнко В. Г. Зберігання овочів у міжсезонний період / В. Г. Сергієнко // Захист рослин. — 2013. — № 1. — С. 30—31.
2. Госреєстр сортів рослин України 2005 року // Овощеводство. — 2005. — № 6. — С. 11.
- 3.

*Манько Л., студентка, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ*

### **ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІСУ І ФОРМУВАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ**

Макаронні вироби мають велике значення в культурі харчування людини, оскільки є одним з продуктів першої необхідності і користуються стійким попитом. Їх склад дуже простий, однак як ніякий інший продукт макаронні вироби поєднують в собі такі важливі характеристики: поживна цінність (13% білків і 70-75% крохмалю), засвоюваність (всього близько 1% жирів), тривалість зберігання, безпеку в користуванні, різноманітність способів приготування і економічність.

Головною особливістю макаронних виробів, що вплинула на їх повсюдне поширення в усьому світі, є здатність входити в раціон і поєднуватися з кулінарними традиціями різних народів, навіть сильно відрізняються один від одного, що підтверджує унікальні якості цього продукту.

Сьогодні перед макаронної промисловістю постають такі завдання: підвищення продуктивності, розширення асортименту продукції та підвищення її біологічної цінності.

В останні роки в Україні відбулися як кількісні, так і якісні зміни у виробництві макаронних виробів. У 2018р. було випущено 893 тис. т продукції, що на 77,2% більше рівня 1997р. і на 12,8% більше рівня 2017р.

Правильне рішення питань, що стосуються перенесення тепла і маси речовини у вологих матеріалах, що піддаються технологічній обробці, дає можливість забезпечити їх високу якість. Перенесення маси речовини, яка поглинулася визначається формою її зв'язку зі скелетом твердого тіла. Різна інтенсивність енергії зв'язку вологи з матеріалом поряд з його структурою, що обумовлює характер руху вологи і пари всередині матеріалу, визначає кінетику процесів сушіння і зволоження матеріалів. Оскільки внесення різного роду біологічних добавок впливає на структуру матеріалу, то, і характер руху вологи і пари, всередині розглянутого продукту, також може змінитися. Макаронні вироби та макаронне борошно різних сортів відносяться до колоїдних тіл, в яких волога пов'язана адсорбційними і дифузійно-осмотичним силами [1].

Завдяки великій кількості мікропор, колоїдні тіла здатні поглинати значну кількість адсорбованої вологи і вологи гігроскопічного стану в мікропорах, тому для пізнання фізики явищ, що відбуваються в досліджуваному продукті при пошаровим ІК-сушінні, необхідно визначити перераховані вище характеристики.

З усього вищесказаного випливає, що визначення теплофізичних і структурно-механічних характеристик макаронних виробів з підвищеною біологічною цінністю дозволить розширити банк даних довідкових матеріалів, удосконалювати існуючі технологічні процеси і розробляти нові технології, що дозволяють отримувати готовий продукт вищої якості.

На основі дослідженої літератури можна зробити висновки про можливість отримання макаронних виробів гарної якості при введенні в їх склад такого рецептурного компонента, як борошна з полби [2].

На підставі результатів, отриманих при аналізі якості макаронних виробів, рекомендоване нами дозування нетрадиційного борошна для отримання продукту поліпшеної харчової цінності, що відповідає вимогам чинної нормативної документації, становить 20%.

Введення в рецептуру макаронних виробів борошна з полби дозволить збагатити продукцію повноцінним білком, вітамінами і мінеральними речовинами і не викличе істотних змін в ході технологічного процесу.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Панфилов В. А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока). М.: Колос, 2013.
2. Медведев Г. М. Технология и оборудование макаронного производства. М.: Колос, 1984.

*Муха Р., студентка, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н, доцент, СНАУ*

#### **ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА**

Розподілення зерна і очистка від домішок називається сепаруванням. Воно виконується на сепараторах, які мають різну класифікацію та продуктивність. Завжди зерно стикається з очисткою, бо наявність домішок не тільки призводить до зниження якості майбутнього продукту, а і до зниження виходу [1].

Є багато способів завдяки яким домішки надходять до зернової маси, але найчастіше це відбувається під час збирання врожаю. Під час цієї операції можуть потрапити камені і пісок з майданчиків і бетонних конструкцій елеваторів, зернопереробних машин.

Домішки поділяються на зернові та смітні. Смітними домішками є: домішки мінерального та органічного походження, насіння буряків, метал та шкідлива домішка, яка має негативні наслідки, які можуть впливати на стан людини чи тварини і не допускається в харчовій промисловості.

Більша частина домішок, які містяться в зерновій масі можна розділити на декілька підкласів, які визначають методи для очищення основної маси від небажаних домішок.

Грубі, великі і дрібні – просіювання на ситах;

Важкі – вібропневматичний спосіб.

Металомагнітні – поділ магнітами;

Довгі і короткі – трієрування;

Легкі – пневмосепарація.

Для легкого визначення процесів очищення зерна і машин в виробничих умовах є формула:

$$E = (X1 - X2) / X1,$$

де X1 і X2 – початковий і кінцевий вміст домішок у зерні, %.

Для відділення домішок призначені ситові та повітряні сепаратори різної конструкції з їх поєднанням у єдиний агрегат. Завдяки таким машинам проводиться просіювання через реше-

то.

Барабанні сепаратори відрізняються тим, що очищення відбувається через барабан, який виконує не таку велику обертальну частку, як інші. Такі машини є цінними помічниками з засміченим зерном.

Плоско-решітні сепаратори відрізняються коливанням просіювання маси. В такому обладнанні є більш обмежений простір та площа.

Найпоширеніші сепаратори з обертально-поступальним рухом, які мають високу продуктивність та широке поле для видалення домішок з зернової маси.

Обробка та видалення може відбуватися і в трієрах – машинах які мають окремий вузол складної машини для гарного очищення зернової маси.

Машини є різноманітними та мають гарні механічні та технологічні властивості. Сучасна організація очищення передбачає їх ефективність в роботі в майбутньому. Залежно від зернової маси і цілі очищення розрізняють попереднє, первинне і вторинне очищення.

Попереднє очищення є наставником для очищення великих, грубих та дрібних домішок. Такій зерновій масі характерна засміченість та висока волога, яка викликає деякі проблеми, наприклад: самозігрівання, низька сипкість та інші.

Первинне очищення є наставником для очищення великих, грубих та дрібних домішок, що виконується у сито-повітряних машинах. Завдяки такому очищенню якість зерна збільшується до продовольчої та товарної цінності.

Вторинне очищення є наставником таких же домішок, але в такому способі зерно доводять до використання його в харчових цілях та насіннях.

Висновок: отже, ефективність очищення залежить не тільки від технологічних машин, а й від правильного користування робочими органами та осмислення ознак домішок, які містяться у зерновій масі [2].

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Технології очистки зерна. – Режим доступу: <https://agrobusiness.com.ua/tekhnolohiia-ochystky-zerna-etapy-i-obladnannia#:~:text=%D0%A0>
2. Основні технологічні особливості й устаткування для очищення зерна. – Режим доступу: [https://www.olis.com.ua/ukr/press-centre/ochistka-zerna-1\\_ua/](https://www.olis.com.ua/ukr/press-centre/ochistka-zerna-1_ua/)

*Мишан Д, студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНІ ЗЕРНА**

Зерно проходить багато етапів та процесів, які змінюють структурні властивості та поліпшують сировину для подальших виробничих ліній. Проте всі ці стадії розпочинаються з однієї з найголовніших операції під час виробництва круп та борошна — очищення. Дана обробка посідає центральне місце серед технологічних процесів, адже будь-яка зернова культура містить певні домішки, які потрібно позбутися [1,2].

Підприємства використовують сухий та мокрий способи для очищення поверхні зерна, оскільки спочатку зерно проходить обробку у сепараторі та у сортувальній машині, однак бруд і пил все ж залишається на зернівці. Для подальшого очищення застосовують мийні, щіткові та оббивальні машини.

Оббивальна машина призначена для попереднього луцення на круп'яному виробництві та безпосередньо для очищення поверхні від бруду та пилу зерна перед розмелюванням. Для цього є оббивальне устаткування ударної дії барабаном та циліндрами сталевими або абразивними. Під час роботи машини, на зерно діє декілька чинників, а саме: удари та тертя. Абразивні циліндри впливають на зерно сильніше, а сталеві діють м'яко та не руйнують зародок, прибирають пил. На сучасних підприємствах переважає сухий спосіб очистки, тому оббивальні та щіткові машини знаходяться в пріоритеті.

Машини оббивальні типу ЗНМ та ЗОМ-5 використовують на потокових лініях виробни-



цтва з механічним транспортом. Обладнання першого виду немає вентиляторів, пил який очищається відсмоктується з повітрям за допомогою жалюзі і потім переходить в камеру, де пил осідає на дно. Після цього зсідаючі частинки виходять через клапан. Бруд, який не осів, виводиться потоком повітря в цех. Оббивальне обладнання ЗНП та ЗМП застосовується з пневматичним транспортом. Відмінність полягає у конструкції робочого циліндра, адже у першого типу він абразивний, а в другого — сталевий. Машина цього ж напрямку РЗ-БГО-6 призначене для використання у млинах з пневмотранспортом. Це обладнання має бильний ротор і сітчастий циліндр [2].

Оббивальні машини обробляють зерно з недоліками, з'являються надірвані зернівки та зберігається невелика кількість пилу, тому зерно проходить додаткову обробку за допомогою щіткових машин. На виробництвах використовують в основному декілька типів таких машин: для механічного транспортування застосовують апарати БЩМ-5 та БЩМ-10, а для пневмотранспортування — машини БЩГ-5 і БЩП-10.

Також зерно обробляється водою, використовуючи для цього процесу мийні машини, які зволожують зерно, очищають бруд ззовні та від домішок. Устаткування комбінованого типу застосовують для миття зерен основної культури для очищення його від домішок, що відрізняється від зерен густиною. Мийна машина має систему автоматизованого блокування. Обладнання Ж9-БМА, Ж9-БМБ і КВД — це зразкові представники комбінованих мийних машин з відтисочною вертикальною колонкою. Легкі домішки під час миття спливають на поверхню, важкі домішки утворюють шар на дні з піску та каменів, який видаляється вручну.

Таким чином, очищення зернової культури на етапі виробництва борошна та круп посідає головне місце. Процеси очищення різноманітні, їх багатосистемність, комплексність та розгалуженість визначається властивостями, які мають домішки та зерно, а також від сучасного розвитку технологій, від ефективності машин та устаткування, що реалізують всі ці процеси.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Правильний підхід до очищення зерна. — Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/pravylnyy-pidhid-do-ochyshchennya-zerna>.
2. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєв О.В. та ін./ За редакцією О.В. Дацишина. Навчальний посібник.— Вінниця: Нова книга, 2008.—488 с.

*Касьянова А.В., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, Сумський НАУ*

#### **ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЛАДІВ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ: МАГНІТНІ ТА ВЕРХНЬОПРИВІДНІ МІШАЛКИ**

Технологія перемішування є частиною механічної технології. Цей процес стосується переміщення кількох речовин за допомогою механічного впливу. Найважливішою метою технології перемішування є створення суміші, яка демонструє певні характеристики. Вирішальними параметрами цього процесу є правильна технологія змішування, час перемішування та кількість енергії, яка вивільняється у процесі. Оптимальні та достовірні результати змішування можна досягти за допомогою підбору відповідних мішалок.

Призначення мішалок є різноманітним. Дане обладнання широко використовується в лабораторних умовах та на виробництві. З його допомогою забезпечується виконання таких процесів, як: - температурна обробка при рівномірному нагріванні різних реактивів, при наявності функцій нагріву; - створення складних сумішей, емульсій, розчинів; - створення умов для хімічних реакцій; - швидке і якісне змішування речовин, які володіють різним ступенем в'язкості, для отримання однорідного складу. Незалежно від конкретного застосування або процесу, який виконується, необхідно ретельно підібрати лабораторне обладнання для роботи, щоб переконатися, що результати є достовірними. За порівняння взяті два види мішалок:

магнітна мішалка та верхньопривідна мішалка.

Магнітна мішалка або магнітний змішувач - це лабораторний пристрій, який використовує обертове магнітне поле, щоб змусити занурену у рідину мішалку дуже швидко обертатися, тим самим її перемішуючи. Обертове поле може створюватися або обертовим магнітом, або набором нерухомих електромагнітів, розміщених під посудиною з рідиною. Він використовується у випадках, де інші форми перемішування, такі як приводні мішалки та стрижні, можуть бути непридатними для використання.

Верхньопривідна мішалка - це лабораторний пристрій, який використовується для змішування, гомогенізації, суспендування та рециркуляції великих об'ємів або в'язких речовин, які зазвичай не можна обробляти магнітною мішалкою.

Таблиця 1

Показник	Магнітна мішалка	Верхньопривідна мішалка
Об'єм дослідних зразків	Обмежений діапазон об'ємів (застосовується для об'єму рідини до 200 літрів).	Підходить для різних об'ємів рідин.
Форма посуду для досліджень	Підходять для посудин з плоским дном, чия основа повністю розміститься на плиті мішалки. Це дозволяє рівномірно перемішати суміш.	Функціонують як з посудинами з плоским дном з відкритим верхом, так і з закритими реакційними системами з колбами з круглим дном.
В'язкість зразків	Не підходить для перемішування в'язких сумішей.	В'язкі речовини можна перемішувати за допомогою спеціального накладного пристрою.
Швидкість	Мають менший діапазон обертів (від 100 до 1600 об/хв).	Порівняно універсальні (коливається від 40 до 6000 об/хв).
Нагрівання	Мають вбудовану функцію нагріву.	Для нагрівання передбачене окреме обладнання.

Висновок: магнітні мішалки є більш універсальні, відносно надійні, прості у використанні. Вони кращі, ніж мішалки з приводом, оскільки вони більш ефективні і не мають рухомих зовнішніх частин, які можуть зламатися або зноситися. В результаті зростає їх попит на різні хімічні, мікробіологічні, біотехнологічні застосування. Крім того, ці мішалки використовуються для діалізу, екстракції, аналізу масла, органічного синтезу, вимірювання рН та підготовки зразків. В останні роки виробники фінансують науково -дослідні та дослідно - конструкторські роботи з метою впровадження нових конструкцій, що скорочують час та покращують ефективність роботи. Окрім цього, очікується, що збільшення кількості випробувальних та дослідницьких установ у всьому світі стимулюватиме попит на магнітні мішалки у найближчі роки.

*Дзюба Я.С., студент, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА: ОСОБЛИВОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ СИЛОСІВ**

Проблема втрат вирощеної продукції на різних її етапах, від поля до кінцевого споживача, в даний час не втратила своєї значущості. У масштабах країни обсяги цих втрат значні, тому успішне вирішення питань щодо їх зниження є одним із завдань національної політики будь-якої держави.

Найважливішими факторами, що впливають на збереження зерна і його характеристик, є: вологість зерна, відносна вологість повітря, температура зернової маси та навколишнього

середовища, доступ повітря до зернової маси, мікробіологічна забрудненість, ураженість шкідниками, тривалість зберігання, умови зберігання насіння, що запобігають їх зволоження, засмічення, псування, і ряд інших показників. Складність процесів у зернової маси при зберіганні залишає актуальною проблему протидії несприятливих змін якості і харчової цінності зерна. Головною метою управління процесом зберігання зерна є відсутність погіршення показників якості зерна [1].

Сушіння, зберігання, переміщення зерна — основні складові процесу переробки зерна. Автоматизація технологічних процесів сушки, зберігання зерна, як правило, виконується на досить високому рівні. Основною перешкодою впровадженню сучасних АСУ ТП переміщення зерна є їх відносно висока вартість.

Зерно, що знаходиться у приміщенні для зберігання, зазнає впливу різних факторів, які необхідно контролювати спеціальними способами, а саме: хімічним знезараженням, аерацією, консервуванням, охолодженням та вентиляванням. Оскільки на зберігання є значний зовнішній вплив середовища, то потрібно досконало організувати процес та дотримуватися всіх умов.

Підприємства застосовують декілька способів зберігання зерна. Зерносховища можуть бути двох типів: закритого та відкритого. Сховища закритого типу призначені для тривалого зберігання у складах з бетону або у металевих силосах. Сховища відкритого типу використовують тимчасово відразу після збору урожаю. До них відносять бурти та траншеї [2].

Силоси користуються значним попитом у аграрному бізнесі. Ці ємності швидко створюють на базі конструкцій, вентиляція в них краща та досконаліша, а зберігання в розрахунок на площу коштує дешевше. Компанія KMZ Industries розробляє зерносховища двох ліній: СМВУ — виробляється українськими інженерами та Brice-Baker — англійськими конструкторами. Силоси ХЕ створені для безтарного зберігання зерна. Особливості даного сховища наступні:

- корпус з люками обслуговування;
- на боковій частині розміщений люк, через який можна оцінити стан зернової культури;
- в ємності є спеціальні датчики рівня зерна;
- для руйнування злежаного зерна застосовується колектор з трубами.

Силоси з плоским дном від цієї компанії зручні в експлуатації завдяки їх оснащенню. Вони мають систему активного вентилявання, яка забезпечує довше зберігати якісні показники зерна, захищає від загоряння, допомагає у боротьбі зі шкідниками. Особливість покрівлі сприяє відведенню конденсату і поліпшенню вентиляції, запобігає потраплянню всередину силосу опадів і птахів. У цих ємностях розміщені термодатчики з пошаровим контролем температури. Інформація з них виводиться на комп'ютер або ручний вимірвальний пристрій за допомогою спеціального ПЗ.

Силоси з конусним дном від KMZ Industries виготовляються з надміцної сталі європейського виробництва марки S 350GD з покриттям цинку Zn 275, Zn 350, Zn 450, Zn 600. Конструкції вмщують в себе до 1 500 тонн зерна та мають безпечну й зручну комплектацію: датчик верхнього граничного рівня зерна, оглядовий люк та люк обслуговування, ергономічні сходи з поручнями та огорожами [3].

**Висновок.** Отже, зберігання зерна досить важлива тема, яку не потрібно опускати. Сучасні підприємства створюють більш ефективні й дешевші конструкції для тривалого та тимчасового зберігання зерна. Саме силоси стрімко захоплюють агропідприємства, які удосконалюють склади та збільшують зерносховища.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правильне зберігання зерна в зерносховищі. – Режим доступу: <https://ambarexport.ua/blog/storage-of-grain>.
2. Силоси з конусним дном KMZ Industries. – Режим доступу: <https://kmzindustries.ua/ua/product/silosy-na-konusnom-osnovanii>.

3. Характеристика зернових мас як об'єктів зберігання. Види і типи зерносховищ. – Режим доступу: [http://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv\\_21/page5.html](http://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_21/page5.html).

*Пігуль А.В., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н, доцент, СНАУ*

### **АНАЛІЗ ПРОСІЮВАЧІВ БОРОШНА НА ПРИКЛАДІ ВІБРАЦІЙНОГО ТА ШНЕКОВОГО ТИПУ ПРОСІЮВАЧІВ**

На сьогоднішній день харчування набуло великого значення в житті людей. Для прискорення технологічного процесу, потрібно досить сучасне, ефективне та потужне обладнання, щоб отримати гарний результат, а саме - якісну продукцію.

На харчових виробництвах виготовлення хлібобулочних виробів обов'язково проходить етап очищення сировини, де відбувається процес просіювання борошна.

Просіювачі використовуються на виробництві як самостійно, так і разом з іншим обладнанням. Такими машинами очищають не тільки борошно. Їх використовують ще для очищення цукрового піску, сухого молока, какао, солі, мелених панірувальних сухарів, крохмалю тощо, очищаючи їх також від випадково потрапившого сміття та домішок.

На виробництвах хлібопекарського напрямку і підприємствах кондитерського виробництва використовують різної потужності просіювачі борошна. Просіювачі очищають продукт від домішок, в тому числі металевих, від сміття, а також від грудочок, які можуть утворитися в результаті неправильного зберігання борошна в мішках. Насичують його киснем, завдяки чому виріб, що випікається з даного борошна, стає пухким, насиченим киснем та має гарний смак.

Просіювач за конструкцією представлений у вигляді металевого бункеру, в який вбудовано просіювачі, можуть бути представлені ситами, очисниками домішок та системою аерації (оснащення повітрям). Без даного устаткування не може функціонувати жоден цех з виготовлення хлібобулочних чи кондитерських виробів. Просіювачі є сортувально-калібрувальним обладнанням з рухомим і не рухомими ситами. Сита в них або обертаються, або вібрують, або рухаються зворотньо-поступально. Сировина, просовуючись по сити, потрапляє в цю отвори, тим самим очищуючись від домішок. Великі ж частинки залишаються на цю поверхні та потрапляють в спеціальний збірник відходів.

Надалі розглянуто переваги деяких з видів борошнопросіювачів різних за принципом роботи, а саме це вібраційний просіювач МП-500 потужність до 500кг/год та просіювач зі шнековою подачею МПМ-800 потужністю також 500кг/год.

Просіювач вібраційний МР-500 є багатофункціональним обладнанням, оскільки може використовуватися для:

- Просівання цукру, соди, солі та іншої сипкої сировини
- Сортування, просівання злакових культур та зернових продуктів
- Просіювання хімічної сировини, агресивної до середовища
- Просівання борошна різного помолу (грубого, тонкого) та насичення її повітрям для отримання якісного продукту.

Завдяки вібраційному типу роботи, дане устаткування є більш ефективним ніж обладнання з шнековим просіювачем. Дана машина має досить низький рівень шуму и проста в обслуговуванні. Також для кращого очищення сировини на устаткуванні встановлені магнітні уловлювачі металевих домішок. Дане обладнання може виготовлятися з нержавіючого матеріалу, де сита та внутрішні частини бункера виготовлені з харчової нержавіючої сталі. Головними перевагами даного просіювача перед іншими є те, що в даному обладнанні відбувається відразу три операції, таких як просіювання, насичення повітрям та видалення металевих домішок. Великий вибір розміру отворів у вібророта від 500 мм до 10мм. Досить просто встановити дане устаткування в поточну лінію виробництва.

Інший тип просіювача - це борошнопросіювач МПМ-800. Він також призначений для видалення домішок, а також для насичення продукту киснем. Завдяки цьому кінцевий про-

дукт виробництва буде мати кращі показники якості. Даний просіювач можливо встановити як на більш великих підприємствах так і на малих спеціалізованих виробництвах. До переваг даного устаткування можна віднести: оснащений спеціальним підйомним пристроєм для полегшення підйому мішків з борошном до бункера, можливість встановлення на різних за потужністю підприємствах, та оснащення магнітними пастками. До недоліків можна віднести: шум під час роботи, необхідність зупинки після певного періоду роботи, для очищення сит від домішок та непросіяних частинок борошна.

Отже, з вищенаведеного, можна зробити висновок, що під час вибору просіювача потрібно звертати увагу на його переваги та недоліки, щоб отримати продуктивну роботу харчового підприємства. Оскільки зважаючи на потужність певного підприємства потрібно підібрати відповідне обладнання, що буде давати гарний економічний ефект.

*Прокопенко І.В., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент Сумського НАУ*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ЗБИВАЛЬНИХ МАШИН У КОНДИТЕРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

На підприємствах харчової промисловості, зокрема, у кондитерських цехах, для збивання та змішування продуктів у процесі приготування використовуються збивальні машини. В цілому виконуваний ними технологічний процес ділиться на три основні стадії:

- Рівномірний розподіл компонентів у об'ємі речовини;
- Розчинення окремого продукту, утворюючи однорідну масу;
- Збагачення сумішей повітрям.

Збагачення повітрям рідких сумішей виконується переважно в процесі руху спеціальних агрегатів – збивачів, що мають розвинену поверхню та обтікаючу форму. Час збивання окремих продуктів залежить від вимог до готового продукту, а також від деяких параметрів використовуваного збивача. В результаті процесу готовність отриманого продукту визначають візуально.

Кондитерська суміш на вигляд повинна бути схожою на легку піну. В'язкість та щільність сумішей з одних і тих самих продуктів може відрізнятися між собою. Це обумовлено тим, що фізико-хімічні властивості вихідної сировини також можуть відрізнятися. Чим менша густина та чим більше суміш насичена повітрям тим вища якість отриманою суміші.

Для збивання продукту і отримання необхідної маси використовують спеціальні агрегати – збивачі з можливим різними розташуванням самого збивача і характером його руху. Розміщення збивача може бути горизонтальним, вертикальним та похилим. Рекомендується використовувати збивальні машини з похилим та вертикальним розташуванням робочого агрегату.

Загалом збивальні машини поділяють на наступні групи: з обертанням збивача навколо нерухомої осі, а також з планетарним обертанням збивача, тобто з одночасним обертанням навколо осі бачка і навколо власної осі.

Збивач може мати дві та більше швидкостей обертання, або безступеневе регулювання швидкостей у певному діапазоні. Швидкість обертання робочих агрегатів можливо регулювати завдяки багатьом швидкісним електродвигунам. При достатній жорсткості конструкції і характеру руху збивача можна збивати суміші різного складу.

Виходячи з числа кількості робочих валів збивачі можуть бути одинарні, подвійні та потрійні. Робочою камерою в машинах для збивання є спеціальний об'ємний бачок, що за формою нагадує вертикальний циліндр з увігнутих дном. Наявність у комплекті бачків для заміни спрощує роботу машини та дозволяє швидко виконувати процес збивання різних сумішей. Головний робочий орган – збивачі, які легко знімаються. При збиванні не в'язких та рідких сумішей використовують пруткові збивачі.

Плоскорешітчасті, здвоєні плоскорешітчасті та фігурні збивачі застосовують переважно для збивання густих сумішей (вершковий крем, заварне тісто). Гакоподібні і рамні збивачі

використовують для замішування густого тіста.

Лопатеві збивачі застосовують для збивання густих сумішей (вершкового крему, сирного крему, напівфабрикату для пісочного тіста і ін.).

Для прикладу можна розглянути принцип роботи машини для збивання МВ-35М яка має безступеневе регулювання швидкості обертання змішувача. Вона складається з чавунної підставки, власне корпусу, двох змінних бачків у комплекті об'ємом 35 літрів, механізм що опускає та підіймає змішувач, напрямні змішувача та привідний механізм. Бачок розміщується на спеціальному кронштейні, що рухається по напрямних на корпусі за допомогою спеціальної рукоятки. Змінні збивачі прикріплюються до валу за допомогою з'єднувальної муфти. Змішувачі виконують рух по периметру бачка, а також навколо власної осі.

Робочий механізм включає електродвигун, клинопасовий варіатор частоти обертання і редуктор. Електричний двигун розміщений на кронштейні, що може рухатися відносно власного корпусу.

Механізм дії машини – поміщені до бачка продукти, активно перемішуються збивачем, в результаті чого суміш добре насичується повітрям, стає легкою, пухкою, збільшується в об'ємі, є однорідною.

*Стрельникова Є. студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ**

Олія є одним із важливих та корисних продуктів для організму людини. Жири, які містяться в олії покращують імунітет та добре впливають на різні системи нашого організму.

Олія буває різних видів: соняшникова, оливкова, гарбузова, лляна, олія виноградних кісточок, кунжутна, олія авокадо та олія розторопші або будяка [1].

Способи для виробництва олії можуть бути різноманітними, але з них найголовніші – це пресовий або механічний і розчинення олії в органічних сполуках. Домішки, які містяться в олії можуть негативно впливати на якість та на продуктивність машин при видаленні їх. Вони мають мінеральне, рослинне та тваринне походження. Процес очищення від домішок забезпечує оптимальні умови для олійних культур.

Крім очищення потрібно слідкувати за вологістю (приблизно на 2% нижча за критичну) та правильним кондиціонуванням таких культур. Якщо треба зменшити насіння, використовують сушіння або вентиляцію. Для сушіння використовують шахтні, барабанні та газові рециркуляційні сушарки (ДСП-12, ДСП-24, ДСП-32, ДСП-50, «Цілинна-50», ВТІ-8, ВТІ-15).

Основними частинами для переробки вважаються ядро та оболонки. Шеретування є процесом, який відділяє оболонки від ядра, де одержується суміш, яка має назву рушанка.

Після решетування рушанку розділяють на ядро, недошеретоване і ціле насіння олійних культур. Насіння соняшнику і сої шеретують на машинах МНР та відцентрових А1-МРЦ. На машинах марки МНР насіння шеретується внаслідок ударів об біла барабана, які закріплені на барабані, що обертається, або внаслідок повторного удару об деку.

Після цього йде сепарування насіння та подрібнення ядра, що залежить від вологості. За цим процесом виконують волого-теплову обробку, що здійснюється в жаровнях, після чого висушують.

При виробленні та добуванні олії пресовим способом використовували гідравлічні преси, але зараз найчастіше використовують шнекові преси.

Добування олії екстракційним способом можна або в чистому вигляді, або з використанням форпресорів.

Забезпечення якості олії є великим фактором, тому є рафінування – процес, що допомагає ретельному очищенню від домішок.

За ступенем очищення олія є :

- нерафінована;
- гідратована;

- рафінована;
- рафіновано – дезадорована.

На підприємствах олію фільтрують на спеціальних фільтрпресах, які допомагають уникати механічних домішок, а іноді можуть фільтрувати понад двох разів за добу.

Ще можна очищення проводити завдяки гідратації, або за допомогою розчинів луку, а щоб уникнути запаху в олії виконують дезодорацію, що може називатися дистиляцією [2].

Висновок: отже, для виготовлення олії потрібно знати техніку виконання, процеси та машини, які можуть допомогти правильно та якісно виробити олію для подальшого користування в харчовій цілі.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Класифікація рослинних олій. – Режим доступу: <https://narodnyiproduct.com.ua/a329283-yaki-roslinni-oliyi.html>
2. Технологія виробництва олії. – Режим доступу: <https://buklib.net/books/24975/>

*Стрельникова Є., студентка, Радчук О.В., к.т.н., доцент Сумського НАУ*

### **СИТОВІ СЕПАРАТОРИ: ЇХ ОСОБЛИВОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА**

Сепарування є механічним процесом поділу незначних матеріалів різних партій, що відрізняються фізичними та геометричними ознаками. Машини, які слугують цьому процесу є ситові сепаратори. Рівень очищення основної культури і точність, класифікації посівного матеріалу багато в чому впливають на урожай, а таким же чином на стабільність ступеня вартості зерна при зберіганні. Очищення зерна перед подрібненням та злушенням впливає на якість продукції, а чітке сепарування на цих стадіях не тільки впливає на якість, а і на міру використання сировини і на навантаження технологічних машин. Достатньо відмітити, що недосів дрібних фракцій в крупках, тих, що поступають в ситову машину не дозволяє встановити оптимальний режим [1].

На підприємствах таких, як зберігання і переробка зерна ситові сепаратори використовують для:

- сортування зерна, що щільно підбирається по крупності для лушення, а також для доведення насінного зерна щодо показників якості;
  - очищення від домішок;
  - сортування продуктів, що подрібнюються та лушення;
- У процесі просіювання зерна відбувається дві фракції :
- прохід ( частина суміші, що проходить крізь отвори сита);
  - схід (частина суміші, що на ситі залишається).

Є певний різновид сит, які допомагають для очищення зерна, наприклад: сита з круглими отворами, де діаметр отворів менше за ширину часток та сита з прямокутними отворами, де ширина отворів менша за товщину часток.

Машини для просіювання за розташуванням сит поділяють на два види: плоскі та циліндричні.

Сита є однією з найважливішою складовою машини, які класифікуються на металеві, шовкові, капронові, що різняться між собою міцністю, тривалістю та виготовленням. Продуктивність ( $Q$  т (кг) / ч) ситового сепаратора є його основним показником.

Фактична продуктивність:  $Q = 1,33 \times 1,5 \times 1,33 = 2,653$  т / год. Ступінь вартості процесу визначається виділенням домішок при дотриманні правил ведення технологічного процесу (повноцінного) зерна у відходах. Ефективність очищення  $E$  (%) зерна оцінюють відношенням маси домішок, виділених із зернової суміші, до маси домішок, які перебували в вихідній суміші і відокремлених ситами (або робочим органом інших машин)[2].

Сепаратори ЗСП-10 застосовуються для очищення від домішок, що відрізняються завтовшки і шириною. Такі сепаратори використовують на борошномельних підприємствах.

Ситові сепаратори з ситами, що обертаються (центрифугами) застосовуються для очищення від домішок барабаном, який має форму циліндра, призми або піраміди.

Швидкість вибирають рівною 1,2-1,6 м/с.

На основі дослідних даних завантаженість на 1 м<sup>2</sup> приймають рівною 500-600 кг/год. при очищенні зерна від крупних домішок 200-300 кг/год. при очищенню від дрібних домішок і 100-150 кг/год. при сортуванні відходів.

Сепаратори з круговим поступальним рухом сит застосовуються для очищення від домішок круговим поступальним рухом кузова, для очищення часток, які застрягли в отворах.

Прикладом може бути: сепаратор ЗСШ-20, який використовують як легко-ситовий в комплексі з чотирма каналами або з двома сепараторами із замкнутим циклом повітря, в яких зерно очищається від домішок [3].

Висновок: отже, сепарування є важливим процесом в очищенні зерна, а сепаратор є незамінним помічником в цьому. Для того, щоб виконати цю роботу, потрібно знати певну інформацію, щодо цієї машини.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Опис пристрою і принципу дії ситових сепараторів. – Режим доступу: [http://4ua.co.ua/manufacture/yb2ac68a5c43b88521206d36\\_0.html](http://4ua.co.ua/manufacture/yb2ac68a5c43b88521206d36_0.html)
2. Основні параметри ситових сепараторів. – Режим доступу: [https://revolution.allbest.ru/manufacture/00706686\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/manufacture/00706686_0.html)
3. Машини і обладнання для сепарації зерна. – Режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/mashyny-i-obladnannja-dlja-separaciyi-zerna.pdf>

*Барбалат М.Ю., студ., Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ СЕПАРАТОРІВ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Дослідники з Фінляндії та Німеччини зробили аналіз реакторо-сепараторних процесів для полімерних та олігомерних продуктів деградації з контрольованими розподілами молярної маси. Інтеграція реакції та сепарації є привабливою у виробництві біобазових олігомерів та коротких полімерів з полісахаридів та білків через каталітичну деградацію. Проблема полягає в контролі розподілу молярного маси. Теоретичний аналіз інтеграції процесів виконується для звичайних CSTR, багатофункціонального реактора та процесів рециркуляції реактора-сепаратора. Отримано рішення замкнутої форми для рівнянь балансу маси для з'єднаних послідовно-паралельних реакцій першого порядку. Візуалізується вплив діапазону відсікання сепараторів і різкість на можливий діапазон робочих параметрів і продуктивність процесу. Встановлено, що мембранний реактор може бути менш продуктивним, ніж CSTR, якщо загальна концентрація обмежена. Додатковий сепаратор для переробки розчинника значно підвищує чистоту і продуктивність. Переробка розчинників визначає швидкість подачі і час перебування молекул продукту. Щоб максимізувати чистоту і продуктивність, в реакторі не повинно зберігатися молекули продукту, тоді як перероблений розчинник може бути нечистим.[1].

Науковці з Індії дослідили підвищення генерації біоелектрики та водоростей мікробній клітині уловлювання вуглецю з використанням недорогої кокосової оболонки в якості мембранного сепаратора. Протонообмінні мембрани (PEMs) є найбільш широко використовуваним сепаратором в мікробних паливних елементах (MFC) і мікробних клітинах уловлювання вуглецю (MCC). Це дослідження спрямоване на оцінку характеристик кокосової шкаралупи (CS) для вивчення її потенціалу як ПЕМ. CS продемонструвала чудове поглинання води (32%), що може стимулювати передачу протона через молекули води в катодну камеру. Протонопровідність сепаратора CS була порівнянна з Nafion 117; однак коефіцієнт передачі маси



кисню сепаратора CS був нижчим, ніж Nafion 117, що вказує на його як чудовий сепаратор. Ці сепаратори використовувалися в МСС з *Chlorella sorokiniana*, вирощеними в катодній камері. Максимальна щільність потужності (MPD) і куломбічна ефективність (CE) МСС з сепаратором CS були 3,2 Вт / м і 16,53% відповідно, тоді як МСС з мембраною Nafion 117 показав MPD 1,8 Вт / м і CE 8,42%. Хоча ефективність видалення ТРІС в анодній камері Nafion-МСС ( $72,14 \pm 0,15\%$ ) перевершувала CS-МСС ( $65,97 \pm 0,83\%$ ), рівень зростання водоростей у катода був знайдений кращим в CS-МСС (2,64 дня), ніж Nafion-МСС (2,16 дня). Це дослідження показує доцільність використання CS як низької вартості, а також енергоефективного мембранного сепаратора для застосування в МСС [2].

Науковці з США та Іспанії зробили аналіз сепараторів для відновлення магнітного бісеру: від великих систем до багатофункціональних мікродевісів. Використання функціоналізованого магнітного бісеру значно поліпшило селективне відділення сполук від складних рідких розчинів в порівнянні зі звичайними технологіями. В результаті захоплення немагнітних сполук за допомогою магнітних методів привернуло багато уваги в останні роки з поточними дослідженнями, що розширюють концепцію магнітного поділу на різні поля. Тим не менш, крок магнітної сепарації залишається одним з найважливіших етапів цих процесів і повинен бути ретельно проаналізований, щоб полегшити успішне проектування магнітних додатків бісеру. У даній роботі розглядаються фундаментальні принципи магнітних поділів з метою встановлення основного теоретичного фону і подальшого полегшення розвитку ефективних магнітних сепараторів. Представлені різні альтернативи для великомасштабних процесів, такі як стовпці магнітної сепарації з високим градієнтом (HGMS) і системи відкритої градієнтної магнітної сепарації (OGMS), а також їх основні переваги та практичні обмеження. Нарешті, інтеграція безперервних мікрофлюїдних магнітних сепараторів вводиться як перспективна альтернатива для маломасштабних застосувань завдяки їх багатофункціональним особливостям.[3].

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. <https://www.sciencedirect.com>
2. Бойченко М.Г., Задніпрський В.А. та інші. Процеси та апарати харчових виробництв. – Київ: Вища школа, 1975. – 376 с.
3. Кавецкий Г.Д., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1991. – 432 с.

*Міргородська В., студ., Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ*

### **КОНСЕРВУВАННЯ ОВОЧІВ ТА ФРУКТІВ**

Харчування людини можна поділити на два фактори: сезонні виробництва харчових продуктів, їх збереження. Більшість продуктів швидко псуються, тому людини винайшли спосіб їх зберігання на довгий період. Один із таких способів є консервування.

Консервування – це обробка герметично закритих продуктів нагріванням. Консервування високими температурами проводиться для втрати ферментів продовольчих товарів та знищення мікрофлори. Прогрів продуктів який має температуру до 100 °С називається пастеризація, вище 100 °С – стерилізація. Спочатку плоди та овочі солять, маринують, квасять, а потім з цих продуктів методом пастеризації та стерилізації виготовляють консерви. Основною особливістю складу овочі та плодів є високий вміст води 80-90%. Метою консервування є створення умов, при яких неможливий розвиток мікроорганізмів і діяльність ферментів. В той момент, коли обов'язковою умовою консервування є збереження поживної цінності продукту, якості і користі.

Хімічний склад рослинної сировини визначає його органолептичні властивості і харчову цінність. Хімічний спосіб консервування ґрунтується на властивостях мікрофлори розвиватися у певному кислотному середовищі. Для хімічного способу консервування належать хі-

мічні засоби – цукор, сіль, олія, оцтова та лимонна кислота. Їхня консервувальна дія проявляється за певної концентрації, достатньої для створення у консервованому продукті осмотичного тиску, за якого діяльність мікрофлори неможлива. Оцтова кислота має консервувальну дію за концентрації у межах 1,8 – 2%, цукор – 68 – 70%, сіль – 10%. [1]

Дивлячись на біологічну цінність, яку розробив професор Я.Я. Нікитський, методи консервування можна поділити на чотири групи:

1. Принцип біозу – зберігання життєвих процесів в свіжому вигляді без обробки;
2. Принцип абіозу – відсутність життєдіяльності мікроорганізмів з допомогою різних біологічних, хімічних та фізичних факторів;
3. Принцип абіозу – життєві процеси уповільнюються, підвищується виживання у несприятливих умовах вологості та температури;
4. Принцип ценоабіозу – створення сприятливих умов для розмноження даної групи мікроорганізмів.

В сучасному світі існує декілька методів консервування. Методи консервування діляться на фізичні, хімічні, біохімічні, фізико-хімічні, комбіновані. До фізико-хімічних методів консервування відносять процес сушка. Сушка – це видалення вологи, що позбавляє припинення життєдіяльності мікроорганізмів. У цьому процесі меншають маса і об'єм сировини. Сушені продукти мають великий термін зберігання. Консервування зневодненням може бути вироблено в умовах атмосферного тиску і вакууму.

Ще один з методів консервування є маринування. У маринуванні плодів і овоч застосовується оцтова кислота. В маринаді, відповідно до технологічних інструкцій промисловості, максимальна масова частка оцтової кислоти не перевищує 0.9% . Така концентрація недостатня для знищення бактерій, плісняви навіть в умовах низьких температур зберігання.

Теоретичні основи овочевої та плодової продукції розроблені давно. Незважаючи на великі інноваційні технології, на практиці використовується багато застарілого обладнання. Тому це погано впливає на якість переробки зібраного врожаю. Проте є багато приладів роботи маленьких консервних заводів яка не має подібних проблем.

Завдання консервної промисловості:

1. Зробити різноманітний асортимент усіх видів продукції Забезпечити населення сезонними консервними продуктами протягом року;
2. Скоротити витрати сільськогосподарської продукції;
3. Забезпечити населення сезонними консервними продуктами протягом року. [2]

На сьогоднішній день, консервування дуже популярний спосіб збереження овочів та плодів. Його використовують як і в домашніх умовах, так і на підприємствах. Консервування є надійним способом зберігати продукти довгий час. У більшості країн Європи переробляється понад 50 % вирощених овочів та понад 60% фруктів.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. <https://agroexpert.ua/konservuvannia-ovochiv-ta-fruktiv/>
2. [https://revolution.allbest.ru/manufacture/00402021\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/manufacture/00402021_0.html)

*Гіріченко С.С, студ. ХТ 2101 м ФХТ, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ*

### **ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН З ГОРИЗОНТАЛЬНИМ ТА ВЕРТИКАЛЬНИМ ПОЛОЖЕННЯМ ЗМІШУВАЧА**

Тістомісильна машина – це автоматизоване обладнання, яке призначене для змішування різних видів тіста, що використовується у хлібопекарській або кондитерській галузях. Дане устаткування складається із самої машини та діжі, в якій проходить заміс тіста. Тістомісильні машини класифікують за принципом дії на безперервні та машини періодичної дії

*Тістомісильна машина безперервної дії з вертикальним положенням змішувача*

Збивачі встановлені вертикально. Вони разом із механізмами приводу опускаються в

чашу, або чаша піднімається, щоб з'єднати збивачі та кришку. Вали збивачів можуть обертаються у фіксованому положенні, в цьому випадку зазвичай є два або три збивача, які переплітаються між собою, або є один вал, який обертається вертикально і сам приводиться в рух круговим, планетарним способом. Ця дія дозволяє одному збивачу дістатися до всього тіста в діжі, не просто перемішуючи його круговими рухами. Іноді можна встановити змінні бітери різної форми та дії та керувати ними з різною швидкістю. Це забезпечує легке розкатування та розрізання з однієї сторони та інтенсивне збивання з іншої. В таблиці 1 зазначені переваги та недоліки тістомісильної машини безперервної дії з вертикальним положенням змішувача.

Таблиця 1

Переваги	Недоліки
Діжі можуть бути заповнені інгредієнтами в різних місцях, подалі від змішувача, так що завантаження та розвантаження не є критичною характеристикою циклу перемішування	Іноді змішування проходить нерівномірно між нижньою та верхньою частинами діжі, що призводить до більшого або меншого утворення тіста.
Тісто, яке потрібно витримати, піддати ферментації або повторно перемішати, можна залишати у ванні без додаткової обробки.	Час перемішування часто довгий, тому що збивачі повільно обертаються. Замішування тіста може зайняти 45 хвилин.
Різні дії змішування можна досягти або за допомогою використання декількох змішувачів, або шляхом заміни лопастей на одному змішувачі	Важко підтримувати хороший контроль температури, тому що сорочки, що містять циркуляційну воду, потрібно під'єднувати та від'єднувати.
У багатьох випадках дію замішування та стан тіста можна контролювати візуально	Діжі важкі і не дуже маневрені, для їх переміщення іноді потрібні мобільні силові агрегати, такі як навантажувачі
В діжу легко вручну завантажувати додаткові інгредієнти.	Перед початком перемішування вода завжди буде стікати на дно змішувача.
Діжі з тістом можна легко перемістити в різні місця для перекидання або зберігання.	Повільне перемішування може бути перевагою для пісочного тіста, оскільки його нелегко випадково перемішати.

Тістомісильна машина з горизонтальним положенням змішувача

Різноманітність конструкцій горизонтальних змішувачів значно менша. У деяких випадках діжа закріплена, а двеці збоку або знизу відкриваються, щоб забезпечити скидання тіста, але частіше діжа обертається по горизонтальній осі навколо збивача, щоб вивантажити тісто. Збивачі приводяться в дію горизонтально всередину діжі і фіксуються на одному або двох валах. Коли використовується тільки один вал, збивачі зазвичай нахилені так, щоб тісто відкидалося не тільки вгору, але й трохи в одну сторону, а потім в іншу під час обертання. Леза можуть проходити близько до поверхні діжі або на деякій відстані. Перший варіант забезпечує переміщення тіста, що лежить на дні діжі, але другий краще підходить для замішування, розкатування та розтягування тіста. Дія, при якій тісто розрізається та нарізається, залежить від точної форми та швидкості лопастей, але іноді статор, прикріплений до діжі, забезпечує додатковий засіб для розрізання тіста для досягнення гарної однорідності. Коли використовуються два вали, дно діжі має W-подібну форму і вали обертаються в протилежних напрямках, переміщуючи тісто до центру і вниз через центр діжі або в іншому напрямку. Ці збивачі зазвичай відомі як збивачі з Z-лопастями. Швидкість збивання може досягати 60 оборотів за хвилину, що означає, що тісто можна замішати за відносно короткий час. Таке перемішування вагою до тонни вимагає дуже потужних двигунів. В таблиці 2 зазначені переваги та недоліки тістомісильної машини безперервної дії з горизонтальним положенням змішувача.

Таблиця 2

Переваги	Недоліки
Це дуже потужні змішувачі, оскільки вали мають підшипники на кожному кінці, і тому вони здатні виробляти міцне тісто швидше, ніж більшість вертикальних типів змішувачів.	Додавання компонентів зазвичай займає значний період часу у циклі змішування і усе додавання компонентів повинно виконуватися над змішувачем або виконуватися вручну.
За умови ефективного розвантаження, можна розмістити змішувач безпосередньо над бункером розкатної машини, і це усуває необхідність переміщення тіста через ванну.	Іноді збивачі підкидають матеріал на кришку змішувача, що може спричинити сліпі плями, де інгредієнти залишаються і не потрапляють назад до змішуваної маси.
Можна використовувати ванночки, якщо потрібно перемістити тісто в інше місце.	Великі електродвигуни потребують великої кількості електроенергії, а запуск під навантаженням потребує дуже великого струму.
Існує хороший і точний контроль температури змішувальної діжі з сорочки з постійно циркулюючою водою або холодоагентом. Однак можливості теплообміну дуже обмежені.	Сам змішувач важкий, тому його удари можуть викликати велику вібрацію. Це висуває важливі конструктивні вимоги до підлоги, на якій розташований змішувач, особливо якщо він знаходиться не на першому поверсі будівлі.
Інгредієнти можна додавати через кришку змішувача під час руху лопастей, тобто після початку перемішування.	Там, де центральний вал перетинає змішувач, часто виникають серйозні перешкоди для ефективного та швидкого вивантаження тіста, і цей вал може перешкодити вільному переміщенню тіста, що призводить до того, що тісто обертається, прилипаючи до збивача, без особливого перемішування
	Дуже незручно переміщати тісто, оскільки вивільнення його з діжі дуже важка операція.
	Кришка повністю закриває змішувач, тому неможливо контролювати процес перемішування.

Висновок: у роботі наведено порівняння тістомісильних машин з вертикальним та горизонтальним положенням, які мають свої переваги та недоліки. Виходячи з вище наведеного можна зробити висновок, що використання тістомісильних машин з вертикальним положенням змішувача є більш доцільним та ефективним, оскільки вони більш розповсюджені у харчовій промисловості, і, беручи до уваги порівняння обох положень збивача, можна побачити, що експлуатація першого типу обладнання своїми недоліками дещо переважає над недоліками тістомісильної машини з горизонтальним положенням збивача.

*Ілляшенко Я., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

## **ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОТЛЕТ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

В Україні на виробництві харчової продукції з м'ясної сировини та для її оброблення використовують допоміжні машини та системи: м'ясорубки, фаршмішалки, а також механізми для обчищення, нарізання, апарати для формування котлет та універсальні агрегати зі змінними комплектаціями.

На підприємстві м'ясопереробної промисловості використовуються технологічні машини, які здійснюють двійну формувальну та дозувальну працю. Ці машини одночасно ділять сировину на задану технологією порцію і формують їм певну геометрію.

Агрегати для виготовлення котлет працюють на виробництвах харчової продукції для створення виробів з різноманітних фаршів (м'ясо, риба та навіть з бульби), що в кінцевому результаті отримують пласку форму, а також фрикадельок округлої форми.

За типом агрегати існують: роторні та барабанні.

Роторний агрегат для виготовлення котлет складається з такого елемента, який має вигляд формувального столу із трьома округлими отворами-комірками. Формувальний стіл прикріплено до вертикального валу, всередині якого встановлено тяговий механізм, який регулює масу продукту, що виробляється. Над ним розташовані два прийомно-завантажувальні елементи: циліндричний бункер, що приймає фарш та конічний бункер, який призначений для додавання панірувальних сухарів. Фаршоприйомник встановлено на кришці формуючого столу. В середині бункера є живильний шнек, що нагнітає фарш із бункера в отвори-комірки формуючого столу. У комірках розташовані робочі елементи агрегату – поршні, які при обертанні стола роблять зворотно-поступальний рух. Елементами робочого інструмента є також крайки комірок формуючого столу, а також крайки вікна бункера, які порціонують фарш від основної маси.

Роторні машини для формування котлет працюють по чергово, формуючи вироби один за одним.

Барабанні (багаторядні) агрегати для формування котлет навпаки формують декілька одиниць виробу одночасно, так як замість ротору є барабан, в який вмонтовано ряд ковзних поршнів. Він є змінним і може містити до чотирьох рядів. Зверху він впритул притиснутий до живильного механізму, в який з бункера через спеціальну щілину лопатевим нагнітачем подається сировина. При цьому в агрегаті підтримується надлишковий тиск, що допомагає щільному заповненню сировиною отвору над поршнем. На виході котлети витісняються поршнями у нижньому положенні. Від них вироби відокремлюються струнним механізмом.

Як приклад апаратів було розглянуто роторний та барабанний агрегат для формування котлет на прикладі АФК-1 виробництва Росії та машину FORMATIC C 2000 фірми DEIGTON Англія.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика котлетоформувальних машин

Фірма-виробник / країна / марка машини	Продуктивність, кг/год	Об'єм бункера для фаршу/ для сухарів, кг	Маса сформованих виробів, г	Номінальна потужність, кВт	Габаритні розміри, мм	Маса, кг
Росія, АФК-1	2000	15	50...100	0,43	540×350×675	73
Deigton (Англія), FORMATIC C 2000	2000	15	50...130	0,75	850×850×720	-

Також потрібно знати те, що, в апаратах є небезпечні елементи, наприклад бункер. Саме тому не можна завантажувати сировину під час активної діяльності агрегату. Також дозволяється виконувати розвантажування готових виробів тільки спеціально призначеною лопаткою. Якщо виникають проблеми різного характеру, наприклад налипання виробів, пошкодження виробів тощо, необхідно негайно вимкнути агрегат.

Отже, на підприємствах харчової промисловості необхідно використовувати як роторні, так і барабанні котлетоформувальні агрегати. Яку саме обрати систему залежить від потужності самого підприємства, обсягу виробництва та рентабельності, адже котлетні вироби дуже любляє населення України. Наприклад, їх реалізують як заклади ресторанного господарства вже в готовому вигляді, так і магазини роздрібної торгівлі в замороженому вигляді.

Конкурентна спроможність підприємства, що займається виготовленням даної продукції повинна бути високою, що забезпечується насамперед якісною сировиною та новітнім обладнанням, в якому ця сировина обробляється.

*Глуценко Д.В., студентка, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ*

## ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ БОРОШНА

Останнім часом підприємства в Україні цікавляться виробництвом борошна. Борошно — це сировина, яка використовується для виробництва макаронів, хліба, кондитерських та інших виробів. Підприємства, які займаються виробництвом борошна на базі агрокомплексу, мають істотне зростання і для них ця справа є вигідною. Проте не для всіх підприємств, оскільки напрямок виробництва борошна достатньо швидко розвивається і удосконалюється, то у багатьох виникають проблеми з устаткуванням для зберігання та виробництва борошна. Дана проблема стосується навіть сучасного бізнесу, підприємства якого хочуть покращити та зробити своє виробництво ефективнішим. І одне з найактуальніших питань — вибір устаткування для зберігання борошна. Борошно — це продукція набагато делікатніша, ніж зерно. Цей продукт швидше псується, а в разі появи ще якоїсь проблеми чи коли борошно засмітилось, складнощі буде важко побороти.

Зберігання борошна можливе двома способами: тарне, де на складах борошно зберігається у мішках; безтарне — насипом в спеціальних місткостях [1]. Безтарне зберігання поділяється на закритого та відкритого типів. Коли використовують сховища відкритого типу, то витрати на будівництво зменшуються, тому такі склади більш популярні. Тарні склади використовуються лише на підприємствах малої продуктивності, тому більшість виробництв використовують безтарне зберігання. Перевагами безтарного способу є наступні:

- відпадає необхідність у тарі (мішках), її транспортуванні і ремонті;
- можливість механізації й автоматизації вантажно-розвантажувальних і складських робіт ;
- значно кращими стають санітарно-гігієнічні умови зберігання та транспортування борошна;
- під час транспортування втрати сировини зменшуються;
- застосування трубопроводів різної конфігурації;
- виробничі площі скорочуються [2].

Для того, щоб зберігати борошно без тари застосовують безпосередньо бункери та силоси. За формою ці склади є прямокутними або циліндроконічними. Виробляють їх із алюмінію, сталі, яка покрита алюмінієм, листової сталі, а також додають матеріали з пластику і залізобетон. В Україні силоси ХЕ-160А і ХЕ-233 можна зустріти на більшості підприємствах. Перший різновид створений із листової сталі, конічна частина має кут нахилу 60°. Люки в цьому силосі призначені для огляду, ремонтування і очищення, вони герметично закриваються. Інший різновид відрізняється розмірами, він значно більший. У силосі розміщуються тензометричні датчики для контролю та вся споруда встановлюється на 4 опорах. Але є прямі недоліки через нерівномірне співвідношення діаметрів силосу отвору для розвантаження.

Також на підприємствах можна побачити бункер М-118 і схожий за конструкцією, але менший за розмірами М-111. Для того, щоб правильно застосовувати силоси, потрібно щомісяця його чистити, проводити санітарні заходи та розвантажувати ємність повністю. Одним із сучасних напрямів безтарного зберігання є використання біг-бегів. Це силоси, які мають різні за місткістю конфігурації, за висотою та шириною біг-беги можуть бути будь-якими, їх виготовляють із тканини та склопластику. Щоб зберігати борошно у тарі, його складають в мішки. Маса одного мішка 50 кг. Оскільки борошно можуть зберігати тривали час, то мішки перекладають нижні вгору та навпаки.

**Висновок.** Отже, зберігання борошна потребує спеціального обладнання, певних умов. Сучасний світ стрімко розвивається, тому якість і ефективність устаткування зростає. Це призводить до менших втрат борошна під час зберігання. Кожен різновид складів має свої

особливості та деякі недоліки, але в основному в Україні переважає безтарне зберігання.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Обладнання для зберігання та транспортування борошна. – Режим доступу: [www.URL:https://helpiks.org/2-120902.html](https://helpiks.org/2-120902.html).
2. Устаткування для приймання, транспортування і зберігання сировини. – Режим доступу: [https://studopedia.com.ua/1\\_335568\\_ustatkuvannya-dlya-priymannya-transportuvannya-i-zberigannya-sirovini.html](https://studopedia.com.ua/1_335568_ustatkuvannya-dlya-priymannya-transportuvannya-i-zberigannya-sirovini.html).

*Кононенко А.А., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н, доцент, СНАУ*

### **БУНКЕРНІ ТА ПІДЛОГОВІ ЗЕРНОСХОВИЩА ТА ЇХ ПОРІВНЯННЯ**

В Україні важливу роль займає хлібопекарська промисловість в основу якої входять зернові культури. Щоб продукція була якісною в першу чергу повинно забезпечити правильне зберігання зерна. Для цього існують бункерні та підлогові зерносховища.

#### **Бункерні зерносховища**

Це склади з бункерами, які мають похилі або конусні днища, або склади, розділені перегородками на окремі відсіки. Завдяки особливостям побудови ці зерносховища придатні для зберігання зернових культур різних сортів.

Зерносховища виробляють з металу, вони бувають, або збірні, або суцільнозварені. Зазвичай мають циліндричну форму. Містять в себе від декількох десятків до сотень метрів кубічних. Існує два способи обладнання зерносховища. Його або оснащують бункерами з конусоподібними днищами, або розділяють на відсіки. Кращим буде варіант з конусоподібними днищами тому, що забезпечується розвантаження зерна самопливним способом.

Розташування бункерів залежить від виду зерна, що там зберігається. Якщо зберігають продовольче чи фуражне зерно, то ємності розташовують у притул до зовнішніх стін. Але насінневе зерно зберігати таким чином не можна потрібно, щоб між стіною і бункером залишався простір, або був шар теплоізоляції.

Зерносховища ідеально пристосовані для роботи в складі елеваторів. Відсіки та ємності для зберігання розташовані двома рядами. По середині залишається прохід для контролю над процесом зберігання.

#### **Підлогові зерносховища**

Це переважно одноповерхові будівлі з облаштованими верхніми і нижніми ярусами, в яких встановлені пристосування для механізованого завантаження й розподілення зерна.

Зерно зберігається на підлозі приміщення розрахованого на зберігання великих мас однорідного зерна. В підлогових зерносховищах шаром до 5м. можна зберігати фуражне та продовольче зерно, яке має бути добре очищене та доведене до оптимальної вологості, а в зерносховищах з похилими підлогами і забезпеченим механізмом розвантаження і завантаження можна зберігати зерно шаром до 10м.

Підлоги в приміщеннях мають бути горизонтальними, або із нахилом і заглибленням. У сховищах обладнуються спеціальні механізми вивантаження і завантаження зерна. Для зберігання кількох видів зерна використовують приміщення із горизонтальною підлогою. Щоб зерно не перемішувалося, площу розподіляють на відсіки, використовуючи перегородки або знімні щити.

Підлогові сховища, що мають похилу підлогу будують тільки на території, яка має знижений рівень залягання ґрунтових вод. У цих сховищах використовують тільки нижній ярус, що має транспортну стрічку.

#### **Висновок:**

Отже, з цих двох видів зерносховищ не можна виділити якийсь краще, що бункерне що підлогове сховище потрібне для певних цілей. Наприклад, якщо потрібно зберігати тільки один вид однорідного зерна то ліпшим варіантом буде використання підлогового зерносхо-

вища воно призначене для зберігання великих мас зерна. Але, коли потрібно одразу зберігати декілька видів зернових культур то кращими для їх збереження будуть бункерні зерносковища.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. <https://zt-dpss.gov.ua/без-рубрики/tipi-zernosxovishh/>
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Зерносковище>
3. <https://agroexpert.ua/vymohy-do-zernoskhovyshch-i-osoblyvosti-ikh-vykorystannia/>

*Мішан Д, студентка гр. ХТ 2001 ФХТ, Радчук О.В., к.т.н., доцент Сумського НАУ*

#### **ОСОБЛИВОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ**

Макаронні вироби належать до так званих рафінованих продуктів харчування, в яких міститься невелика кількість вітамінів, мінеральних та інших біологічно активних речовин. Якість та функціональні властивості макаронних виробів впливають на споживчий попит і підвищують їх конкурентоспроможність.

Макаронні вироби користуються заслуженою популярністю у росіян за рахунок досить великої поживності, можливості тривалого зберігання, швидкого і простого приготування. Найбільшою біологічною цінністю характеризуються макаронні вироби з борошна твердої пшениці шпалерного і другого сорту, найменшою – з пшеничного борошна вищого сорту; проте всі вони відрізняються незбалансованістю амінокислотного складу по незамінним амінокислотам: лізину, треоніну, ванілу[1].

Біологічну цінність макаронних виробів підвищують за допомогою різних збагачувачів – білкових добавок. У макаронному виробництві найчастіше використовують збагачувачі: яйця і яечні продукти(яечний порошок, меланж, жовток), проте навіть при введенні максимальної кількості збагачувачів – 3,8кг на 1кг борошна – відзначається дефіцит амінокислоти лізину. Крім того, при додаванні яечних збагачувачів, містять жовток, а отже, жир, зменшується плинність макаронного тесту, у результаті чого знижується реалізація макаронного преса.

Для того щоб виготовити макаронні вироби використовують макаронне і хлібопекарське пшеничне борошно. Макаронне отримують при помелі зерна твердої пшениці дурум і зерна м'якої склоподібної пшениці.

Преси різняться конструкцією дозатора, числом камер тістомісу та їх розташуванням, кількістю пресувальних шнеків, конструкцією головок, формою матриць і місцем вакуумування[4].

Різка напівфабрикату у макаронних виробів – це процес отримання макаронних виробів заданої довжини. Під час цього процесу здійснюється обдування напівфабрикату макаронних виробів повітрям, тобто зниження температури і/або видалення частини вологи з поверхні напівфабрикату макаронних виробів з метою освіти на їх поверхні підсушеної скоринки для запобігання злипанню виробів між собою, прилипанню їх до ножів і до сушильних поверхнях. Обдування повітрям після пресування може знизити пластичність сформованих виробів і перешкоджає їх злипанню і деформації. Однак занадто інтенсивне обдування повітрям веде до утворення на поверхні тріщин, збільшується при сушінні, що знижує міцність готових виробів.

Розкладка (або розвішування) напівфабрикату макаронних виробів. Підготовка до сушіння в залежності від виду виготовлених виробів і застосовуваного сушильного обладнання. Сушка виробів. Мета сушіння – це видалення вологи з напівфабрикату макаронних виробів з метою запобігання розвитку біохімічних і мікробіологічних процесів при тривалому зберіганні виробів. Дуже інтенсивна сушка призводить до появи в сухих виробках тріщини, а дуже повільна, особливо на першій стадії видалення вологи, може призвести до закисання і пліснявіння виробів.

Макаронні вироби – особлива група зерноборошняних товарів, доступних за ціною, гар-



но знайома покупцям і має безліч прихильників серед населення.

Український ринок продуктів харчування в останнє десятиліття зазнав серйозних змін, став насиченим і здатний задовольняти найвибагливіший смак, над створенням нового виду виробів. Фрукти та овочі включені в рецептуру багатьох продуктів промислового виробництва. Багато дослідників вивчають можливість застосування нетрадиційних видів сировини в технології макаронних виробів[1;2].

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Гвоздев О.В. Машини та обладнання хлібопекарського виробництва: Підручник /
2. О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко. –К.: Вища освіта, 2010. – 307с.
3. Лісовенко О.Т. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробів / О.Т. Лісовенко, О.А. Руденко-Грицюк, І.М. Літовченко та ін. К.: Наукова думка, 2000. -221с.
4. Рензяев О.П. Технологическое оборудование хлебопекарной промышленности. Ч.1. / О.П. Рензяев. –Кемерово, 2001. – 164с.
5. Хромеенков В.М. Оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик. / В.М. Хромеенков. – СПб.: ГИОРД, 2004.-496с.

*Манько Л., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА СХОВИЩ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ ТА ОВОЧІВ**

Картопля є одним з найуживаніших продуктів харчування, його бульби містять цінні поживні речовини, такі як крохмаль (до 25%), білок (до 3%), клітковину (до 1%), жир (до 0,3%).

Підвищення вимог до забезпечення нормованих параметрів мікроклімату викликає необхідність подальшого, більш поглибленого вивчення теплофізичних властивостей продукції, динаміки нестационарних процесів тепло- і масообміну в системі «поверхню соковитою рослини продукції - вологе повітря - зовнішні поверхні сховищ», виявлення кількісних характеристик рушійних сил тепломасопереносу [1].

При цьому обов'язковий облік специфічних вимог до параметрів мікроклімату сховищ (висока відносна вологість і низька температура внутрішнього повітря) при нормуванні теплотехнічних показників зовнішніх огорожувальних конструкцій і обґрунтуванні вибору конструктивних, а також об'ємно-планувальних рішень плодівих сховищ. Виконання цих вимог дозволяє розробити інженерні методики розрахунку і оптимізації режимів роботи систем кондиціювання мікроклімату (СКМ) сховищ за біологічними і техніко-економічними вимогам [2].

Штабель з соковитими продуктами є частиною багатофакторної системи «Штабель - сховище - система активного вентилявання і видалення повітря - огорожувальні конструкції - зовнішнє повітря». Використання в дослідженнях теплофізичних методів дозволяє в причинно-наслідкового зв'язку об'єднати кількісні і якісні фактори зберігання плодоовочевої продукції і на науковій основі вирішувати чисто практичні завдання зниження її втрат. Кожне сховище має забезпечувати необхідні гідро- й теплоізоляцію. Температура повітря у ньому повинна дорівнювати оптимальній для певного виду продукції. Забезпечити ці вимоги можна належною товщиною стін і стелі а також використанням гігроскопічного або утеплювальних матеріалів, обігріванням струменем повітря або охолодженням за допомогою вентилявання. Крім того, сховища затемнюють, адже переважна більшість овочів на світлі зеленіє та втрачає товарний вигляд і продовольчі якості [1].

Керованість процесом охолодження і підтримку необхідного Г-ф режиму можна забезпечити при розташуванні датчиків температури і вологості повітря на вході в шар і на виході з нього. На виході їх слід розташовувати в зоні між повітророзподільниками, причому датчик температури повинен бути заглиблений в шар на глибину 0,3 .. 0,5 м [2]. Чи доцільний контроль температури зберігається продукту на рівні підлоги в зоні між повітророзподільни-

ками. До включення вентиляції датчики фактично показують температуру зберігається продукту, після включення - температуру повітря (при укладанні в паровий простір). Така система забезпечить контроль за виконанням наведених вище рекомендацій. При цьому температура повітря на вході в шар повинна бути вище криоскопічної.

Застосування озону забезпечить збереження зібраного врожаю, навіть при відсутності роздільного зберігання картоплі від інших коренеклубнеплодів. Як показали дослідження, озонування повітря подається разом з вентиляльованим повітрям дозволять гальмувати і знизити пліснявіння і поширення грибкових захворювання, гнильних мікроорганізмів на овочах і коренеклубнеплоди в період зберігання. На основі проведених тривалих експериментальних досліджень рекомендується обмежити тривалість роботи озонатора за один цикл включення - виключення, зберігши при цьому сумарну добову тривалість роботи озонатора, що дозволить підвищити безпеку овочів і ефективність роботи озонатора.

Важливою умовою успішного зберігання овочів є облаштування вентиляції. Своєчасний і достатній обмін повітря в сховищах створює оптимальні режими як за температурою, так і за відносною вологістю повітря. В цих випадках може бути виключене утворення на продукції та елементах конструкції сховища конденсації. Вентиляція забезпечує запобігання підморожуванню продукції та швидкого зменшення температури в сховищі [3].

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Жадан В.З. Тепло-физические основы хранения сочного растительного сырья. – М.: Пищевая промышленность, 1976. -239 с.
2. Калашников М.П. Обеспечение параметров микроклимата для хранения картофеля и овощей в условиях климата Восточной Сибири : Препринт/ВСГТУ. – Улан-Удэ, 1999. - 252 с.
3. Довідник по зберіганню картоплі та овочів / За ред. С.Ф. Поліщука. – К.: Урожай, 1986. – 235 с.
4. Голуб О. В., Рязанова О. А. Товароведение и экспертиза плодов и овощей. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2004. 101 с

*Тімонович М. студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

### **ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ**

Сушіння – завершальний етап у процесі виготовлення макаронних виробів. Його використовують для того, щоб запобігти розвитку біохімічних та мікробіологічних процесів, підвищити якість та термін зберігання напівфабрикату.

Італійське місто Гран'яно вважається місцем започаткування технології приготування спагетті. Там досі прийнято сушити свіжу пасту на шнурках, начебто щойно випрану білизну. Морський вітер та мікроклімат, характерний для цього регіону, добре підходять для здійснення процесу сушіння. Але такий спосіб абсолютно не підходить для обширного виробництва в Україні. По-перше, український клімат значно відрізняється від середземноморського, а по-друге – цей спосіб використовує багату часу та доступний тільки в літній період року [1].

Тому, метою нашої роботи є дослідження обладнання, за допомогою якого, буде зручно здійснювати процес сушіння макаронних виробів на будь-якому виробництві нашої країни.

Для сушіння макаронних виробів використовують спеціальні апарати – сушильні установки. Вони існують двох типів: перший – немеханізовані сушильні установки, другий – механізовані. Другий – найбільш поширений, так як механізовані установки мають вищу техніко-економічну ефективність. Тобто, максимум продуктивності при мінімальних затратах.

В свою чергу за призначенням механізовані сушильні установки поділяють на установки для довгих та коротко різаних макаронних виробів. Довжина довгих макаронин становить більше 20 см, а довжина коротко різаних – менше 20 см [2].

Розглянемо сушарку ВВП, яка призначена для сушіння довгих макаронних виробів. Вона схожа на, закриту з трьох сторін, шафу, має вертикальний канал для проходу повітря, і гніздо для установки сушильних касет з продукцією. Відкрита частина шафи використовується для завантаження і вивантаження продукції, а також для надходження і виходу повітря. У верхній частині розташований кожух, в якому встановлені реверсивний вентилятор з електродвигуном і колектор для направлення повітря в вертикальний канал. Всередині кожуха вбудований осьовий реверсивний вентилятор № 7.

Каркас камери сушильного агрегату виготовлений з дерев'яних брусків, покритий фанерою і стягнутий болтами для міцності.

Макарони сушать при температурі 35-40 ° С і відносній вологості повітря 60-80%. Касети з макаронними виробами подаються з цеху для нарізання і викладки макаронних виробів або з обробного столу на конвеєрі в сушильне приміщення і складаються рядами в сушильній камері. Реверсивний вентилятор обертається в одному напрямі, забирає повітря з цеху і направляє його по вертикальному повітропроводу через шар виробів. Після невеликої паузи вентилятор повторює описані дії, але обертаючись в протилежному напрямі. Потім цикл повторюється.

Тривалість одного циклу приблизно 90 хв.

В загальному процес сушіння триває 14-16 год.

Касети з висушеними макаронами виймають і переміщують в фасувальне відділення, а шафи знову заповнюють сирими продуктами [3].

Сушильна шафа ФІС призначена для сушіння коротких макаронних виробів шляхом продування нагрітого повітря над виробами, які розміщені на спеціальних низькобортних рамах - лотках з сітчастим днищем, які розміщуються у візках.

Сушарка виглядає як теплоізольована прямокутна камера із двома дверними стулками, що щільно закриваються. За висотою камера розділена горизонтальною перегородкою на дві зони [4].

Як правило, встановлюються 2-3 осьових реверсивних вентиляторів № 4 або № 5, а паралельно вентиляторам встановлено секційний електрокалорифер. Усередині камери встановлені похилі напрямні, які забезпечують рівномірний розподіл і напрямок теплових повітряних потоків до продуктів у лотках. У нижній частині сушарки є отвори з регульованою затулкою для подачі повітря з приміщення. Для видалення зволоженого повітря з сушильної камери у верхній частині встановлений відцентровий вентилятор. Рамка-лоток має дерев'яний каркас, що перев'язаний двома ремнями і покритий полімерною або нержавіючої сіткою. Рамки з макаронними виробами складаються одна над одною і встановлюються в стопи на спеціальний металевий візок з чотирма поворотними колесами для переміщення. Сушать макарони при щільно закритих дверях сушильної камери при температурі 45-65 ° С і відносній вологості повітря 50-60% за спеціально запрограмованим режимом за 6-8 год. [5].

Отже, можна зробити висновок, що сушіння макаронних виробів набагато вигідніше здійснювати з використанням спеціалізованого обладнання, деякі види з яких було розглянуто вище.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. <https://nomnoms.info/sushka-i-stabilizatsiya-makaronnyh-izdeliy/>
2. <https://vogue.ua/ua/article/culture/restorany/3-besproigryshnyh-recepta-italyanskoy-pasty.html>
3. <https://www.google.com/amp/s/baker-group.net/bread-and-bakery-products/technology-manuals/equipment-for-drying-pasta.html%3famp>
4. <https://studfile.net/preview/3993966/page:15/>
5. <https://baker-group.net/bread-and-bakery-products/technology-manuals/dryer-for-final-drying-pasta.html>

## **МЕХАНІЧНІ ПРОСІЮВАЧІ**

До механічного обладнання належать технологічні машини, призначені для механічних та гідромеханічних процесів переробки сировини. Продукти не змінюють своїх властивостей, а лише змінюють форму, розмір та інші параметри сировини, на які можна впливати механічно. Особливо хотілося б поговорити про такий тип механічних пристроїв, як просіювачі.

Просіювачі призначені для просіювання сипучих компонентів від сторонніх домішок, а також для насичення насичених компонентів киснем. Сортування - це механічний процес поділу сировини на фракції відповідно до їх розміру - прохід і вихід. Сортування сировини за своєю природою є повноцінною операцією контролю, яка одночасно підтримує виділення та насичення насичених компонентів киснем.

Зокрема, невеликі пекарні використовують для роботи на ситах такі робочі органи:

- плоскі із зворотно-поступальним або коливальним рухом у вертикальній площині з амплітудою від 0,3 до 1 мм і частотою коливань до 50 Гц;
- циліндричні, конічні та пірамідальні барабани, які обертаються навколо вертикальної, похилої або горизонтальної осі;
- циліндричні барабани - тверді, у порівнянні з якими борошно зміщується за допомогою бил та шнеків.

У невеликих пекарнях його зазвичай використовують для просіювання солі та цукру, і дуже рідко для борошна.

Існують також невеликі просіювачі, які зазвичай призначені для борошна і випускаються у двох варіантах:

- з горизонтально розташованим ситовим барабаном;
- з вертикально встановленим барабаном.

Просіювачі з горизонтальним ситовим барабаном мають більшу продуктивність завдяки безперервному процесу сортування. Зокрема, просіювач цього типу не мають приймального бункера, оскільки подача борошна здійснюється за допомогою поживних речовин. Основною метою цього типу просіювачів є контрольне просіювання пшеничного та житнього борошна. Ці сита зазвичай використовуються в наборі обладнання для сільських хлібопекарських та пекарень малої місткості за умови транспортування та зберігання борошна оптом.

Просіювачі борошна з вертикальним ситовим барабаном мають набагато меншу продуктивність, оскільки працюють у звичайному режимі. Ці просіювачі також мають збиральний бункер, робочий об'єм якого зазвичай розраховується при завантаженні одного мішка борошна. Це означає, що цей тип просіювачів орієнтований на транспортування та зберігання борошна в контейнері.

Особливо хотілося б розповісти вам дещо про просіювач М-800, він призначений для просіювання борошна різних класів і виготовляється у вигляді стаціонарної машини. Принцип дії полягає в тому, що гвинт і робоче колесо приводиться в рух від електродвигуна. Через велику кількість обертів гвинтів борошно завантажується в робочу камеру посередині сита. Під час обертання екрану всередині камери утворюються вихрові потоки повітря, які надають виробу обертальний рух. Під дією відцентрових сил продукт притискається до внутрішньої поверхні сита і проходить через його отвори. Продукт надходить у резервний бак через розвантажувальний бункер.

Я також хотіла б поговорити про вібраційний просіювач МПМВ-300, яка призначена для відділення домішок від борошна та його аерації, а також для сортування подрібнених злаків, крохмалю та цукру. Принцип дії полягає в тому, що вони разом з валом двигуна обертаються там, де вони врівноважені, що за допомогою пружин викликає коливальний рух робочої камери. Через коливання камери частки продукту переміщуються через отвори сита і надходять у розвантажувальну чашу. Амплітуда коливань камери під час роботи на ситі не перевищує 1,5... 2 мм, а частота коливань дорівнює частоті обертання вала двигуна. Просіювач

встановлюється на столі. Продукти завантажуються в бункер порціями по 5 - 6 кг після включення двигуна. Робота сита повністю виключає можливість наявності органічних домішок у просіяних продуктах.

Таким чином, можна сказати, що просіювачі можна використовувати для очищення сировини від домішок, вони також призначені для просіювання борошна. Також Існує великий попит у пекарнях тощо.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Зайцев Н.В. Технологическое оборудование хлебозаводов. –3-е изд., перераб. и доп. –М.: Пищевая промышленность, 1967. –215с.
2. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов и пути его совершенствования. –М.: Легкая промышленность, 1982. –208с.
3. Оборудование для хлебопекарной промышленности: Отраслевой каталог. -Р.2. -М.: ЦНИИТЭ Илеппишемаш, 1990.
4. Машины и оборудование для цехов и предприятий малой мощности по переработке сельскохозяйственного сырья: Каталог. -Ч.2. - Р.6. -М.: Информагротех, 1992.
5. Елхина В.Д., Богачев М.К., Проничкина Л.П. Оборудование предприятий общественного питания. Т.1.Механическое оборудование. М. Экономика, 1987.- 447 с.

*Ліжньов М., студент, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ*

#### **МАШИНИ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ДОМІШОК ІЗ ЗЕРНА ОСНОВНОЇ КУЛЬТУРИ**

Зернове виробництво займає одну з основних позицій в агропромисловому секторі, на пряму впливає на функціонування та розвиток інших галузей економіки держави та слугує своєрідним індикатором економічного розвитку країни.

Післяприбиральна обробка – одна з основних проблем в процесі виробництва зерна, від якої напряму залежить якість зернового матеріалу. В процесі такої обробки широко застосовуються машини загального та спеціального призначення. Основними задачами машин є видалення дрібних і великих домішок, знищення значної кількості мікрофлори та підвищення класності товарного зерна.

Процес очищення поділяють на 3 основних етапи:

- Підготовчий етап. Зерновий матеріал піддається обробці грубими решетами, скальператорами і потоками повітря. Після закінчення підготовчого етапу зернова маса поділяється на очищене зерно та відходи, завдяки роботі агрегатів попередньої очистки (АПО).
- Первинний (основний) етап проводиться після попереднього очищення зерна та сушіння. Для обробки матеріалів використовують решітні машини, аеродинамічні апарати та трієри.
- Вторинний (остаточний) етап є фінішною обробкою зерна, на якому застосовуються сепаратори, вібропневмостоли, фотосепаратори, які остаточно відокремлюють домішки та очищують зерно.

Для найбільш продуктивного процесу очищення зерна використовуються агрегати різних принципів роботи. Так, для підготовчого етапу, найбільш вдало підходять повітряно-решітні машини (самопересувний очисник вороху ОВС-25, сепаратор-ворохоочисник самопересувний СВС-15, комплексний барабанний сепаратор КБС 1270.400) основною задачею яких є попереднє очищення зерна та його часткове сортування. Первинний (основний) етап потребує використання повітроочисних машин (пневматична зерноочисна колонка ОПС-2, барабанні сепаратори типу КБС, пневматичний сепаратор СП-5, барабанний скальпетор А1-Б32-О, МПО-50, МПО-100, комплексний барабанний сепаратор КБС 1270.400, сепаратор повітряно-решітний стаціонарний СС-100), які виконують повітряну обробку зернового вороху. Вторинний (остаточний) етап проводиться з допомогою повітряно-решітно-трієрних машин (комплексний барабанний сепаратор КБС 1270.400, сепаратор повітряно-решітний стаціона-

рний СС-100, насіннесочисна машина СМ-4А). Крім цього, існують агрегати комплексної дії, що виконують обробку зерна на двох етапах (гравітаційний сепаратор СГ-25 – підготовчий та первинний), або всіх трьох стадіях (сепаратор повітряно-решітний стаціонарний СС-100, комплексний барабанний сепаратор КБС 1270.400).

У випадку недостатнього ступеня очищення, використовуються машини, що використовують відмінності фізичних властивостей зерна. Найчастіше застосовують пневмовібраційне сепарування, гвинтові та фрикційні гірки, сепарування в електромагнітних агрегатах.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Машини, агрегати, комплекси для післязбиральної обробки зерна і зберігання врожаю. URL: <https://studfile.net/preview/1863006/page:34/> (дата звернення: 14.10.2021).
2. Федоренко В. Ф., Булгакин Д. С., Гольяпин В. Я., Измайлов А. Ю., Елизаров В. П., Пугачев П. М., Самосюк В. Г., Чеботарев В. П., Барановский И. В., Князев А. А., Михайловский Е. И. Машини и оборудование для послеуборочной обработки и хранения зерна и семян / ФГНУ «Росинформагротех». Москва, 2010. 92 с.
3. Технология очистки зерна: как очищают урожай от примесей. URL: <http://allexpert.com.ua/tekhnologiya-ochistki-zerna-kak-ochishhayut/> (дата звернення: 14.10.2021).

*Кукса А.О., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

### **АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЦЕНТРИФУГ**

Способом розділення неоднорідних систем під дією відцентрових сил називається центрифугуванням, що відбувається в так званих центрифугах. Перша центрифуга була винайдена в 1877 році. В Німеччині Лефельдом. За принципом дії центрифуги розрізняють на осаджувальні, фільтруючі.

Складовою деталлю центрифуги насамперед є барабан з суцільними або дірчастими стінками, що обертається з великою швидкістю на вертикальному або горизонтальному валу.

Відцентровим фільтруванням вважається процес, що уявляє собою розділення суспензій завдяки перфорованому барабану.

Дане фільтрування складається з таких фізичних процесів як:

- 1) З освітленням осаду;
- 2) Ущільнення осаду;
- 3) Видалення з осаду рідини, що утримується молекулярними силами.

Різновидом осаджувальних центрифуг вважаються сепаруючі. Їх призначення полягає в розділенні емульсій.

Центрифуги періодичної дії виконують різні операції такі як: завантаження, поділ, вивантаження, що відбуваються послідовно і періодично. До безперервної дії всі операції відбуваються одночасно і безперервно.

Якщо класифікувати центрифуги за способом вивантаження осаду, то існують центрифуги з ручним, гравітаційним та шнековим вивантаженням за допомогою відбрації.

Залежно від мети в лабораторній практиці розрізняють препаратне і аналітичне центрифугування.

Аналітична ультрацентрифугування - це дуже точна, відтворювана і універсальна методика для характеристики молекулярної маси, розміру, форми анізотропії, щільності і асоціації макромолекул і наночастинок в розчині. Як добре прийнятий аналітичний метод, він широко застосовується в біології, біохімії та полімерній науці для характеристики (біо)макромолекул і підвищує інтерес до технології частинок через недавні розробки жорсткого та програмного забезпечення. Багатохвименне виявлення, що забезпечує доступ до спектральних властивостей, є однією з найважливіших подій останніх років. Експерименти в аналітичній ультрацентрифузі проводяться в секторних клітинах для вимірювання просторових і часових градієнтів концентрації за допомогою детекторів вимірювання, інтерференції або

флуоресценції. Рухома межа формується в експериментах швидкості осідання, де присутні високі відцентрові сили. Швидкість руху і форма межі визначаються осіданнями і дифузійними властивостями відповідно. Осідання залежить від маси і фрикційних властивостей аналіта, тоді як дифузія визначається виключно фрикційними ефектами. Дослідження рівноваги виконуються на більш низьких швидкостях ротора, де масовий транспорт обумовлений осадженням і дифузиею балансів, забезпечуючи тим самим доступ до розподілу молекулярної ваги і параметрів взаємодії. Розроблено різні алгоритми аналізу даних. Нещодавно був встановлений багатовимірний аналіз.

Дослідники університету Ле-Мана зробили оцінку стійкості води в водних емульсіях за допомогою аналітичного центрифугування. Вода у водних (Вт) емульсіях приготувалася шляхом змішування водних розчинів декстрану та оксиду поліетилену (ПЕО). Додавання різної кількості полісахариду хітозан пригнічує зливання дисперсних крапель фази декстрану в безперервній фазі ПЕО в різних ступенях в залежності від концентрації і рН. Профілі передачі вимірювалися під час центрифугування та аналізувалися. Показано, що еволюція трансмісійного профілю визначається відносними темпами з'єднання і осідання крапель. Швидкість зливання осаджених крапель в безперервну декстрову фазу залежить від стійкості захисного хітозанового шару до стиснення центрифугами. Зроблено висновок, що ефективність стабілізації емульсій W/W може бути швидко оцінена кількісно, але важко вивести поведінку під дією сили тяжіння від тієї, що спостерігається під час центрифугування.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. АС № 625582, [СРСР](#), Центрифуга для розділення рідких сумішей, Мцтов С.М., 1978р.
2. АС № 614818, СРСР, Центрифуга для розділення суспензій, Кривотській Н.А., 1978р.

*Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ*

### **ОСОБЛИВОСТІ ВІДБОРУ ПРОБ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЇХ ПІДГОТОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Харчові продукти досліджують якісними та кількісними методами вимірювання. Вибір методів вимірювання залежить від властивостей речовини, її кількості та мети дослідження. Чутливість методу визначається межами виявлення, тобто мінімальною кількістю речовини, яка може бути виявлена з досить високим ступенем достовірності.

Перед аналізом проводять відбір проби – певної кількості нештучної продукції, відібраної для аналізу. Відбір проб молока та молочних продуктів, підготовку їх до аналізу проводять у відповідності до ДСТУ 4834:2007. Для мікробіологічних аналізів проби відбирають за ДСТУ 7963:2015. Під час підготовки зразка необхідно зберегти властивості продукту, не допустити втрат (наприклад, вологи), руйнування, а також потрапляння сторонніх компонентів. Для отримання найбільш точних результатів аналізу матеріал проб має бути однорідним. Середню пробу зразка готують безпосередньо перед дослідженням. Всі операції проводять швидко, щоб уникнути втрат вологи за рахунок випаровування. Для отримання коректних середніх величин за обов'язковий мінімум приймають триразовість досліджень продукту одного найменування.

Стандартом передбачено взяття точкової та об'єднаної проби. *Точкова проба* – проба, взята одночасно з певної частини нештучної продукції (з цистерни, фляги, від брикету масла тощо). *Об'єднана проба* складається із серії точкових проб, поміщених в одну ємність.

Перед дослідженням більшість продуктів мінералізують – звільняють від органічних сполук сухим чи мокрим золінням. Сухе зоління на відміну мокрого не вимагає реактивів, дозволяє використовувати відносно велику кількість зразка (5-10 г). Однак можливі втрати деяких елементів, особливо у зразках, що містять хлориди. Мокре зоління зазвичай дає менше втрат елементів, але потребує чистих реактивів, більшої уваги оператора та обмежене масою зразка (2-5 г). Вибір методу зоління залежить також від виду продукту, наприклад, про-

дукти з високим вмістом жиру або цукру рекомендується спалювати сухим методом, а продукти, що містять хлориди, – мокрим методом.

Стадія зоління (мінералізації) – основне джерело як втрат контрольованих металів, так і забруднення ними проби. Особливо при сухому золінні у відкритих кварцових чашках, у загальних лабораторних приміщеннях. Існують методики мінералізації в автоклавах, у герметичних умовах, під тиском, іноді серед окислювача. Проте такі розробки застосовуються до біологічних об'єктів, простіших за своїм складом, ніж молочні продукти.

Підготовлені проби досліджують за різними показниками залежно від поставлених завдань. Для цього використовують інструментальні та аналітичні методи.

*Інструментальні методи:*

- спектральні методи дослідження;
- рефрактометрія;
- ультразвуковий метод дослідження;
- електрохімічні методи дослідження;
- хроматографічні методи дослідження;
- електрофоретичні методи дослідження;
- ебуліоскопія та кріоскопія;
- реологічні методи дослідження.

*Аналітичні методи:*

- методи визначення складу молока та молочних продуктів: сухої речовини, вологи, жиру, білка, вуглеводів, хлоридів, спирту (етанолу);
- методи визначення показників, що характеризують властивості молока та молочних продуктів: кислотність, щільність, термостійкість, чистота, мікробне обсіменіння, натуральність та наявність фальсифікуючих речовин, визначення маститного молока, ефективність гомогенізації та пастеризації, індекс розчинності сухих молочних продуктів, вологоутримна здатність молочних згустків.

*Товстоп'ят Д., студ., Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ*

## **МАКАРОННІ ВИРОБИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ**

У сучасному світі макаронні вироби стоять далеко не на останньому місці в харчовій промисловості. Макарони вироби також становлять собою страви швидкого приготування. Макарони - це із популярних страв із тіста. Макарони є однією із традиційних страв італійської кухні.

Макарони виробляють у різноманітних формах — у вигляді трубочок, мушель, кілець, пластинок, ниток, метеликів, спіралей. Одними із найвідоміших виробників макаронів є саме італійські, такі як:

1. Барілла
2. Буїтоні
3. Де Чекко
4. Дел Верде

Фізіологічна норма споживання макаронів 5-5,5 кг на рік. Дані вироби є поширеними продуктами харчування в сучасному суспільстві тому, що мають ряд споживчих переваг порівняно з іншими продуктами. Їх велика харчова цінність у зв'язку з вмістом білків 10-11%, вуглеводів до 75%, жирів до 1%, мін. речовини. 0,5%, вітаміни В1, В2, РР; засвоюваність близько 90%, енергетична цінність становить на 100г до 350 ккал. Макаронні вироби відрізняються часом зберігання, швидкістю приготування 5-20 хв. Вони є одними із доступних продуктами харчування. Особливості споживання пов'язані із порою року і урожайністю овочевих культур [1].

Технологічна схема виробництва макаронних виробів включає в себе такі ключові процеси:



- підготовку очищеної сировини до виробництва;
- замішування тіста в тістомісильних агрегатах;
- формування і поділ сирих виробів;
- сушіння ;
- стабілізацію;
- пакування готових виробів в упаковку.

Макаронні вироби поділяють на дві групи: 1. Трубочасті, ниткоподібні, вермішель. 2. Стрічкоподібні, локшина, фігурні.

Трубочасті макаронні вироби, в сам перед, поділяють на: макарони, пера, ріжки, і лом макаронний. У макаронів характерний є вигляд , де вони мають вигляд трубочки з прямим або хвильчастим зрізом. Ріжки ж це зігнута трубка із зрізом під прямим кутом.. Пера це звичайна трубка, яка має косий зріз. Деформовані макарони, або переламані під час виробництва це все лом.

Обладнання для виготовлення макаронних виробів:

До обладнання відносять такі машини: макаронний прес та сушилку для макаронних виробів.

В макаронний прес подаються інгредієнти для виготовлення макаронного тіста. Установлені на ньому дозатори забезпечують точне дозування компонентів, а високошвидкісний міксер змішує компоненти, а потім передає до неперервного тістомісу , який робить заміс макаронного тіста у вакуумі.

Для отримання продукту з різними смаками або кольорами передбачена можливість додавання в тісто різних рідких і сипких харчових добавок. Отриману тістову масу шнековим екструдером подають під високим тиском в головку преса, де за допомогою різних насадок та ножів формуються самі макаронні вироби. Змінні насадки забезпечують виробництво макаронів різної форми та розміру.

Обладнання для сушіння макаронних виробів:

Сушка макаронів відбувається за рахунок багатоступеневого делікатного процесу сушіння , який в свою чергу супроводжує собою довготривалий період зберігання вже готових макаронних виробів.

Широкий асортимент конвесрних сушильних апаратів, дозволяє обрати найбільш оптимальну машину даних виробів. Розміри цих агрегатів визначаються відповідно до розмірів підприємства [2].

Таким чином, макаронні вироби використовуються всюди, а попит на них постійно збільшується , через їхні високі органолептичні якості. Тому виробництво макаронних виробів буде актуальним тривалий час.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Обладнання для виготовлення макаронних виробів: <https://utf-group.com/ru/pasta-machines/>

*Чепуренко І., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ*

### **ВИДАЛЕННЯ ДОМІШОК ІЗ ЗЕРНА ОСНОВНОЇ КУЛЬТУРИ**

Перед будь-якою роботою с зерном його потрібно очистити від домішок. Під час збирання урожаю до продукту може потрапити каміння, шматки ґрунту, бур'яни та інше сміття. Ці домішки дуже негативно впливають на ефективність зберігання зерна та його якість в цілому. Тому їх видалення є одним із найважливіших етапів при обробці зерна.

Залежно від ознаків домішок використовують різні способи очищення зерна. Умовно ці домішки можна розділити на вісім класів: грубі, великі, дрібні, металоманітні, легкі, довгі, короткі, важкі. Щоб видалити грубі, великі та дрібні домішки використовують спосіб просіювання на ситах, для легких – пневмосеперацію. Для їх відділення використовують ситові та

повітряні сепаратори. Металомагнітні домішки відділяють поділом магнітами, для довгих та коротких використовують трієрування а для важких вібропневматичний спосіб. Для просіювання грубих домішок (каменів, деревини, цегли і т.д) використовують решета з великими отворами яке виконують на початку технологічної лінії. Це дає змогу запобігти потраплянню сміття у транспортні та технологічні машини. Для таких операцій використовують різновид ситових сепараторів – скальператори, вони оснащені решетом у вигляді короткого барабана або рухомої решітки [1].

Основні машини для очищення зерна – сепаратори. На них відбувається первинна та подальші стадії обробки зерна. Сепаратор відділяє від усієї маси зерна домішки та сміття з ціллю якісної очистки сировини і його подачі на лінію обробки. Процес сепарації починається відразу після жатки зерна в полі – воно потрапляє до ворохоочистительного агрегату. Його кінцевий етап це очистка при підготовці зерна до помелу. Він проходить спільно з очищенням зернових та видаленням органічних і механічних домішок. Після очищення зернових культур, відбувається сепарація врожаю по фракціях: велике відбірне зерно, дрібне фуражне зерно, великорозмірні відходи, малі відходи та пил. Для цієї роботи використовують різні типи сепараторів: вібраційні, повітряні, відцентрові. Вони дозволяють виділити схожі за розміром, щільністю та властивостям фракції однієї зернової культури. Принцип роботи сепараторів – зерно завантажується в приймальний бункер та рівномірно розподіляється по ґратах, потім продукція подається в канал аспіраційного очищення для проходження первинного очищення. Потім в каналі домішки легкого і соломистого типу видувуються повітряним потоком в камеру для опаді. Далі напівочищене зерно переміщається по верхніх корпусах решітчастого типу. Проводиться очищення зернової культури від великих домішок [2].

На нижньому корпусі решітчастого типу зерно ділиться на три потоки, які проходять по ярусах решіток. Таким чином, із зернової суміші витягується і дрібна фракція домішок. Після цих двох стадій очищення зерно проходить крізь аспіраційний канал - це остаточне очищення зерна. Після неї продукт направляють на наступний етап обробки.

Основні елементи простого сепаратора: приймальне відділення (бункер для зерна), подавальний прилад (подає зерно в бункер), верхній та нижній корпус решітчастого типу, аспіраційні канали (2 шт.) потрібні для первинної та заключної очистки, камери осаджуючого типу, привід корпусів. Сепаратори може працювати як самостійне обладнання але здебільшого його включають в загальну заводську виробничу лінію. Один такий апарат може переробляти дуже багато продукції тому його вигідно поєднати з іншими технічним обладнанням на виробництві. Залежно від якості зернової суміші яка повинна пройти обробку, змінюють режим роботи сепаратора. Він регулюється зміною кута нахилу решітних пристроїв. Завдяки такому регулюванню обладнання використовують для первинного, попереднього та поглибленого очищення. Завдяки сепараторам можна досягти 78-85% ефективності очищення. Ціна ж приладу може змінюватись від його технічних характеристик та технологічної досконалості [3].

Так як зернові культури займають високе місце у раціоні людей та скоту, його виробництво є дуже важливим. Без сепараторів для якісного очищення зерна людство втратило б велику частину харчової промисловості.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Основні технологічні особливості й устаткування для очищення зерна. (ч.1): [https://www.olis.com.ua/ukr/press-centre/ochistka-zerna-1\\_ua/](https://www.olis.com.ua/ukr/press-centre/ochistka-zerna-1_ua/)
2. Правильный подход к очистке зерна: <https://propozitsiya.com/pravilnyy-podhod-k-ochistke-zerna>
3. Что такое сепаратор для зерна?: <https://expert-agro.ru/blog/separator-dlya-zerna/>

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

Молочна промисловість належить до тих галузей народного господарства, що забезпечує населення країни молочними продуктами харчування. В раціоні харчування жителів України група молочних продуктів займає місце в першій п'ятірці основних продуктів харчування після води, хліба та картоплі. Молоко та молочні продукти є дуже цінним при харчуванні всіх вікових груп населення, але особливо їх рекомендують дітям та людям похилого віку. Вони також широко використовуються в дієтичному харчуванні. Світовий дефіцит тваринного білку на даному етапі виробництва складає 60 %. При виробництві таких молочних продуктів як масло, сметана, вершки, кисломолочний сир утворюються залишки вторинної сировини, що не завжди в достатній мірі перероблюється.

Мета роботи – дослідити машинне забезпечення технологій первинної обробки молока та провести удосконалення однієї із технологій. Об'єкт дослідження – механізовані технології первинної обробки молока. Предмет дослідження – технології та машинне забезпечення первинної обробки молока. Методи дослідження – метод системного аналізу, інформаційний метод та метод спостереження.

Період часу, протягом якого в свіжовидоєному молоці не розвиваються мікроорганізми, називається бактерицидною фазою. Для того щоб одержати високоякісне молоко, потрібно продовжити бактерицидну фазу, для цього молоко після видоювання очищають і охолоджують до температури 4-7о С.

Первинна обробка молока — це комплекс операцій, які виконують із молоком з метою збереження його якості і запобігання скисанню. Первинна обробка складається з таких основних технологічних операцій: очищення, охолодження (з метою уповільнення розвитку хвороботворних та окислювальних бактерій), іноді пастеризація або сепарація молока. Проведено дослідження по модернізації механізованої технології обробки молока шляхом заміни сепаратора-молокоочисника та пастеризатора на інший прилад для очистки молока – бактофугу(рис.1).

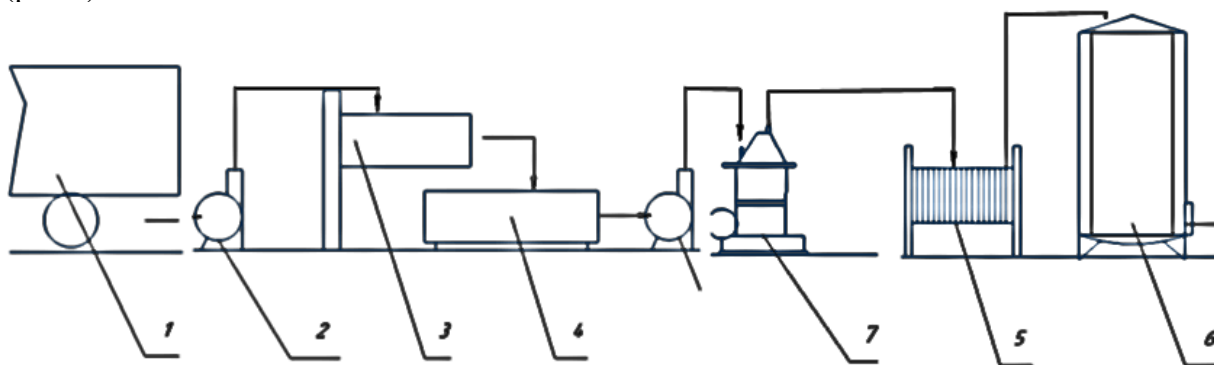


Рисунок 1 – Апаратно-технологічна схема механізованої технології після удосконалення

Згідно представленої схеми, молоко підвозиться на підприємство автомобільним молочковозом 1, рисунок 3.3. Далі молоко перекачується відцентровим насосом 2 в ємність попереднього зберігання 3. Після цього молоко подається відцентровим насосом на бактофугу 7, де проходить очистка молока. Після цього молоко проходить охолодження 5 і подається на тривале зберігання в ємність 6.

Запропонована схема має відмінність в тому, що використовується нове технологічне обладнання бактофуга, замість двох видів технологічного обладнання сепаратора-очисника молока і пастеризаційної установки. Використання нового обладнання покращило якість молока, яке у подальшому буде використане для виготовлення сирів і кисломолочних виробів. Таким чином, проведена модернізація збільшила рентабельність виробництва на 0,9 % і річний прибуток на 698502 грн.

## СЕКЦІЯ «ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ»

УДК 656

*Батюк М.В., магістрант, науковий керівник к.т.н., доцент Соларьов О.О., СНАУ*

### ЗАХОДИ ПОЛІПШЕННЯ СИСТЕМИ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Вибір шляхів переміщення вантажопотоку - одне з найважливіших завдань транспортної логістики, оскільки організація руху має забезпечити найбільшу продуктивність перевізного состава і найменшу собівартість перевезень. Рух транспорту здійснюється за маршрутами. Маршрут - шлях переміщення перевізного складу при виконанні перевезень.

Для оптимізації руху вантажопотоку на транспорті використовують транспортні методи, які дають змогу обрати найкращий варіант перевезення вантажів з декількох пунктів постачання в декілька пунктів призначення (споживання), забезпечуючи найменші сумарні витрати, пов'язані з виробництвом і транспортуванням виробів. Для цього вивчається потужність кожного з клієнтів (постачальників і споживачів) [1].

Обираючи методи вирішення транспортних завдань, починають з визначення допустимого початкового рішення, оптимізуючи його з часом. При аналізі транспортної проблеми визначають потужність кожного постачальника і потреби кожного споживача, а також витрати на перевезення від кожного відправника до кожного отримувача.

Логістичний підхід до організації автомобільних перевезень обумовлює нову методологічну складову, що полягає в тому, що основною складовою частиною перевезень має стати проектування оптимального (раціонального) перевізного процесу. Під цим розуміється пошук найкращих організаційних і технічно можливих рішень, що забезпечують максимальну ефективність перевезення вантажів від місця їх виробництва до місця споживання.

Для поліпшення системи вантажоперевезень на підприємстві та підвищення ефективності використання рухомого складу може бути запропоновано такий захід як розробка раціонального маршруту руху транспортних засобів.

Організація руху рухомого складу на маршрутах повинна забезпечувати найбільшу продуктивність і найменшу собівартість перевезень.

Вибір маршруту залежить від дислокації вантажно-розвантажувальних пунктів, роду вантажу і типу використання рухомого складу. На складання маршрутів впливає рід вантажів, що перевозяться. У ряді випадків навіть при наявності зустрічних вантажопотоків порожній пробіг рухомого складу неминучий. Впливає і тип використовуваного рухомого складу. Так, при застосуванні спеціалізованого рухомого складу (крім автомобілів-самоскидів) порожній пробіг в більшості випадків також виключити не можна.

Створення маршрутів дає змогу визначити обсяг перевезень вантажів зі підприємств, кількість рухомого складу, котрий використовується при перевезеннях, сприяє скороченню простою автомобілів під час навантаження та розвантаження, ефективному використанню рухомого складу і визволенню зі сфер оборту значних матеріальних ресурсів споживачів. Разом з тим маршрутизація перевезень уможлиблює підвищення продуктивності автомобілів при зниженні їх кількості при цьому обсязі перевезень. Крім того, в 1,5—2 рази скорочуються виробничі запаси споживачів. Маршрути дають змогу також розробляти проекти планів перевезень і оперативних замовлень на рухомий склад, виходячи з дійсних обсягів перевезень [1].

Правильне складання маршрутів забезпечує досягнення найвищого коефіцієнта використання пробігу, а, отже, забезпечує зниження собівартості перевезень.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Кальченко А. Г. Логістика: Підручник. — К.: КНЕУ, 2003. — 284 с. ISBN 966-000-000-0.

## ЛОГІСТИЧНА ІНФОРМАЦІЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ

Практика показує, що логістичний підхід до транспортних процесів за останнє десятиліття докорінно змінився, що управління вантажоперевезеннями стало однією з високоприбуткових і розвинених сфер економіки і бізнесу. Це стало можливим завдяки новим господарським стосункам, які виникли між власниками вантажів, перевізниками і транспортно-експедиторськими компаніями на основі новітніх інформаційних технологій.

Час і якість стають найкритичнішими чинниками в системі транспортної логістики. Усі транспортні операції повинні підкорятися найважливішій вимозі логістики - доставці "точно в строк" із забезпеченням збереження вантажу. Тому виникають питання взаємодії між перевізником, логістичним оператором і споживачем транспортних послуг на базі інформаційних ресурсів інтегрованої логістики.

Як ми бачимо, сучасна транспортна інфраструктура України, інтегруючись зі світовою економікою, усе більшою мірою піддається структурним перетворенням, орієнтованим на логістику. Взаємодія учасників транспортно-логістичного процесу (ТЛП) шляхом використання електронних засобів управління транспортно-складськими технологіями я електронного обміну даними наочно демонструє переваги інформаційної логістики. Інформаційне забезпечення транспортної логістики (ІЗТЛ) здійснюється за допомогою директивних інформаційних повідомлень, за які несе відповідальність кожен з учасників ланцюжка, а також за допомогою стандартних міжнародних транспортних документів.

Сьогодні умови транспортування настійно вимагають об'єднання промислових, торговельних, транспортно-експедиторських компаній, обслуговуючих інфраструктуру ринку, в інтегровані логістичні мережі. Саме вони здатні швидше, своєчасно і з мінімальними витратами здійснювати постачання продукції споживачам. Вирішення проблеми припускає застосування якісно нової стратегічної інноваційної системи – інтегрованої логістики. Найбільш ефективні рішення у сфері транспортування вантажів можуть бути реалізовані в транспортно-логістичних ланцюжках.

Динаміка розвитку економічних і транспортних процесів, жорсткі ресурсні обмеження призводять до істотного зростання швидкості матеріальних, транспортних, фінансових і інформаційних потоків при скороченні числа посередників в транспортних ланцюгах. Одночасно підприємства-учасники на основі єдиної інформаційної системи досягають переваг, пов'язаних зі зниженням загальних витрат, об'єднанням незалежних ризиків і підвищенням якості функціонування усієї системи. Інформаційна система збільшує ресурсний потенціал окремих підприємств за рахунок залучення ресурсів і конкурентних можливостей інших учасників.

До недавнього часу основним чинником успіху вважалася виключно ринкова орієнтація. Проте для забезпечення стабільної рентабельності підприємства повинні правильно вибирати і комбінувати ресурси. Концепція ресурсної орієнтації, яка сформувалася в 1980-х роках в економічно розвинених країнах, неминуче призводить до розуміння пріоритетного значення інтегрованої логістики. Інтегрована логістика має наступні особливості, які роблять пряму дію на ефективність, продуктивність і якість функціонування транспортної системи, :

- формування і використання ключових компетенцій, що припускає особливо ефективне поєднання ресурсів, яких конкуренти не мають в розпорядженні;
- збереження стабільних ключових компетенцій в довгостроковій стратегічній перспективі;
- можливість клієнтів витягати вигоди для себе, готовність оплачувати додаткові послуги.

Виходячи з вище переліченого, можна зробити наступний висновок: інтегрований логістичний підхід на транспорті, що використовує "ланцюжок цінностей", орієнтований на усіх учасників ТЛП.

ІЗТЛ з точки зору інтегрованого підходу до проблем транспортування найефективніше

дозволяє реалізовувати цілі бізнесу і держави. На максимізацію прибутку впливатимуть такі чинники, як конкурентна позиція (позиціонування), транспортні тарифи, витрати руху товару і структура міжгалузевої взаємодії. Інформаційне забезпечення націлене на ефективність і своєчасність постачань, вибір між виробництвом продукції або її придбанням у постачальників, запобігання нераціональним втратам ресурсів. У ряді випадків технологічний процес закінчується експрес-доставкою зібраних великогабаритних вантажів (наприклад, компонентів супутників, бурових установок). При авіаційних перевезеннях повітряне судно само стає частиною логістичного процесу - "літаючим складом".

Створення системи ІЗТЛ - важливе стратегічне рішення, що вимагає від логістичних менеджерів підприємства комплексного обліку технологічних, економічних, організаційних і соціально-психологічних особливостей її розвитку. Відношення до логістичної інформації як до ресурсу означає, що по аналогії з використанням інших ресурсів має бути створений ефективний механізм управління ним на базі єдиних стандартів інформаційного забезпечення.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Волинчук Ю.В. Теоретичні та прикладні засади логістичного аутсорсингу // Ю.В. Волинчук // Логістика: теорія та практика. – 2011. – № 1. – С. 43–53.
2. Мікуліна М.О. Моделювання зміни попиту на транспортні послуги [Електронний ресурс] // Збірник тез по матеріалах міжнародної науково-практичної конференції “Інноваційні розробки в аграрній сфері” (28-29 листопада 2018 року, м.Харків): науковий збірник / Навчально-науковий інститут мехатроніки і систем менеджменту, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка ХАРКІВ, Україна. – Харків, 2018. – С. 204.
3. Мікуліна М.О. Моделювання зміни попиту в сфері автомобільних перевезень: Збірник тез доповідей по матеріалах 24-ї міжнародної наукової конференції «Технології ХХІ века», (10-15 вересня 2018 р., м. Суми, м. Одеса)/ ч.2. - Суми: СНАУ, 2018. – С.176-177.

*Михайлик Д.М., студент, Радчук О.В., к.т.н, доцент, СНАУ*

### **ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КУЗОВА АВТОМОБІЛІВ С.-Г. ПРИЗНАЧЕННЯ З ПОКРАЩЕННЯМ ЙОГО ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

На сьогодні автотранспорт є невід’ємною частиною сільського господарства. Автомобілі доставляють добрива, людей та звісно що готовий продукт до місця зберігання. Під час виконання поставлених задач транспортні засоби спалюють досить велику кількість палива. Загально відомий факт, що ККД (коефіцієнт корисної дії) двигунів внутрішнього згоряння є досить низький у порівнянні з електричними двигунами. Покращення ККД двигуна внутрішнього згоряння негативно впливає на моторесурс. Двигуни 2000 років мали досить масивну міцну конструкцію, але спроби інженерів зменшити масу, та збільшити ефективність призвели до того, що автомобілі випуску 2020 року ледве що проїжджають 200 000 км. Загалом ДВС за остатні 30-40 років практично не змінились за принципом своєї дії. У автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння велика кількість енергії виходить у тепло, але й існують інші чинники котрі, значним чином впливають на економію - аеродинаміка наприклад.

Головна мета нашої роботи – це збільшення ККД автомобіля шляхом зменшення  $S_x$  (аеродинамічного спротиву вантажного автомобіля) котрий рухається з постійною швидкістю та стабільним навантаженням, для економії палива, максимального збільшення прижимної сили  $Mg+F$  під час гальмування та проходження різких поворотів. Теж можливі й інші конфігурації для застосування таких систем.

Для покращення  $S_x$  аеродинамічних показників фірми виробники використовують різного роду аеродинамічні обтічники зі скловолокна або пластику. Обтічники встановлюються, як в передній частині, так і по боках та в задній частині, також можуть бути як зйомними, так і вбудованими у конструкцію автомобіля.

Ми пропонуємо використання активної аеродинаміки, котра б дала змогу вантажному автомобілю використовувати максимальну кількість прижимної сили у поворотах та гальмуванні при мінімальному опорі повітрю, рухаючись трасою. Коли система фіксує зміщення центру мас, спрацьовує система, котра, як в літаках елерони, переміщує аеродинамічний обтічник в таке положення, що він не дає можливості швидко оминати контур автомобіля та прижимає його до дороги та в сторону повороту, або під час гальмування збиває повітряні потоки навколо автомобіля, чим самим значно гальмує автомобіль. Швидкості на котрих ця система максимально ефективна 60-90км/год.

До переваг даної методики можна віднести простоту конструкції та мінімум трудовитрат. Значний ефект відчує водій під час керування транспортним засобом з даними модифікаціями. Ця система фактично може стати порятунком для пішоходів, та загалом для покращення гальмівних та їздових характеристик вантажних автомобілів.

Таким чином, системи активної аеродинаміки можуть бути досить корисними та можуть зробити транспортні перевезення більш безпечними, як для учасників дорожнього руху, так і для пішоходів, дозволити отримати певну економію витрат на паливо і поліпшити екологічні показники автомобіля.

УДК 629.1-44/-445.9

*Мікуліна М.О., к.е.н., доцент, СНАУ, Україна*

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В СТРУКТУРІ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ**

В умовах поглиблення міжнародного розподілу праці та інтеграції світового господарства істотне значення набуває транспортне забезпечення зовнішньої торгівлі, яке покликане виконувати транспортно-експедиційні організації, реалізуючи при цьому функцію створення міцного і гнучкого транспортно-логістичного ланцюга доставки товару до споживача.

Беручи участь у процесі перевезень, різні види транспорту взаємодіють і доповнюють один одного. Транспортний процес включає не тільки переміщення вантажів від відправника до одержувача, але і виконання навантажувально-розвантажувальних робіт і експедиційне обслуговування. При цьому експедитор виступає як фізична або юридична особа, яка за дорученням інших фізичних або юридичних осіб здійснює посередницьку діяльність при транспортуванні вантажів як усередині країни, так і за її межами або за дорученням вищезгаданих осіб здійснює транспортування від свого імені і виконує всі необхідні допоміжні операції.

Правильна організація експедиційної діяльності підвищує продуктивність роботи транспорту на 20-30%. Експедитори беруть участь у перевезеннях при укладенні договорів купівлі-продажу і визначають умови постачання, сприяють виконанню процедур митного оформлення вантажів, здійсненню розрахунків за доставку вантажів, оформляють перевізні документи і є для перевізника фізичною особою при отриманні вантажу. У міжнародній практиці роль експедиційних фірм в обслуговуванні міжнародної торгівлі досить значна. Наприклад, в Німеччині 80% автомобільних перевезень здійснюються через експедиторів.

Транспортно-експедиційні підприємства повинні надавати споживачам комплекс додаткових і допоміжних транспортних операцій, які можна розподілити на дві групи:

1) послуги комерційно-правового характеру:- вибір раціонального за швидкістю, зручністю і вартістю перевезення вантажу виду транспорту;- робота з одержувачами і відправниками щодо роз'яснення їм умов надання транспортних послуг;- укладення договорів з перевізниками;- отримання від перевізників комерційних і інших актів про виявлені дефекти прибулого вантажу для забезпечення вантажовласнику можливості на підставі цих актів пред'являти претензії і отримати відшкодування (від перевізника, відправника або постачальника) за спричинення збитку;- здійснення розрахунків з транспортними підприємствами і вантажовласниками;- виконання страхових операцій за дорученням вантажовласників тощо;

2) послуги оперативно-виробничого характеру:- підбір і комплектація вантажів дрібних відправок в крупну партію;- доставка вантажу (від складу відправника до місця завантаження або пункту перевалки; в пунктах перевалки від складу одного виду транспорту на склад іншого; від складу перевізника на склад одержувача тощо);- прийом вантажів в пункті призначення від перевізника, перевірка кількості місць, ваги вантажу, стану його тари і упаковки, у разі потреби перевірка якості самого вантажу із залученням відповідних експертів;- організація навантажувально-розвантажувальних робіт в пунктах навантаження, розвантаження, перевалки;- складування і зберігання вантажів з моменту їх прийому перевізника або до видачі вантажоодержувачеві;- супровід вантажів в процесі транспортування;- кріплення вантажів на транспортних засобах тощо;- розсортовування крупних партій вантажів на дрібніші за сортами, розмірами; - маркування/перемаркування, упакування/переупакування;- ремонт багаторазової обігової тари;- пошук устаткування рухомого складу для перевезення специфічних вантажів тощо.

Зазначимо, що експедитор із міжнародних перевезень повинен, крім наявності дипломатичних навиків, знати: правові аспекти діяльності; фінансові вимоги до діяльності; особливості перевезення різними видами транспорту; митні процедури і тарифи; міжнародні конвенції і угоди; страхування вантажів і відповідальність сторін; організацію складування і зберігання вантажів.

Транспортний експедитор є не лише архітектор, але і свого роду будівельник системи міжнародних торговельних зв'язків, учасник проектів розвитку та реконструкції об'єктів промисловості. Адже від того, як спроектована і виконана доставка вантажу, залежить і вартість продукції, виготовленої на новому або реконструйованому об'єкті, тобто рівень завітранської світової економіки. Недарма англійська назва цієї діяльності - forwarding - «той, що йде попереду».

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Волинчук Ю.В. Теоретичні та прикладні засади логістичного аутсорсингу // Ю.В. Волинчук // Логістика: теорія та практика. – 2011. – № 1. – С. 43–53.
2. Мікуліна М.О. Моделювання зміни попиту на транспортні послуги [Електронний ресурс] // Збірник тез по матеріалах міжнародної науково-практичної конференції “Інноваційні розробки в аграрній сфері” (28-29 листопада 2018 року, м.Харків): науковий збірник / Навчально-науковий інститут мехатроніки і систем менеджменту, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка ХАРКІВ, Україна. – Харків, 2018. – С. 204.
3. Мікуліна М.О. Моделювання зміни попиту в сфері автомобільних перевезень: Збірник тез доповідей по матеріалах 24-ї міжнародної наукової конференції «Технології ХХІ века», (10-15 вересня 2018 р., м. Суми, м. Одеса)/ ч.2. - Суми: СНАУ, 2018. – С.176-177.

*Колодненко В.М. старший викладач, СНАУ*

### **РІВЕНЬ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ДЕРЖАВИ ТА ФАКТОРИ ЇЇ ФОРМУВАННЯ.**

Транспортна система є важливою складовою у структурі економіки України. Ефективне функціонування державної транспортної системи та включення її у європейську та світову транспортні мережі сприяє вирішенню найважливіших завдань сьогодення та дозволяє збільшити обсяги міжнародних перевезень. Частка обсягів продукції підприємств транспорту та зв'язку у валовій доданій вартості становить 11,0%, а вартість їх основних засобів (за первісною вартістю) - 38,4% від загальної вартості виробничого потенціалу країни.

Як одна з важливих видів діяльності національної економіки України, транспорт створює умови для успішного комплексного і пропорційного розвитку економіки регіонів та країни в цілому.



Транспортна діяльність сьогодні розвивається зниженими темпами, потенційні можливості транспорту загального користування (без урахування трубопровідного) використовуються лише наполовину, а технологічні потужності національної транспортної інфраструктури для транзитних перевезень — на 70-75 %.

Рівнем та особливостями економічного розвитку господарського комплексу регіону та всієї країни зумовлюється характер розвитку транспортної системи, його структура. Одна з основних конкурентних переваг національної економіки України знаходиться в площині реалізації її транзитного потенціалу.

Необхідною умовою цього процесу є формування та забезпечення ефективного функціонування транспортно-логістичної системи держави, основу якої складають транспортно-логістичні підприємства.

Рівень розвитку транспортної системи держави – одна з найважливіших ознак її технологічного прогресу й цивілізованості. Потреба у високорозвиненій транспортній системі ще більш підсилюється при інтеграції в європейську і світову економіку, і тому стає базисом для ефективного входження України у світове співтовариство й посідання в ньому місця, що відповідає рівню високорозвиненої держави. Транспорт – найважливіша ланка у сфері економічних відносин, одна із провідних галузей матеріального виробництва. Він бере участь у створенні продукції та доставці її споживачам, здійснює зв'язок між виробництвом та споживанням, між різними галузями господарства, між країнами та регіонами. Транспорт є необхідною умовою виникнення і розвитку інтенсивного обміну товарами між окремими територіями, що беруть участь у цьому поділі. Розширення територіального поділу праці, його удосконалення і виникнення нових, більш ефективних форм значною мірою залежить від рівня розвитку транспорту.

Унікальне географічне розташування на перехресті торговельних шляхів потенційно дозволяє Україні отримувати більше переваг від глобалізації у разі забезпечення динамічного розвитку та реалізації потенціалу транспортної інфраструктури.

Характерною особливістю даного процесу в територіальному аспекті вважається, в основному, лінійний тип розміщення, але прослідковується й пунктове розташування об'єктів транспорту. Тому територіальна структура транспорту поєднує в собі як лінійні шляхи сполучення, так і пунктові: пункти й вузли. Поряд з інтегрованими транспортними пунктами, які формуються внаслідок взаємодії різних видів транспорту, виділяються й деякі спеціалізовані, що становлять ядра перетину або злиття не менше трьох напрямів, до складу яких входить одна чи кілька, наприклад, залізничних станцій.

Якщо простими, елементарними територіальними структурами виробництва, зокрема галузевими й комплексними промисловими центрами, агропромисловими зонами з невисокою потужністю виробничого потенціалу зумовлюється утворення дрібних за вантажооборотом транспортних центрів і вузлів, то великі промислові вузли сприяють формуванню інтегральних транспортних вузлів, часто багатопрофільного характеру.

Транспорт є важливою складовою частиною ринкової інфраструктури, бо створює умови для формування загальнодержавного й місцевих ринків. Економічна роль транспорту проявляється, перш за все, в тому, що він є органічною ланкою будь-якого виробництва, виконує безперервну і масову поставку всіх видів сировини, палива і продукції з пунктів виробництва до споживача, а також здійснює розподіл праці, спеціалізацію й кооперацію виробництва. Без транспорту неможливо раціонально розмістити виробництво, освоїти нові території і природні багатства. Транспорт – важливий фактор економічної інтеграції країн і розвитку міжнародної торгівлі. Соціально-політичні функції транспорту виявляються в його здатності здійснювати обмін матеріальними й духовними цінностями між регіонами, містами, територіями, що сприяє їх об'єднанню в єдину державу. Транспорт забезпечує вантажні, побутові і туристичні поїздки, а також медичне обслуговування людей, полегшує фізичну працю.

Головним завданням транспортної інфраструктури є забезпечення пасажирських і вантажних перевезень. При цьому інфраструктура створює умови для переміщення вантажів та пасажирів, а також впливає на функціонування окремих її елементів. Рівень розвитку транс-

портної інфраструктури відіграє визначальну роль у забезпеченні перевезень пасажирів та вантажів як у внутрішньому, так і в міжнародному сполученні. Чим вищий рівень розвитку транспортної інфраструктури, тим меншими є витрати підприємців на перевезення вантажів, тим швидше, безпечніше й комфортніше здійснюються перевезення. Транспортна інфраструктура виступає основою для функціонування й розвитку господарства регіону, прискорює його соціально-економічний розвиток, здійснює вплив на кінцеве формування економічної системи регіону та країни.

Важливий фактор формування транспортної системи – економікогеографічне положення району. Для транспорту регіонів що займають центральне положення в країні, характерна висока інтенсивність обсягу перевезень і вантажообороту порівняно з окраїнними регіонами. Транспортні системи прикордонних регіонів формуються з врахуванням розвитку зовнішньоторговельних зв'язків країни.

Важливу роль у формування транспортної системи економічного району відіграє населення, зокрема такий його фактор, як міграції. Оскільки всі населені пункти повинні мати транспортний зв'язок, виникає потреба в шляхах сполучення й технічних засобах транспорту, які б забезпечували певний обсяг вантажо- і пасажиропотоків. При цьому необхідність розвитку транспорту зростає із збільшенням величини населеного пункту.

Вплив природних умов на роботу транспорту з розвитком науковотехнічного прогресу зменшуються і на окремих видах транспорту позначається по-різному. Завдяки сучасні техніці залізниці та автомобільні шляхи можна прокладати в будь-якій місцевості, проте будівництво їх у гірських районах значно дорожче ніж на рівнинах.

На експлуатацію залізничного і автомобільного транспорту впливають кліматичні умови: там, де сильні морози, збільшуються витрати палива на обігрівання пасажирських вагонів і автобусних салонів; снігові замети, хуртовини, тумани, ожеледиця ускладнюють рух поїздів і автомобілів. Несприятливі метеорологічні умови значно впливають на характер руху транспортного засобу.

Транспортна безпека найбільшою мірою залежить від наявності і характеру опадів, які визначають дальність видимості, погіршують зчепні якості шин з дорожнім покриттям. Для всіх видів транспорту особливу небезпеку представляє туман. Сильний туман створює майже повну відсутність видимості. Швидкість руху транспортних засобів повинна бути суттєво знижена. В авіації і на водному транспорті рух може бути повністю припинений.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Прейгер Д. К. Стратегічні напрями розвитку транспортної галузі України у післякризовий період : аналіт. доп. / Д. К. Прейсер, О. В. Собкевич, О. Ю. Ємельянова; за заг. ред. Я.А. Жаліла. – НІСД, 2012. – 112с.
2. Основи економіки транспорту : підручник : [для студентів ВНЗ] / В. І. Щелкунов, Ю. Ф. Кулаєв, Л. Г. Зайончик, В. М. Загорулько ; М-во освіти і науки України, Нац. авіац. ун-т ; під ред. В. І. Щелкунова, Ю. Ф. Кулаєва. – Київ : Кондор, 2011. – 392 с.
3. Павлов В. І. Транспортно-логістичний комплекс регіону: інтеграційні процеси : монографія / В. І. Павлов, С. М. Бортнік ; Ін-т регіон. дослідж. НАН України, Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування, Терноп. держ. екон. ун-т. – Луцьк : Надстир'я, 2005. – 256 с.
4. Пашенко Ю. Є. Транспортно-дорожній комплекс України в процесах міжнародної інтеграції : монографія / Ю. Є. Пашенко, О. І. Никифорук ; Нац. акад. наук України. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2008. – 192 с.
5. Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу / за ред. Марчіна Свенціцькі. – Київ : Аналітичнодорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. – 102 с.

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Розвиток автомобільного транспорту тісно взаємопов'язаний зі змінами показників функціонування виробництва, торгівлі, туризму та іншого. Тенденції зміни цих показників перш за все позначаються на показниках пасажирообігу та кількості перевезених пасажирів автомобільним транспортом. Як показують тенденції розвитку на перспективу слід очікувати подальшого коливання обсягів перевезень пасажирів автомобільним транспортом за умови прогнозованого помірного зростання економіки торгівлі та туризму. Можливі кризові явища, які також прогнозуються експертами, вимагають подальшого системного підходу і аналізу можливих ризиків, що постануть перед автомобільним транспортом в тому числі пасажирськими перевезеннями.

Одним із важливих видів державної економічної політики є інноваційна політика на ринку транспортних послуг, оскільки автомобільний транспорт виступає однією з найбільш наукомістких галузей транспорту, що передбачає впровадження науково-технічних рішень, спрямованих на зниження негативного впливу автомобільного транспорту щодо безпеки руху та навколишнього середовища, підвищення рівня якості та безпеки перевезень, а також покращення енергоефективності автомобільного транспорту.

Автомобільний транспорт є вагомими складником транспортної системи України щодо перевезень пасажирів і вантажів та впливу на економіку і суспільство. Його частка у перевезенні пасажирів становить 49,4%, вантажів – 60%. В умовах стрімкого розширення господарських зв'язків між економіками різних країн, інтенсифікації інтеграційних і глобалізаційних процесів істотно зростає роль транспортного забезпечення механізму міжнародної передачі продукції і руху факторів виробництва. Сучасний стан економіки України також характеризується підвищенням ролі транспорту, який до того ж, з огляду на особливості її геополітичного положення, має й значне міждержавне значення, що з часом зростатиме. В Україні розвинені всі види транспорту, при цьому автомобільний утримує перше місце за перевезенням пасажирів та друге – за вантажооборотом.

Маємо можливість визначити такі перспективні шляхи підвищення ефективності роботи автотранспортного комплексу України з надання послуг у міжнародному сполученні:

- розширення техніко-технологічного переоснащення, оновлення і модернізації рухомого складу і транспортної інфраструктури з урахуванням вимог міжнародних стандартів;
- упровадження сучасних перевізних, логістичних та інформаційних технологій, телекомунікаційних і навігаційних систем тощо (зокрема, розвиток контейнерних перевезень);
- забезпечення державної підтримки інноваційних перетворень в автотранспортному комплексі України (першою чергою, програм інноваційного розвитку вітчизняних перевізників-операторів міжнародних транспортних коридорів) та інтеграційної складової стратегії його розвитку;
- удосконалення системи нормативно-правового забезпечення діяльності з надання транспортних послуг (зокрема, щодо особливостей здійснення міжнародних вантажоперевезень) і продовження організаційно-правових перетворень у системі управління автотранспортним комплексом;
- прискорення економічних реформ у контексті формування розвинутого ринкового середовища в автотранспортній сфері з ефективним державним регулюванням;
- вирішення соціальних проблем в автотранспортній галузі .

Таким чином, створення умов для підвищення ефективності роботи і розвитку українського автотранспортного комплексу потребує невідкладної реалізації низки заходів, які мають розроблятися за визначеними вище напрямками. Це призведе до позитивних організаційно-економічних зрушень у вітчизняному автотранспортному комплексі, які поступово забезпечать його ефективні перетворення і модернізацію, сформуєть прогресивну модель функціонування, підвищать конкурентоспроможність вітчизняних перевізників на міжнародному ри-

нку, а також прискорять темпи інтеграції національної автотранспортної системи до євразійської на підґрунті максимізації використання транзитного потенціалу держави.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. План заходів щодо дерегуляції господарської діяльності : Розпорядження КМУ від 23.08.2016 № 615-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/615-2016-%D1%80>.
2. Стратегічний план розвитку автомобільного транспорту та дорожнього господарства на період до 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mtu.gov.ua/files/Стратегічний%20план%20авто.pdf>.
3. Офіційний сайт Державної статистичної служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper\\_new.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper_new.html).
4. Беспалов Д. Середньозважені показники зручності транспорту Києва / Д. Беспалов [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://bespalov.me/2016/07/19/serednozvazheni-pokaznyky-zruchnosti-transportu-kyjeva/>.
5. Україна у цифрах 2015 / Державна служба статистики України. – К., 2016 – 239 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publ1\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm).
6. Кібік О.М. Стратегічні інструменти розвитку українського експорту транспортних послуг / О.М. Кібік, В.О. Котлубай, Ю.В. Хаймінова // Actual problems of globalization: Collection of scientific articles. – Midas S.A., Thessaloniki, Greece, 2016. – Р. 40–43.

УДК 656.025

*Руденко В.А., к.т.н., доцент, Дзюба І.В., магістрант, СНАУ*

### ВПРОВАДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ НА ПІДПРИЄМСТВІ.

Важливим елементом сучасного виробничого підприємства є функціональна, тобто ефективна, система управління автомобільним транспортом. Її основним завданням є забезпечення можливості здійснення виробничого процесу на підприємстві з використанням автомобільного транспорту, тобто здійснення комплектування та зберігання оборотного фонду запасних частин, їх доставка на робочі місця, збирання ремонтного фонду, його обробка та перевірка на дефекти, обслуговування ходових частин автомобільного парку, обладнання необхідними допоміжними інструментами та обладнанням, а також за необхідності здійснення організації відповідних структурних підрозділів на підприємстві.

Функціональна система управління автомобільним транспортом на підприємстві забезпечує:

- створення чіткої системи управління запасами з урахуванням певної системи обліку запасів на складі підприємства. Для цього відповідно до завдань заміни ремонтних секцій відділу матеріально-технічного забезпечення надається інформація для їх поповнення;
- оперативне управління технологічними процесами з одного управлінського органу. Процеси технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів здійснюються у виробничих відділах, сформованих за технологічним принципом.

Виробничо-технічна служба автомобільного транспортного парку за умов функціональної системи управління автомобільним транспортом складається з наступних основних підрозділів: центр управління технічним обслуговуванням та ремонтом автомобілів; комплекс підрозділів, що здійснюють ремонт автомобілів, агрегатів, вузлів, відновлення та виготовлення деталей; комплекс підрозділів, що виконують ремонтно-технічні роботи безпосередньо на автомобілях (комплекс технічного обслуговування та обслуговування).

Центральний управлінський відділ функціональної системи управління автомобільним транспортом – це загальний центр управління виробництвом на підприємстві, що забезпечує

оперативне планування, контроль та регулювання всіх виробничих комплексів.

Основним підрозділом центру управління функціональної системи управління автомобільним транспортом є спеціальна група оперативного управління, що складається з інженерів (техніків), диспетчерів виробництва, техніків-операторів (помічників диспетчерів). Зазначена група забезпечує встановлення рухомого складу на ремонтних постах, видачу відповідним виконавцям завдань на ремонтні роботи, визначення спільно з виконавцями вимог до наявної кількості запасних частин та видача завдань відділу постачання та забезпечення виробництва для їх доставки на робочі місця виконавців.

До центру управління функціональної системи також входить група аналізу, основними завданнями якої є організація, систематизація, обробка та аналіз інформації про роботу всіх підрозділів виробничо-технічної служби, планування технічного обслуговування та регулювання відповідних сервісних робіт. До складу групи входять фахівці з бухгалтерського обліку та планування. Їх робота полягає у прийомі первинних інформаційних документів на обробку, у контролі правильності їх заповнення, у вжитті заходів щодо виправлення виявлених помилок. Зазначена група реалізує основну мету – забезпечення відповідних структурних підрозділів, які виконують ремонтно-технічні роботи, необхідними комплектуючими, запчастинами, та необхідними матеріалами.

Впровадження функціональної системи управління автомобільним транспортом дає змогу більш ефективно та з меншими втратами забезпечувати весь виробничий процес підприємства, а, отже, підвищувати і його загальний економічний ефект.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Перебийнос А.В. Методические особенности оценки эффективности транспортно-логистической системы предприятия. Молодые ученые в научном обеспечении сельского хозяйства на современном этапе: сборник научных трудов. СПб., 2014. Ч. II. С. 86-89.
2. Бобровник В.М., Иванова Н.В. Развитие транспортной логистики с точки зрения оптимизации материальных потоков. Региональные перспективы, 2000, № 2-3. С. 352-354.

УДК 629.3/656.1

*Таценко О. В., ст. викладач, СНАУ*

#### **ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ВИБІР АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.**

Правильний вибір автотранспортного засобу (АТЗ), формує надійність і якість перевезення вантажів, які необхідні споживачам в потрібній кількості, в заданий час, потрібної якості, а також величину матеріальних і грошових затрат в транспортних технологіях. При раціональному виборі необхідних автотранспортних засобів можуть бути досягнуті найменші експлуатаційні витрати на здійснення перевізного процесу вантажів.

На даний час існує велика кількість методів і способів раціонального вибору рухомого складу автотранспортних засобів. Сучасні тенденції вибору рухомого складу автотранспортних засобів обумовлюють врахування експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів при перевезеннях вантажів [1]. Всі вони зводяться до певного набору критеріїв, які повинен задовольняти автотранспортний засіб для забезпечення технічних, економічних, соціальних і екологічних факторів транспортних технологій.

Так, професором Чеботаєвим А.О. було сформульовано трирівневу систему взаємодії основних факторів і елементів автотранспортних засобів, які визначають вибір і оцінку ефективності застосування вантажних АТЗ. Взаємодія основних факторів і елементів, що визначають вибір і оцінку ефективності застосування вантажних АТЗ обумовлюється взаємодією на трьох рівнях нульовому, першому та другому.

Всю систему чинників і елементів можна представити, як множину, яка складається з підмножин, визначають групи зовнішніх чинників - умови експлуатації і групу внутрішніх фа-

кторів - конструкцію та експлуатаційні властивості транспортних засобів. Об'єднання цих підмножин і характеризує ефективність вибору транспортних засобів та в цілому виконання перевізного процесу.

Найбільшого поширення отримала методика вибору рухомого складу розроблена Д.П. Велікановим, яка заснована на системному зв'язку факторів умов експлуатації та техніко-експлуатаційних властивостей АТЗ.

Вибір рухомого складу залежить від обсягу і відстані перевезень, умов і методів їх організації, розмірів відправок (оптовості), виду вантажу, засобів і способів виробництва вантажно-розвантажувальних робіт, дорожніх і кліматичних умов [2, 3].

Вибір автотранспортного засобу для конкретних умов експлуатації зводиться в першу чергу, до визначення типу кузова, відповідного вантажу, що перевозиться, тому що спеціалізація кузова визначає сферу раціонального використання рухомого складу. При можливості використання декількох типів кузова приймається повинен забезпечувати найбільш високу ефективність перевезення вантажу. Після цього переходять до вибору рухомого складу конкретної марки і моделі, тобто вантажопідйомності, складу, осьових навантажень та типу двигуна. Необхідність такого вибору обумовлена різними експлуатаційними якостями автомобілів і автопоїздів різних моделей, які можуть бути використані для перевезення одного і того ж виду вантажу.

Вибір рухомого складу і маршрутів перевезення вантажів визначається факторами при виборі ефективного транспортного засобу та виду вантажу і його транспортної характеристики. Від транспортної характеристики вантажу залежить вибір типу кузова АТЗ, способу виконання вантажно-розвантажувальних робіт, типу вантажно-розвантажувальних засобів (ВРЗ) і ін. Основою вибору повинно бути забезпечення збереженості вантажів в поєднанні з найбільш повним використанням вантажомісткості транспортного засобу і прийнятною собівартістю перевезень. Так, наприклад, більшість продовольчих і промислових товарів необхідно перевозити в автомобілях із закритим кузовом типу «фургон». Навалочні вантажі вимагають використання автомобілів і автопоїздів з самоскидними кузовами, а для перевезення рідких і напіврідких вантажів необхідні автомобілі-цистерни.

Вантажі, які швидко псуються, тобто продукти харчування (молоко, м'ясо, овочі, жива птиця, риба, худоба і ін.), цінна промислова продукція, комплектуючі вироби та ряд інших, від швидкості доставки яких залежить стабільна робота суміжних підприємств і організацій, вимагають термінової доставки. Тому до вибору транспортних засобів для перевезення таких вантажів необхідно підходити з урахуванням втрат, які можуть понести зацікавлені сторони від несвоечасної поставки розглянутого тупу і виду вантажів.

Вантажопідйомність транспортного засобу вибирають, виходячи з кількості вантажів, які необхідно доставити одержувачу або забрати у відправника, а також можливості укрупнення відправлень (або збирання) вантажів. Необхідно пам'ятати, що чим вище вантажопідйомність транспортних засобів, тим більша кількість вантажів вони можуть одноразово перевезти і тим менше собівартість перевезення однієї тонни вантажу. Проте, існують винятки з цього правила, які необхідно враховувати при плануванні транспортних процесів та технологій.

Розмір партії вантажу визначається вантажовідправником і залежить від технології виробництва (вантажоутворення), часу його наповнення та економічно виправданими запасами в місцях його складування та тимчасового зберігання.

Час зберігання вантажу на складі обернено пропорційно його цінності. Для зменшення втрат, пов'язаних з оборотистістю капіталу, допустима тривалість зберігання вантажів на складі повинна бути меншою, чим вище його цінність. Партійність відправки вантажів залежить також і від умов споживання вантажу у вантажоодержувача. До основних з цих умов можна віднести: обсяги і нерівномірність споживання вантажів; зміна споживчих властивостей вантажів з плином часу; наявність, місткість і обладнання складських приміщень; цінність вантажів та ряд інших.

Характерним прикладом залежності оптовості відправок вантажів від умов у вантажоодержувача може служити завезення продуктів харчування в торгову мережу. Торговельні

підприємства (магазини, їдальні, ресторани, кафе), що не мають достатньої кількості холодильних установок або продають продукти харчування певної якості (наприклад, гарячий хліб, жива риба), будуть змушені замовляти такі партії швидкопсувних продуктів, які вони гарантовано зможуть продати за час, який відведено на реалізацію продуктів. Інший приклад - споживчий. Попит на ряд товарів (прохолодні напої, морозиво та ін.) залежить від температури навколишнього повітря, а отже попит буде коливатися від пори року, що викличе зміну оптовості при завезенні в торгову мережу.

Важливе значення при виборі АТЗ відіграють дорожні умови, в яких виконуються перевезення вантажів. Тут необхідно нагадати, що вибір АТЗ доцільно проводити, враховуючи особливості конкретного маршруту перевезення, враховуючи те що дорожні умови можуть змінюватися протягом року. Прикладом цього може бути рух транспортних засобів який ускладнено на ґрунтових дорогах при їх перезволоженні (особливо ранньою весною і восени, а також після рясних дощів), при снігових заметах на ділянках доріг, не забезпечених достатньою кількістю снігоприбиральної техніки та ін. В таких дорожніх умовах необхідно обмежити сферу застосування автопоїздів, особливо сідельного типу.

В умовах з ускладненою прохідністю доріг виправдане застосування повнопривідних автомобілів підвищеної прохідності з колісними формулами 4x4 і 6x6. Проте застосування даних типів автомобілів при сухому і незасніженому стані доріг приводить до зниження їх продуктивності і збільшення витрат на перевезення вантажів у порівнянні з використанням аналогічних автомобілів дорожнього типу з колісними формулами 4x2, 6x4, 6x2.

За інтенсивністю руху дорожні умови поділяються на міські та позаміські. На позаміських дорогах, де можуть застосовуватися більш високі швидкості руху, виправдане застосування автопоїздів із збільшеною потужністю двигуна і підвищеними тягово-швидкісними властивостями. Тому для перевезень, постійно виконуваних в далеких міжміських сполученнях доцільно і раціонально застосовувати автопоїзди спеціалізованої конструкції.

Умови виконання навантажувальних і розвантажувальних робіт так само можуть обумовлювати і визначати вибір раціонального типу автотранспортного засобу. Тому в пунктах навантаження або розвантаження економічно не виправдано мати стаціонарні НРЗ для виконання цих видів робіт. Для виконання перевезень в таких випадках доцільно використовувати автомобілі-самонавантажувачі. Засоби навантаження або розвантаження, що встановлюються на ці АТЗ, зменшують корисну вантажопідйомність автомобіля на величину своєї маси і знижують його продуктивність. Проте в той же час вони дозволяють зменшити затрати праці і простої автомобіля при виконанні навантаження і розвантаження. Застосування АТЗ такого типу, у багатьох випадках, є ефективним і доцільним для організації транспортних процесів.

Автомобілі та автопоїзди, які призначаються для перевезень вантажів між пунктами, які оснащені високопродуктивними засобами стаціонарної або іншої механізації навантажувальних і розвантажувальних робіт (кранами, транспортерами, автонавантажувачами, екскаваторами, бункерами, автомобілеперекидачами і ін.), повинні вибиратися із умови пристосованості до використання таких механізмів.

В узагальненому вигляді рекомендації до процедури вибору рухомого складу можна представити таким чином:

- *підбір рухомого складу по типу кузова.* Реалізується на основі встановлення відповідності виду вантажу та його характеристик існуючих типів кузовів вантажних АТЗ;
- *коригування рішення про вибір типу кузова рухомого складу виходячи із способу виконання навантажувально-розвантажувальних робіт і умов зберігання вантажів у замовника (споживача);*
- *встановлення параметрів автотранспортних засобів з урахуванням обмежень по граничних осьових навантаженнях, габаритах і прохідності доріг.* Дані обмеження впливають на вибір максимальної вантажопідйомності, прохідності і складу АТЗ;
- *встановлення (коригування) вантажопідйомності і його рухомого складу (автомобіль, автопоїзд) виходячи з оптовості перевезень.* Партійність встановлюється на основі ві-

домостей у замовника (споживача);

- проведення порівняльних розрахунків по декількох типах і моделях рухомого складу, що задовольняє вищевикладеним вимогам за різними критеріями (натуральним і вартісним);
- прийняття остаточного рішення про вибір конкретної марки і моделі АТЗ та визначення необхідної кількості автомобілів (автопоїздів) виходячи із планової величини обсягу перевезень вантажів за зміну (місяць, рік).

Даний алгоритм є найбільш простим інструментом вирішення завдання вибору типу і моделі автотранспортного засобу при виконанні будь-якого виду перевезень в транспортних технологіях.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник. - К.: Арістей, 2006. - 176 с..
2. Вельможін А.В., Гудков В.А., Миротін Л.Б., Куликов А.В. Вантажні автомобільні перевезення: Підручник для вузів. - М.: Гаряча лінія. - Телеком, 2006. – 560 с.
3. Попович П. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень в сучасних умовах / П.В. Попович, О.С. Шевчук, А.Й. Матвійшин, В.Н. Лотоцька // Науковий журнал. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – Житомир, 2016. – №2(77). – С. 224-228.

УДК 629.1-44/-445.9

*Мікуліна М.О., к.е.н., доцент, Поливаний А.Д., студент, СНАУ, Україна*

### **ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ**

Єдину транспортну систему України становлять:

- транспорт загального користування (залізничний, морський, річковий, автомобільний і авіаційний, а також міський електротранспорт, у тому числі метрополітен);
- промисловий залізничний транспорт;
- відомчий транспорт;
- трубопровідний транспорт;
- шляхи сполучення загального користування.

Єдина транспортна система повинна відповідати вимогам суспільного виробництва та національної безпеки, мати розгалужену інфраструктуру для надання всього комплексу транспортних послуг, у тому числі для складування і технологічної підготовки вантажів до транспортування, забезпечувати зовнішньоекономічні зв'язки України.

За обсягами пасажирських перевезень і протяжністю шляхів провідна роль у транспортному сполученні України належить автомобільному транспорту, який завдяки переважно рівнинному характеру рельєфу країни розвивався досить рівномірно по всій її території з дещо щільнішою мережею автошляхів на заході та південному сході.

Бурхливий розвиток світової економіки в ХХ ст., інтеграційні процеси, політичні причини сприяли вагомому прогресу на транспорті, швидкому збільшенню вантажопотоків. При цьому транспорт проявив себе в повній мірі як важливий фактор в економіці та геополітиці.

Транспорт виконує інфраструктурну роль в світовій економіці в цілому та в народному господарстві окремих країн, слугує матеріально-економічною базою міжнародних економічних зв'язків. В той же час першочергове значення транспорту в геополітиці визначається тим, що завдяки йому структурується простір. Реальне встановлення або підтримання державної власності на конкретному просторі неможливе без адекватної роботи транспорту. Тому довгостроковий прогноз його розвитку повинен враховувати активну політику держави в цій сфері.

В минулому столітті транспорт показав надзвичайний прогрес як в кількісному, так і в якісному відношенні. Виникли транспортні галузі, яких не існувало раніше: автомобільний



та авіаційний транспорт. Фактично це стосується й трубопровідного. На початку XXI ст. суттєві зміни в галузі триватимуть. Буде відбуватися постійна підготовка до активних космічних перельотів з пасажирами та вантажами. У повітроплавстві, як і в інших засобах пересування, очікуються досягнення, пов'язані з використанням відновлюваних джерел енергії та зменшенням завдання шкоди оточуючому середовищу. Останнє, зокрема, стимулює впровадження транспортних засобів, що пересуваються на невеликій висоті над поверхнею землі та води (включаючи льодові та засніжені простори), та інші нові технології.

Прогнозуючи об'єми вантажів, що перевозяться, та чисельність пасажирів в майбутні роки, необхідно враховувати ряд суперечливих факторів. Стрімке збільшення населення нашої планети, промисловий прогрес, економічна інтеграція немовби визначають настільки ж швидке зростання кількості транспортних засобів, їх перевізної здатності, збільшення об'єму перевезень. Справді, протягом XX ст. тоннаж морського флоту зріс майже в 19 разів, причому найбільше зростання припадає на другу половину століття і період науково-технічної революції, коли темпи зростання збільшилися вдвічі порівняно з першими десятиліттями. Основна маса товарів в міжнародній торгівлі, що перевозилася морем, лише за другу половину сторіччя збільшилася вдесятеро. Види транспорту, які виникли з нуля – автомобільний та авіаційний – показали астрономічні темпи зростання, які продовжують збільшуватися.

Проте було б неправильним екстраполювати ці тенденції на майбутнє. На самому транспорті в попиті на перевезення вантажів та пасажирів поступово виникають фактори, які вже найближчим часом справлятимуть диференційований вплив на розвиток транспортних галузей. Тому вже до 2015 року можна очікувати серйозного уповільнення поступової динаміки, змін в географії перевезень та їх товарній структурі.

Ряд складних процесів призводить до того, що транспортні витрати за своїм абсолютним розміром та часткою в кінцевій собівартості продукції виявляються досить значними. Особливо великою є питома вага витрат на перевезення в ціні сировини. Проблеми витрат, а також екологічні та інші проблеми, примушують наближати підприємства, наприклад, з первинної обробки сировини, до родовищ корисних копалин. Результатом є послаблення попиту на перевезення масових сухогрузів морськими та річковими судами.

Велике значення має також те, що інтеграція та процеси розвитку інформації значно вплинули на розвиток транспортної логістики. Наслідком цього є серія фундаментальних змін в роботі транспорту завдяки розповсюдженню електронної торгівлі (через Інтернет і т.д.). Робота транспорту і служб логістики адаптує до своїх інфраструктур, маркетингових та споживчих послуг можливості електронної торгівлі. Поряд з цим, велика увага приділяється кращій організації всієї роботи з транспортної логістики, по переміщенню сировини, напівфабрикатів, кінцевої продукції, доставці товарів споживачу. Затрати на такі переміщення в цілому досягають 50 % всіх витрат. Практичні висновки змушують або змінювати географічні напрями перевезень, або намагатися організувати виробництво з більш правильним урахуванням розташування ринків.

В цілому по світовому транспорту в 2000-2020 роках очікується помірне зростання перевезень за відносно більш високих темпів збільшення відвантажень та стримування пасажирських перевезень.

Морський транспорт в останні роки характеризувався зниженням кількості вантажів, які потребували перевезення, та скороченням відстаней транспортування. Ці тенденції триватимуть також в найближчі 10 років. Розподіл світового торгового флоту за країнами продовжує змінюватися на користь країн відкритої реєстрації. Зацікавлені в зниженні витрат судноплавці переводять свій флот під прапори Панами, Ліберії, Кіпра, Багамських островів тощо. В результаті флот, що плаває під цими прапорами, фактично на 2/3 належить судноплавцям з промислово розвинутих країн, а на 1/3 – з країн, що розвиваються. В цілому в світі триває практика державної допомоги морському транспорту.

Внутрішній водний транспорт на сьогодні втрачає свої позиції внаслідок сезонних обмежень, особливо на річках, які замерзають, в північних та помірних кліматичних поясах, внаслідок екологічних збитків, через нестачу питної води, обмеження швидкості руху річних

судів. Прогнозується, що традиційне річкове судноплавство збережеться ще на великих річках, однак надалі воно буде все більш орієнтуватися на круїзно-туристичні цілі.

В найбільш розвинутих країнах триває поступове скорочення перевезення вантажів залізничним транспортом. Разом з цим, відмічається тенденція до приватизації залізниць в Європі, створення умов для більшої конкуренції і, тим самим, більшого стимулу технічного розвитку і скорочення транспортних витрат.

Світовий парк автомашин нараховує 141,7 млн вантажних та 462,1 млн легкових автомобілей. З них 3/4 припадає на країни Європи та Північної Америки, де перевозиться більше 20 млрд т вантажів. Спеціалісти прогнозують досить високі темпи зростання парку автомашин та мережі автошляхів. В найбільш розвинутих країнах прогрес в автомобільному транспорті буде виражатися в якісному вдосконаленні транспортних засобів, досягненні високо-екологічних ефективних рішень, швидкій зміні моделей. Крім того, триватиме вдосконалення автошляхів, підвищення безпеки руху і т.д. Очікується також, що відносна частка світового автопарку, яка припадає на розвинуті держави, зменшиться за рахунок більш швидкого зростання кількості автомашин в країнах, що розвиваються. Проте число автомашин та протяжність шляхів в цих країнах будуть характеризуватися більш скромними якісними показниками.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Волинчук Ю.В. Теоретичні та прикладні засади логістичного аутсорсингу // Ю.В. Волинчук // Логістика: теорія та практика. – 2011. – № 1. – С. 43–53.
2. Мікуліна М.О. Моделювання зміни попиту на транспортні послуги [Електронний ресурс] // Збірник тез по матеріалах міжнародної науково-практичної конференції “Інноваційні розробки в аграрній сфері” (28-29 листопада 2018 року, м.Харків): науковий збірник / Навчально-науковий інститут мехатроніки і систем менеджменту, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка ХАРКІВ, Україна. – Харків, 2018. – С. 204.
3. Мікуліна М.О. Моделювання зміни попиту в сфері автомобільних перевезень: Збірник тез доповідей по матеріалах 24-ї міжнародної наукової конференції «Технології ХХІ века», (10-15 вересня 2018 р., м. Суми, м. Одеса)/ ч.2. - Суми: СНАУ, 2018. – С.176-177.

УДК 656.025

*Руденко В.А., к.т.н., доцент, Дзюба І.В., магістрант, СНАУ*

### **ОСОБЛИВОСТІ ТА УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Сучасний автомобіль є складною системою, сукупністю спільно діючих елементів – складових частин, що забезпечують виконання її функцій.

Експлуатація автомобілів здійснюється в різних дорожніх та кліматичних умовах, що постійно впливають на нього механічним, фізичним і хімічним чином, та зумовлюють зміну його технічного стану.

Безпека (екологічна, активна і пасивна) та економічна доцільність під час використання автомобіля забезпечуються його технічним станом, тобто справністю та працездатністю. Технічний стан автомобіля (агрегату чи механізму) визначається сукупністю властивостей його складових частин та агрегатів, які знаходяться в постійному русі та взаємодії. Параметри технічного стану машин змінюються під час їх експлуатації. До параметрів технічного стану відносяться: витрати палива на один км, витрати мастил, потужність двигуна і т.д., особливо, якщо автомобіль використовується у сільському господарстві.

При використанні автомобіля у сільському господарстві на його працездатність впливають різні умови, які і визначають техніко-економічні та експлуатаційні показники. Умови функціонування автомобілів включають експлуатаційні та природно-кліматичні.

Експлуатаційні умови – це умови, що створились внаслідок проведення системи організаційних, технічних та технологічних заходів, що здійснюються при використанні парку автомобілів. Експлуатаційні умови визначаються технічними, організаційними та виробничими умовами.

Технічні умови безпосередньо визначаються технічною експлуатацією автомобілів та впливають на надійність автомобілів, оскільки припускають виконання заходів, спрямованих на підтримку їх у працездатному стані. До таких відносяться: «Наявність обладнання для проведення ТО», «Дотримання термінів проведення ТО», «Виконання номенклатури операцій ТО», «Застосування дефектування», «Забезпеченість запасними частинами» та інші заходи.

Організаційні умови також впливають на працездатність автомобілів, оскільки тільки спільна їх реалізація з технічними умовами може призвести до позитивного ефекту. Організаційні умови включають перелік факторів, які сприяють нормальній роботі автомобілів. До них відносяться такі: класність, професійна підготовка, стаж роботи водія, кількість водіїв на 100 автомобілів, змінність автомобілів, склад фахівців під час обкатування та ремонту і інші фактори.

Природно-кліматичні умови визначаються рельєфом місцевості, кількістю опадів за рік та середньою температурою, а також в'язкістю ґрунту. Рельєф місцевості впливає і на загальний стан доріг, їх якість. Залежно від рельєфу місцевості будуть змінюватися інтенсивність зношування систем та агрегатів, що в свою чергу впливатиме і на їх працездатність. Кількість опадів на рік та середня температура повітря характеризують його вологість. Вони можуть бути визначені гідротермічним коефіцієнтом. Гідротермічний коефіцієнт – це співвідношення кількості опадів до кількості випаровування. Коефіцієнт 0,8 відповідає посушливій зоні, від 0,9 до 1,3 – зоні нормальної вологості, та більше 1,3 – зоні підвищеної вологості. В'язкість ґрунту в комплексі з вологістю характеризують запиленість повітря. Запиленість повітря вважається критичною, якщо в одному кубічному метрі повітря знаходиться пилу в кількості від 0,3 до 0,6 гр.

Виробничі умови визначаються організацією робіт автомобілів, плануванням складу АТП та технологією робіт рухомого складу. Планування складу АТП включає планування марочного складу та кількості автомобілів у господарстві, це, в основному, визначає наявність ресурсозберігаючих об'єктів ремонтної бази, а значить тривалість відновлення працездатності та простою техніки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коваленко Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей. Минск : *Новое знание*, 2008. 352 с.
2. Дембіцький В.М., Павлюк В.І., Придюк В.М. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник. Луцьк : Луцький НТУ, 2018. 473 с.

*Бало П.М. старший викладач, Колоднеко В.М. старший викладач, СНАУ*

## **ФІЗІОЛОГІЯ ВОДІЯ ПРИ КЕРУВАННІ АВТОМОБІЛЕМ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ.**

Спостереженнями встановлено, що у темну пору доби, а такою вважається (частина доби від заходу до сходу сонця), середні швидкості руху автомобілів зменшуються на 5-7 км/год порівняно із швидкостями вдень. Інтенсивність руху в нічний час на дорогах скорочується у 8-10 раз по відношенню до середньодобової. Однак, не дивлячись на зниження середніх швидкостей і інтенсивності руху, за цей період відбувається майже 50% всіх ДТП.

Основними причинами зниження безпеки руху у темну пору доби являються:

- 1) невідповідність умов руху фізіологічним можливостям людини;
- 2) недоліки конструкції приладів освітлення або їх незадовільний стан;
- 3) погане освітлення і незадовільний стан проїжджої частини доріг.

Оскільки під час руху вночі часто відбувається різна зміна освітлення, то виникає таке явище як зорова адаптація. Адаптація – це здатність очей пристосовуватися до зорового сприймання при різних ступенях освітленості. В діяльності водія вона має величезне значення, оскільки дозволяє отримувати необхідну інформацію про дорожню обстановку при різній освітленості.

Процес пристосування зору до темряви називається - темною адаптацією, до світла – світловою. Очевидно, що для водія більшого значення набуває темнова адаптація, яка відбувається після осліплення очей водія вночі. Для світлової адаптації необхідні доли секунди. Для повної темної адаптації після сильного освітлення очей необхідні вже десятки секунд і більше.

Адаптація очей людини до умов освітленості пов'язана з діаметром зіниці і світлової чутливості сітчатки ока. При зменшенні освітленості зіниці розширюються, при збільшенні звужуються. Саме у цей період відбувається засліплення, при якому водій тимчасово (повністю або частково) втрачає зір.

Найчастіше причиною засліплення водіїв є світло фар від зустрічних транспортних засобів, сонце, що знаходиться за горизонтом, яскраве (сліпуче) світло, спалах блискавки і т.д.

Для відновлення здатності бачити після несильного засліплення водію необхідний час близько 10 секунд. За цей проміжок автомобіль при швидкості  $V=50$  км/год проїжджає віддалі 138 м.

Якщо врахувати, що при дальньому світлі фар автомобіля дорога освітлюється на 100-120 метрів, то водій бачить перешкоду тільки на цій віддалі. У випадку засліплення він буде рухатися “наосліп” ще 38-40 метрів, внаслідок чого може здійснити наїзд на інший транспортний засіб, пішохода чи перешкоду. Дальнє світло слід перемикнути на ближнє не менше як за 250 метрів до зустрічного транспортного засобу, а також тоді, коли воно може засліпити інших водіїв, зокрема тих що рухаються в попутному напрямку.

Здатність водіїв бачити в темну пору доби погіршується з їх віком. Вже в 40 років нічний зір знижується, а 60-річні бачать в темноті у вісім разів гірше, ніж 20-річні. У темну пору доби порушується і глибинний зір, тобто здатність визначати віддалі до предметів і між ними. Це затрудняє зорову оцінку швидкості руху, в результаті чого виникають помилки в розрахунку маневрів водієм.

І нарешті, внаслідок погіршення видимості порушується контрастність зорового сприйняття. Одягнутого в темний одяг пішохода на темному фоні дороги водій часто помічає запізно. У темну пору доби та в умовах недостатньої видимості пішоходи які рухаються проїждною частиною чи узбіччям повинні виділити себе, а за можливості мати на зовнішньому одязі світлоповертальні елементи для своєчасного їх виявлення іншими учасниками дорожнього руху. Теж саме стосується і дорожніх об'єктів: пофарбовані в білий або світлий колір, вони відбивають біля 90% світла фар, а пофарбовані в темний колір лише 5...7%. Вночі предмети червоного кольору здаються чорними і до того ж далі, ніж насправді.

Таким чином, водіям необхідно пам'ятати, що у темну пору доби при недостатній освітленості доріг порушуються основні функції органів зору, такі як гострота, глибина зору (віддалі до предметів) і кольоросприймання. Зокрема, гострота зору в місячну ніч зменшується до 0,3...0,7, а в темну до 0,05...0,03. Враховуючи вищесказане, водію важливо вміти правильно вибирати швидкість руху, це та швидкість, за якої водій має змогу безпечно керувати транспортним засобом та контролювати його рух у конкретних дорожніх умовах.

В умовах поганої видимості (темний час доби) також виникає дуже сильний додатковий емоціогенний фактор, постійна нестача інформації про дорожньо-транспортну обстановку. Ця нестача і негативні емоції, що виникають при цьому, втомлюють водія.

Важливим чинником, що приводить до помилок водія при керуванні автомобілем вночі, є зниження його працездатності, зокрема з 10-ї години вечора до 6-ї години ранку. Причиною такого явища є порушення добового біоритму. Людина звикла працювати вдень і спати вночі, коли енергетичні затрати падають і всі життєві процеси проходять на більш низькому рівні. Тому порушення добового біоритму при роботі вночі також сприяє швидкому розвитку

втомі.

Зменшення ДТП в темний час доби досягається шляхом покращення освітленості доріг, зменшення випадків засліплення водіїв, підготовки їх до керування автомобілем в темну пору доби, організації раціонального режиму праці і відпочинку.

## СЕКЦІЯ «ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ»

*Свідан Є.І., Терещенко С.О., Шикун В.О., Жовтоноженко А.М., магістранти, СНАУ*

### ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ МЕТОДОМ КОНДЕНСОВАНОГО ІОННОГО БОМБАРДУВАННЯ (КІБ)

В теперішній час існує безліч способів підвищення якості поверхневих шарів металорізальних інструментів, як за рахунок нанесення захисних покриттів, так і за рахунок зміцнення їх поверхневих шарів.

Кожний з них має свої переваги і недоліки та займає свою технологічну нішу.

Одним з найбільш перспективних методів підвищення стійкості металорізального інструмента це метод катодного-іонного бомбардування.

Метод КІБ можна представити у вигляді двох послідовних процесів:

- іонне бомбардування;
- конденсація поверхні;

Метод катодного-іонного бомбардування заснований на генерації речовини катодною плямою вакуумної дуги потужнострумовевого низьковольтного розряду, що розвивається виключно в парах матеріалу електрода. Подача в вакуумний простір реагуючих газів (азоту, метану та ін.) в умовах іонного бомбардування призводить до конденсації покриття на поверхні ріжучого інструмента завдяки протіканню плазмохімічних реакцій.

Всі процеси випаровування, утворення сполук, іонного бомбардування і конденсації покриття відбуваються у вакуумній камері, металевий корпус якої служить анодом.

Під дією первинних електронів та іонів, генеруючих в дуговому проміжку катодом, відбувається іонізація випаровування речовини і реагуючих газів, що призводить до утворення високошвидкісних потоків, які складаються як із заряджених, так і з нейтральних частинок матеріалу катода і реагуючих газів.

Особливістю методу КІБ є можливість прискорення іонів речовини, шляхом створення негативного заряду (щодо корпусу камери) на ріжучому інструменті.

Характерною особливістю методу КІБ є висока хімічна активність випаровування матеріалу, обумовлена утворенням конденсату при електродуговому випаровуванні матеріалу катода, за рахунок якого конденсат перетворюється в високо іонізований потік низькотемпературної плазми. Ступінь іонізації випаруваного металу і газу залежать від кристалохімічної природи випаровуваного металу, тиску газу, напруженню магнітного поля (для установок, забезпечених плазмооптичними пристроями). Так як конденсат у процесі осадження піддається інтенсивному бомбардуванню іонами випаруваної речовини то відбувається часткове його розпилення, а також підвищення температури в зоні формування покриття. У результаті різко зростає рухливість атомів на поверхні інструменту, відбувається активація хімічних реакцій між конденсатом і компонентами реакційної газової системи.

**Метою магістерської роботи** є підвищення зносостійкості металоріжучого інструменту за рахунок використання найбільш раціональних покриттів, котрі наносяться методом КІБ, а також використання комбінованих покриттів наносимих різними способами.

Для досягнення поставленої **мети** у роботі розв'язувались наступні **задачі**:

- проведення аналізу видів металоріжучого інструменту, що мають потребу в підвищенні зносостійкості;
- проведення аналізу методів підвищення зносостійкості металоріжучого інструменту і вибір найбільш раціонального;
- проведення досліджень, направлених на пошук можливостей використання комбінованих покриттів, наносимих різними методами.

## ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЛАЗЕРНОЮ ОБРОБКОЮ

Металорізальний інструмент є одним з найважливіших знарядь виробництва. Він використовується при обробці різанням всіляких деталей на металорізальних верстатах. При цьому зрізується частина матеріалу заготовки у вигляді стружки до отримання необхідної поверхні деталі.

Історія розвитку металорізальних інструментів показує, що одним з найбільш ефективних шляхів підвищення продуктивності праці в машинобудуванні стало застосування нових інструментальних матеріалів.

До інструментальних матеріалів пред'являються певні вимоги. По-перше, матеріал повинен мати високу твердість. Причому значне перевищення його твердості в порівнянні з твердістю оброблюваної заготовки повинне зберігатися в процесі різання. По-друге, важливою вимогою є досить висока міцність інструментального матеріалу, оскільки при недостатній міцності відбувається викришування різальних кромки або поломка інструменту. По-третє, різальна частина інструменту повинна мати високу зносостійкість в умовах високих тисків і температур, що створюються в зоні контакту інструменту з деталлю в процесі різання.

Більшість відповідальних деталей промислового устаткування працюють при високих швидкостях, навантаженнях і температурах, а також в умовах абразивного, корозійного і інших видів дії робочих середовищ. Підвищення надійності і довговічності цих деталей забезпечується, як правило, застосуванням важкооброблюваних корозійностійких сталей, що обумовлює велику витрату металорізального інструменту. Застосування традиційних методів підвищення різальних властивостей інструментів за рахунок складного легування інструментальних матеріалів нині великою мірою обмежено із-за дефіцитності ряду елементів. Особливо гостро ця ситуація проявляється в Україні, яка не має в розпорядженні таких необхідних елементів для високолегованих сплавів, використовуваних у виробництві металорізальних інструментів, як нікель, хром, ванадій, молібден, вольфрам. У зв'язку з цим актуальним завданням є створення принципово нових інструментальних матеріалів (композиційних), типу "основа - покриття" які мають підвищену поверхневу зносостійкість з відносно високою міцністю і в'язкістю.

Нанесення зносостійких покриттів на інструментальні матеріали дозволяє наблизитися до рішення задачі створення "ідеального" інструментального матеріалу, що має властивість самозаточуватися.

В теперішній час існує безліч способів підвищення якості поверхневих шарів металорізальних інструментів, як за рахунок нанесення захисних покриттів, так і за рахунок зміцнення їх поверхневих шарів.

Кожний з них має свої переваги і недоліки та займає свою технологічну нішу.

Лазерне термозміцнення поверхні деталі є перспективним процесом, що створює ряд можливостей підвищення експлуатаційних якостей деталей машин і інструменту.

Зміцнення поверхні деталей з використанням променя характеризується низкою переваг в порівнянні з іншими видами зміцнення. До цих переваг можна віднести:

- можливість високопродуктивного зміцнення локальних ділянок деталей в місцях їх інтенсивного зносу, при невеликій глибині дії зі збереженням початкових властивостей матеріалу в основному об'ємі;
- висока твердість обробленою лазерним випромінюванням (ЛВ) поверхні деталі (приблизно на 20% вище за твердість при термообробці за традиційною технологією) і обумовлена цим висока зносостійкість;
- можливість зміцнення важкодоступних ділянок деталей, шляхом введення променя лазера через вікна і отвори;
- відсутність деформації деталі і можливість обробки без збільшення шорсткості, що створює можливість виключити фінішну механічну обробку;

- високу продуктивність процесу, малий час перебування деталі на обробці.

В даний час лазерна термообробка (ЛТО) базується на використанні як імпульсних так і могутніх CO<sub>2</sub> лазерів безперервної дії. Слід зазначити, що зарубіжні фірми в промислових установках використовують могутні (а також середньої потужності) лазери на вуглекислому газі. Лідируючі позиції по виготовленню вищезазначених лазерів займають США, проте Японія і Німеччина помітно випереджають їх по темпах зростання випуску вказаних виробів.

Таким чином, в подальшій роботі, для більш якісного використання лазерної обробки для зміцнення металорізального інструменту необхідно вибрати обладнання та його раціональні енергетичні режими.

*Свідан Є.І., Терещенко С.О., Шикун В.О., Жовтоноженко А.М., магістранти, СНАУ*

## **ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВОЇ ОСНАСТКИ**

Висока стійкість штампів – основна умова рентабельності роботи цехів штамповки. Вона великою мірою визначає точність і якість штампованих деталей, а також їх собівартість. Підвищення стійкості штампів забезпечує зростання продуктивності праці і культури виробництва в штамповочних цехах. Ефективність процесу штампування залежить від її технологічності. Під технологічністю розуміють таку сукупність властивостей і конструктивних елементів, яка забезпечує найбільш просте й економічне виготовлення деталі.

Комплексний показник – це найменша собівартість штампованих деталей. Досвід показує, що переважно на собівартість виробів впливає економія матеріалу. Економію матеріалу повинні враховувати в конструкції готової деталі.

Робочі деталі (матриці і пуанسونи) зазнають ударного навантаження і сильної концентрації напружень на робочих кромках і поверхнях. Тому їх матеріал повинен бути твердий і зносостійкий при достатній в'язкості. Для виготовлення штампової оснастки використовують такі матеріали:

- вуглецеві сталі (до 25 мм) - У8А, У10А, У8, У10 (низьке гартування);

- леговані сталі (Ø до 40 – 50 мм) підвищеного гартування – ШХ15, ШХ9, 9Х, 9ХС, 9ХФ, ХВГ, 9ХВГ, ХГСВФ;

- високо-хромисті сталі (Ø до 80 мм) високого гартування і високої зносостійкості мало деформуються при гартуванні - Х12Ф1, Х12ф, Х12М, Х6ВФ і ХГЗСВФ;

Для виготовлення кожного штампа для штампування розробляється технологічний маршрут виготовлення деталей і складання штампа. Заготовками для виготовлення штампів штампування служать чавунні і сталеві відливання, поковки круглого і прямокутного перетину з вуглецевих і легованих інструментальних сталей. Для заготовок широко використовуються прокат інструментальних легованих і вуглецевих сталей, а також тверді сплави.

Залежно від конструкції, використаних матеріалів на першому етапі технологічного процесу виготовлення штампів виконують різання заготовок, виготовлення моделей і відливання деталей штампів, виготовлення прес-форм для пресування твердосплавних вставок, шаблонів і спеціального інструменту.

На другому етапі виконують попередню обробку деталей: швидкісне фрезерування, грубу обробку на стругальних верстатах без розмічування.

Після грубої механічної обробки зрізують фаски або затуплюють гострі кромки (окрім різальних кромок пуансонів і матриць), щоб виключити можливість травмування робітників.

Специфіка умов роботи ріжучих елементів робочих частин штампів (пуансонів і матриць) полягає в тому, що вони підвергаються короткочасній циклічній дії високих локальних питомих навантажень. Наявність таких навантажень приводить до мікроруйнування і макроруйнування ріжучих кромки, а також до руйнування пуансонів. Порівняно невисока стійкість штампів чистої вирубці пояснюється вищим значенням локального питомого навантаження в порівнянні із звичайною вирубкою.



При звичайній вирубці із зростанням величини технологічного зазору питоме локальне навантаження по контактному поясоцку пуансона зменшується. Звідси витікає, що із зростанням зазору від 5 до 15 %, стійкість штампів повинна підвищуватися, це підтверджується експериментами і виробничою практикою.

Підвищення стійкості штампів можна досягти: за рахунок вживання нових методів термообробки; шляхом обліку впливу мікроструктури штампових сталей на зносостійкість пуансонів; за рахунок збільшення висоти робочих поясоцків і зменшення ухилу профілю робочих вікон матриць; поверхневою пластичною деформацією; шляхом вживання пуансонів з рифленою робочою поверхнею; об'ємною пластичною деформацією; електроерозійним легуванням. Найбільш раціональним з них є підвищення стійкості розділових штампів електроерозійним легуванням.

Електроерозійне легування із застосуванням установок моделей ЭФИ-46А, ЭФИ-78, ЭФИ-23М дозволяє формувати на робочих поверхнях пуансонів і матриць рельєф, що складається з сукупності виступів, за формою близьких до кульових сегментів, що добре протистоять руйнуванню при інтенсивній течії оброблюваного металу. Найбільш поширеними електродними матеріалами при виконанні електроерозійного легування є тверді сплави груп ТК і ВК, а також графіти марок МПГ-6, МПГ-7, МПГ-8.

Незважаючи на вище сказане, на сьогоднішній день відсутні однозначні рекомендації по використанню електродних матеріалів для конкретних виготовлюваних деталей, а також відсутні рекомендації по використанню тих чи інших режимів легування. Визначення необхідного матеріалу легуючого електроду та найбільш раціональних параметрів легування, може бути резервом підвищення стійкості штампової оснастки.

*Лях І. С., Барсук Д. В., Кейбіс Д. В., Мілаш П.Ф., Пархоменко А.О., студенти, СНАУ*

## **ПРОБЛЕМИ ЗМІЦНЕННЯ ТА РЕМОНТУ РОБОЧИХ КОЛІС РОТОРНИХ МАШИН**

Самими важливими вимогами, що пред'являються споживачами роторних машин до заводу-виробника, являються вимоги їх високої надійності, безвідмовності та довговічності.

Ці вимоги зумовлені тим, що вихід з роботи машини означає зупинку технологічного процесу, або в кращому випадку, зменшення виходу продукції.

Задачі підвищення довговічності і надійності робочих коліс роторних машин, працюючих при високих швидкостях, навантаженнях і температурах, а також в умовах абразивного, корозійного й інших видів дії робочих середовищ, можуть бути досягнуті як шляхом створення нових конструкційних матеріалів, так і шляхом розвитку і впровадження у виробництво нових методів зміцнення, в тому числі нанесення захисних покриттів. Актуальність робіт, що проводяться в цьому напрямку, очевидна і своєчасна.

Одним із відомих способів підвищення зносостійкості деталей являється зміцнення їх робочих поверхонь методом наплавлення. В якості матеріалу для наплавлення робочих коліс як правило застосовують сталіт ВК3. Наплавлення сталітом забезпечує підвищення довговічності робочих коліс у 2-3 рази. Зміцнення проводиться наплавленням у кілька шарів, що значно зменшує розбавлення верхніх шарів наплавленого покриття основним металом і покращує його якість і властивості.

Більш раціональним способом підвищення зносостійкості робочих поверхонь деталей являється нанесення металокерамічних покриттів. Це економічний метод, що дає можливість отримати міцний, щільний і рівномірний шар самого різноманітного хімічного складу.

Зносостійкими являються сплави, до складу покриття яких входять кристали карбідів і боридів у вигляді сітчатоподібних структур, зцементованих металевою зв'язкою. При цьому потрібно знижувати крихкість тугоплавкого компоненту і максимально підвищувати опір зсуву металевої зв'язки.

Не дивлячись на велику кількість використовуваних на практиці різних матеріалів наплавлення, на цей час ще не запропоновано достатньо ефективних сплавів для зміцнення ро-

бочих колес насосів та компресорів які зношуються відповідно, в наслідок гідроабразивного та газоабразивного зносу.

До деталей і інструментів, працюючих в умовах інтенсивного абразивного зносу, пред'являються вимоги високої зносостійкості робочих поверхонь.

Зносостійкістю являється загальна властивість протистояти зносу, що виникає в результаті стирання і викришування.

Поверхнєве легування деталей дозволяє збільшити їх довговічність, відновити зношені ділянки, забезпечити експлуатацію в самих жорстких умовах навантаження при економії дорогих матеріалів. До того ж легуванням можна змінювати в потрібному напрямку хімічний склад і фізико-хімічні властивості верхнього шару.

З нашої точки зору, з найбільш простих методів поверхневого легування являється електроерозійне легування (ЕЕЛ). Завдяки значній гамі матеріалів, які можна використовувати при ЕЕЛ, участю міжелектродного середовища в процесі формування поверхневих шарів, цим методом можна в широких межах змінювати механічні, термічні й інші властивості робочих поверхонь деталей.

До основних особливостей ЕЕЛ слідє віднести:

- локальну обробку поверхні (легування можна здійснювати в строго вказаних місцях, радіусом від долів міліметру і більше, не захищаючи при цьому іншу поверхню деталі);
- високу міцність щеплення нанесеного матеріалу з основною;
- відсутність нагріву деталі в процесі обробки;
- можливість використання в якості матеріалів для легування як чистих металів, так і їх сплавів, металокерамічних композицій, тугоплавких з'єднань;
- при ЕЕЛ здійснюється дифузійне збагачення поверхні деталі складовими елементами електроду;
- відсутність попередньої підготовки оброблюваної поверхні.

Технологія ЕЕЛ дуже проста, а необхідне обладнання малогабаритне, надійне і транспортабельне.

Тому, виходячи з вищевикладеного матеріалу, можна стверджувати - електроерозійне легування з поміж інших методів зміцнення є кращим для зміцнення поверхонь робочих коліс роторних машин. На нашу думку воно підвищить їх надійність і довговічність.

*Лях І. С., Барсук Д. В., Кейбіс Д. В., Олійник А.В., студенти, СНАУ*

## **ПРОБЛЕМИ ЗМІЦНЕННЯ ТА РЕМОНТУ НОЖІВ КОРЕНЕРІЗОК**

В сучасних умовах ринкової економіки дуже важливу роль має науковий підхід до ведення господарства. Особливо це стосується такої галузі сільського господарства, як скотарство. Застосування наукових методів дозволяє підвищувати продуктивність великої рогатої худоби не збільшуючи поголів'я та витрат. Особливу роль в вирощуванні великої рогатої худоби відіграє ретельний розрахунок раціону та дотримання зоотехнічних вимог в приготуванні кормів.

Темою магістерської дипломної роботи є удосконалення технології зміцнення і ремонту ножів коренерізок. В умовах базового господарства ми маємо 340 голів великої рогатої худоби, для яких розробляється щоденний раціоні в який входять коренеплоди. Відповідно необхідна лінія по їх обробці яка працює по 2 години кожен день. Виходячи з розрахунку, що ножі тупляться приблизно через 24 години роботи то їх заміну або загострення треба робити кожні 12 діб, що є незручним та економічно недоцільним.

Ножі працюють в умовах абразивного, корозійного та інших видів впливу робочих середовищ. Задачу підвищення довговічності та надійності ножів можна вирішити за рахунок застосування високоміцних нержавіючих сталей та сплавів, що тягне за собою великі витрати як дорогих матеріалів так і метало ріжучого інструменту. Постійна недостача інструментів та дефіцитних матеріалів призводить до зниження ефективності виробництва, ускладнює забез-

печення якості продукції.

До інструментальних матеріалів пред'являються певні вимоги. По-перше, матеріал повинен мати високу твердість. Причому значне перевищення його твердості в порівнянні з твердістю оброблюваної заготовки повинне зберігатися в процесі різання. По-друге, важливою вимогою є досить висока міцність інструментального матеріалу, оскільки при недостатній міцності відбувається викришування різальних кромки або поломка інструменту. По-третє, різальна частина інструменту повинна мати високу зносостійкість в умовах високих тисків і температур, що створюються в зоні контакту інструменту з матеріалом який використовується в процесі різання.

Застосування традиційних методів підвищення різальних властивостей інструментів за рахунок складного легування інструментальних матеріалів нині великою мірою обмежено із-за дефіцитності ряду елементів. Особливо гостро ця ситуація проявляється в Україні, яка не має в розпорядженні таких необхідних елементів для високолегованих сплавів, використовуваних у виробництві металорізальних інструментів, як нікель, хром, ванадій, молібден, вольфрам. У зв'язку з цим актуальним завданням є створення принципово нових інструментальних матеріалів (композиційних), типу "основа - покриття" які мають підвищену поверхневу зносостійкість з відносно високою міцністю і в'язкістю.

Великого поширення в промисловості набули зносостійкі покриття різальної частини інструменту карбідами і нітридом титану, молібдену, ніобію, цирконію, окислом алюмінію завдяки чому створюються шари з різними властивостями. Ідея багатошарового інструменту у такому вигляді дає великий ефект, проте забезпечити таким шляхом самозаточування інструменту доки не вдається.

На Україні ведуться роботи із створення фізичних методів нанесення зносостійких покриттів. Один з найбільш ефективних методів підвищення зносостійкості різального інструменту - електроерозійне легування (ЕЕЛ), що еродує, на поверхню катода-деталі або насичення (легування) поверхневого шару катода елементами, що входять до складу матеріалу анода.

З появою методу ЕЕЛ зміцнення металорізального інструменту стало першою сферою його застосування. При цьому використовувалася можливість підвищення твердості і зносостійкості сталевих інструментів, у тому числі і загартованих. Зміцненню піддаються різальні грані інструменту, що менш зношуються при роботі, щоб створити умови, близькі до його самозаточування. ЕЕЛ зміцнюють різці, фрези, розгортки, пили по металу та ін. В результаті ЕЕЛ термін служби деяких видів інструменту підвищився до 20 разів. При цьому у багатьох випадках виявилось можливим замінити високолеговані сталі звичайними вуглецевими, яким легше надати механічною обробкою необхідної складної форми, потім загартувати і вже в готовому виді методом ЕЕЛ збільшити твердість і зносостійкість робочих граней.

Переваги методу полягають в високій міцності щеплення нанесеного матеріалу з основою, можливість проведення процесу в локальному місці, підвищення міцності, корозійної стійкості.

*Лях І. С., Барсук Д. В., Кейбіс Д. В., Олійник А.В., студенти, СНАУ*

## **ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ**

Більшість головних вузлів і деталей центробіжних компресорів, насосів, турбін і інших машин працюють при високих швидкостях, навантаженнях і температурах, а також в умовах корозійного, абразивного і інших видів впливу робочого середовища.

Вирішення проблеми, пов'язаної з збільшенням терміну роботи машин, напряму залежить від підвищення зносостійкості і надійності вузлів тертя. При великому різноманітті умов роботи деталей найбільш навантаженим в них є поверхневий шар. Тому реальний ресурс роботи машини, напряму визначається якістю поверхневого шару деталей.

Таким чином, створення поверхневих шарів з особливими властивостями для вузлів тертя ПК, є актуальною проблемою.

На сучасному етапі, технічні служби підприємств велику увагу приділяють розвитку системи діагностики і підвищенню якості технічного обслуговування машин і обладнання. Оптимальним вирішенням проблем, зв'язаних з підвищенням надійності і довговічності ПК, є їх модернізація технічними і конструктивними методами.

З літературних джерел [1-2], встановлено, що одною з основних причин руйнування підшипника є його перегрів. З підвищенням температури знижується в'язкість масла і збільшується ймовірність заклинення підшипника і цапфи, що в кінцевому результаті призводить до виплавлення вкладиша.

Як правило вкладиші підшипників (ВП) виготовляють за наступною технологією, перед заливанням бабіту поверхня сталюгого вкладиша піддається луженню. При цьому на площах фактичного контакту поверхонь діють сили молекулярного притягування, які проявляються на відстанях в десятки разів перевищуючих міжрядні в кристалічних ґратках, і збільшуються при підвищенні температури. Перехідний шар, який забезпечує міцний металевий зв'язок, при цьому відсутній, що негативно впливає на якість заливки бабіту, теплопровідність і роботоздатність підшипника в цілому.

На основі аналізу технології виготовлення ВП, вивчення умов їх роботи і причин виходу з ладу пропонується на сталюну підкладку наносити проміжний шар з міді.

Існує велика кількість методів нанесення покриттів із м'яких матеріалів на сталюні вироби (гальванічний спосіб, металізація наплавленням, електроерозійне легування і ін.). Порівняння їх переваг і недоліків дозволило обґрунтовано виявити як найбільш перспективний метод електроерозійного легування, який забезпечує міцне щеплення нанесеного матеріалу з підкладкою, що є найбільш важливим в даній технології.

Крім того в подальших дослідках, направлених на вдосконалення конструкції ПК, особливу увагу необхідно приділити технічним рішенням, які дозволять понизити температуру несучої гідродинамічної плівки.

Таким чином для забезпечення виконання вище вказаних перспективних напрямків підвищення якості ПК необхідно вирішити ряд задач:

- виявити залежність якісної характеристики поверхневих шарів, сформованих ЕЕЛ, від технічних параметрів процесу при легуванні сталі 20 міддю;
- провести якісну оцінку структури і властивостей граничних шарів між перехідним шаром із міді і бабіту;
- вивчити вплив перехідних шарів на міцність з'єднання бабітового шару і підкладки із сталі 20.
- розробити конструктивні рішення, направлені на забезпечення якості роботи ПК, зниження температури в парі тертя шип-вкладиш, підвищення несучої здатності підшипника.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тарельник В. Б., Марцинковський В. С., Антошевський Б. Комбинированая технология упрочнения и ремонта подшипниковых шеек роторов // Компрессорная техника пневматика.- Москва, 2004.-№8.- С.31 - 36.
2. Гуляев А. П. Металловедение.- М.: Металлургия, 1986.- 544 с.

*Лях І. С., Барсук Д. В., Кейбіс Д. В., Мілаш П.Ф., Пархоменко А.О., студенти, СНАУ*

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Сільськогосподарське виробництво відрізняє як різноманіття самих машин, так і різноманіття умов їхнього використання. Умови, що значно впливають на зношування деталей і

вузлів сільськогосподарської техніки, — це температура навколишнього повітря, якість застосовуваного палива і мастильних матеріалів, склад ґрунту, рівномірність навантаження в процесі роботи, своєчасність і якість виконання технічного обслуговування й експлуатаційних ремонтів.

У процесі експлуатації тракторів та автомобілів надійність, яка закладена в них при конструюванні і виробництві, знижується внаслідок зношування деталей, корозії, втоми і старіння матеріалу та інших шкідливих процесів, що протікають у машинах. Шкідливі процеси викликають появу різних несправностей і дефектів, усунення яких стає необхідним для підтримки техніки в працездатному стані. Звідси виникає об'єктивна потреба в технічному обслуговуванні і ремонті.

Всі основні деталі тракторів та автомобілів є досить складними в конструкційному та технологічному відношенні і на їхнє виготовлення затрачається багато праці, чорних і кольорових металів, у тому числі легованих сталей. В зв'язку з цим виникає гостра потреба в підвищенні їх надійності та довговічності.

Для підвищення довговічності взаємодіючих деталей застосовуються різні технологічні способи їх відновлення та зміцнення. До них відносяться: термічна, хіміко-термічна, фізико-хімічна обробка робочих поверхонь деталей, поверхневе пластичне деформування, гальванічні покриття, металізація напилюванням і наплавлення поверхонь, електроерозійне легування та ін. Основною задачею застосовуваних методів є підвищення якісних параметрів поверхневого шару: підвищення твердості і мікротвердості, зниження шорсткості, підвищення зносостійкості і відновлення спрацьованих ділянок поверхонь, зміна величини і знака залишкових напруг, збільшення втомлювальної міцності і т.п.

Останнім часом для зміцнення деталей машин широке поширення одержав процес азотування іонізованим азотом у плазмі тліючого розряду — іонне азотування (ІА). Спосіб ІА полягає в обробці деталі потоком іонів азоту. В результаті останні проникають на контрольовану глибину до 1 мм. Загальна товщина дифузійного шару досягає 0,4-1,0 мм, причому шар у декілька мікрон складається тільки з нітридів заліза і має максимальну твердість.

Іонне азотування проводять в розрідженій азотовмісній атмосфері з підключенням азотованих деталей до від'ємного електроду (катода). Анодом є контейнер установкисечі. Між катодом (деталлю) і анодом збуджується тліючий розряд. Іони газу бомбардуючи поверхню деталі, нагрівають її до температури насичення.

Для отримання покриттів із нітридів використовують установку, оснащену герметичною камерою, через яку прокачують суміш азоту з воднем, причому відношення  $N_2 / H_2$  коливається в межах 0,5-2,0. Потрібна чистота потоку іонів складає 90%. Робочий тиск в камері 0-665 Па, напруга розряду 400-800 В, струм 0-1А, температура нагріву деталі при обробітку 300-500°C, що порівняно з іншими методами зміцнення, відносно не велика.

Процес іонного азотування відбувається в два етапи: перший – очищення деталі катодним розпиленням і другий саме насичення. Катодне розпилення проводять на протязі 5-60 хв. при напрузі 1100-1400В і тиску 13-26 Па. При катодному розпиленні температура поверхні азотованої деталі не перевищує 250°C. Саме азотування проводять при температурі 470-580°C, та при розрідженні 130-1300 Па і робочою напругою 400-1100В.

Перевагами ІАв порівнянні із звичайним рідинним і газовим азотуванням полягають в можливості цілеспрямованого контролю структури отриманого поверхневого шару, застосуванні низьких температур (до 500 °С), відсутність викривлення, виключенні наводнення, нешкідливість і екологічна безпека процесу, скорочення тривалості обробки. Тривалість іонного азотування коливається в межах 0,5 - 36 год залежно від необхідної глибини зміцненого шару.

Таким чином, слід зазначити, що в даний час існує велика кількість різних методів підвищення якості поверхневих шарів деталей, кожний з них має свою технологічну нішу, переваги та недоліки.

Після відновлення ремонтних розмірів деталі (любим існуючим способом) нами, в якості відновлення зміцненого поверхневого шару, який зникає при зносі, запропонований метод

іонного азотування, який набирає в останній час найбільшого розповсюдження і який можна використовувати при ремонті практично для усіх деталей сільськогосподарської техніки.

Слід відмітити що для більш раціонального використання ІА для зміцнення відновлених деталей необхідно вибрати обладнання та енергетичні режими його вживання.

*Винограденко Р. В., Желіба Г. В., Білера Є. А., студенти, СНАУ*

## **ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

Багато деталей сільськогосподарських машин працюють в умовах тертя і піддаються дії ударних і вигинаючих навантажень. Такі деталі мають бути твердими, зносостійкими, міцними і одночасно в'язкими, пластичними. Це досягається поверхневим зміцненням. Одним з методів підвищення довговічності деталей є обробка деталей **холодним пластичним деформуванням**.

Основна причина руйнування деталей, що знаходяться в умовах циклічних навантажень це недостатній опір втоми. Втомне руйнування починається, головним чином, з поверхневого шару, тому межа витривалості в значній мірі залежить від стану поверхні деталі, наявності концентраторів напружень.

Для таких деталей, як колінчасті вали поворотні кулаки, шарові пальці, шарові опори, піввісі, торсіонні вали, підвищення опору втоми застосовують обкатування роликowymi інструментами.

Підвищення межі витривалості при змінних навантаженнях обумовлено утворенням в поверхневому шарі сприятливих стискаючих залишкових напружень. Одночасно із створенням залишкових напружень підвищується твердість і зменшується шорсткість поверхні. У результаті одночасного обкатування всіх перехідних поверхонь (галтелей) шатунних і корінних шийок сталевих колінчастих валів дизельних двигунів втомна міцність підвищується на 15-18%.

Завданням технології **плазмового зміцнення** є здобуття на деталі зміцненого шару із заданими експлуатаційними характеристиками (зносостійкість, міцність, тріщиностійкість, витривалість і ін.).

Виділяють два напрями використання плазмового нагріву. Перше зв'язане з використанням нагріву, здійснюваного плазмою тліючого розряду у вакуумній камері при тиску залишкового повітря 1,33-13,3 Па. Цей процес набув поширення для хіміко-термічної обробки інструменту і інших малогабаритних деталей. До недоліків способу слід віднести наявність вакуумної камери і обмеження оброблюваних деталей її розмірами. Крім того, щільність потужності, що передається оброблюваній деталі, невелика.

Другий напрям вживання плазмового нагріву базується на використанні стислої дуги прямої або непрямої дії, що генерується спеціальним плазмотроном. Під впливом стінок каналу сопла і струменя плазми утворюючого газу стовп дуги стискується, його поперечний перетин зменшується, а температура в центральній частині стовпа дуги підвищується до 10000-50000 К. В результаті внутрішній шар, дотичний із стовпом дуги, перетворюється на плазму, а зовнішній шар, що омиває стінки каналу сопла, залишається порівняно холодним, утворюючи електричну і теплову ізоляцію між потоком плазми і каналом сопла. Цей охолоджений шар газу перешкоджає відхиленню стовпа дуги від заданого напрямку і замиканню його на стінку каналу сопла. Напряга стислої дуги складає 60-200 В, що в 3-10 разів більше, ніж у вільній дузі.

Плазмове зміцнення без оплавлення поверхні найбільш поширене, оскільки дозволяє в широких межах регулювати твердість, розміри і експлуатаційні характеристики оброблюваної зони при збереженні високої якості поверхні.

Таким чином, для підвищення довговічності деталей сільськогосподарських машин, в залежності від їх технологічних особливостей та собівартості процесу підвищення якості їх

поверхневих шарів, слід використовувати метод холодного пластичного деформування або плазмове зміцнення.

*Винограденко Р. В., Желіба Г. В., Білера Є. А., студенти, СНАУ*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТОРЦЕВИХ УЩІЛЬНЕНЬ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОГО ЛЕГУВАННЯ**

В даний час торцеві ущільнення знайшли широкого застосування у дорожньо-транспортній техніці (у ротаційних бензонасосах, коробках передач, гідротрансформаторах і гідродинамічних гальмах важких вантажних автомобілів), енергетичній (у конденсатних і живильних насосах котельних агрегатів, у водяних турбінах і в системі охолодження генераторів, вентиляторів та в ядерних енергетичних установках), хімічній і нафтовій промисловості (герметизують вали перемішувальних пристроїв, випарників і змішувачів, каландрів, що підігріваються парою, центрифуг, вентиляторів і насосів, що працюють із різними середовищами). Такі ущільнення мають ряд переваг: висока герметичність у порівнянні з аналогами, високий ККД, висока зносостійкість та довговічність, добра робота за наявності биття вала. Торцеві ущільнення є найбільш досконалими ущільненнями обертових валів змішувальних пристроїв. Вони дозволяють практично повністю запобігти просочуванню чи попаданню повітря в робоче середовище приладу в місті виходу з нього вала. Але, незважаючи на ряд переваг, в процесі роботи робочі поверхні ущільнень зношуються і потребують відновлення. Тому задача підвищення якості їх робочих поверхонь надзвичайно актуальна для машинобудівельної галузі.

Одним з перспективних методів відновлення робочих поверхонь торцевих ущільнень є метод електроерозійного легування (ЕЕЛ), який забезпечує високу твердість та зносостійкість робочої поверхні.

Спосіб ЕЕЛ металевої поверхні заключається в переносі матеріалу на оброблювану поверхню іскровим електричним розрядом.

В процесі роботи торцевого ущільнення робоча поверхня контактуючих деталей іноді зношується на товщину зміцненого шару. Для створення нового твердого зносостійкого поверхневого шару з ми пропонуємо використовувати при ЕЕЛ графітові електроди.

Спосіб ЕЕЛ графітовим електродом оснований на процесі дифузії і має схожість з різновидом хімічно-термічної обробки – цементації. По зрівнянню зі звичайною цементацією, спосіб цементації робочих органів торцевих ущільнень ЕЕЛ не тільки має всі переваги, а саме зміцнення поверхні деталі при збереженні властивостей вихідного матеріалу, а й попереджує її короблення, а малогабаритні установки дозволяють виконувати зміцнення на різних видах металообробного обладнання. Продуктивність процесу при цьому складає 1-5 хв/см<sup>2</sup>. При ЕЕЛ графітовим електродом зміцнення поверхні деталі відбувається за рахунок дифузійних процесів, які полягають в насиченні її вуглецем, при достатньо високій температурі (до 10000°C), з наступним швидким охолодженням самої деталі до температури навколишнього середовища. При цементації сталевих деталей методом електроерозійного легування товщина відновлюваного шару залежить від енергії розряду і часу легування. З підвищенням часу і енергії розряду легування товщина шару збільшується, але при цьому збільшується і шорсткість поверхні. Для зниження шорсткості поверхні після електроерозійного легування графітовим електродом застосовують методи поверхнево-пластичного деформування. Але слід відмітити, що використання методів поверхнево-пластичного деформування не завжди призводять до бажаних результатів. Ми пропонуємо після ЕЕЛ вуглецем проводити поетапне легування тим же електродом. На кожному наступному етапі необхідно використовувати режим ЕЕЛ з такою енергією розряду, при якій шорсткість нелегованого матеріалу була б в 2-3 рази нижчою, чим на попередньому етапі. Один прохід відповідає 100% обробки всієї поверхні виробу з продуктивністю, яка відповідає використаній енергії розряду.

Проведені дослідження показали, щоб максимально знизити шорсткість відновлюваної

поверхні при ЕЕЛ графітом, потрібно проводити його в три етапи. На першому етапі провести ЕЕЛ графітом при  $W_p=2,83$  Дж (з енергією розряду, яка відповідає зниженню величини шорсткості приблизно в 2 рази, з 11,9-14,0 до 5,7-6,9 мкм.) з продуктивністю 0,5 хв/см<sup>2</sup>. Шорсткість поверхні після цього буде становити  $R_a=6,3-6,9$  мкм. На другому етапі при  $W_p=0,9$  Дж (з енергією розряду, яка відповідає зниженню величини шорсткості приблизно в 3 рази, з 6,3-6,9 до 1,7-2,1 мкм.) з продуктивністю 2 хв/см<sup>2</sup>. Шорсткість поверхні буде  $R_a=1,7-2,2$  мкм. На третьому етапі при  $W_p=0,1$  Дж (з енергією розряду, яка відповідає зниженню величини шорсткості приблизно в 2 рази, з 1,7-2,2 до 0,8-0,9 мкм.) з продуктивністю 2 хв/см<sup>2</sup>. Шорсткість поверхні буде відповідати  $R_a=0,8-0,9$  мкм. Після проведення такої обробки отримуємо бажану поверхню.

Слід відзначити, що одно-етапне електроерозійне легування графітовим електродом, для зниження шорсткості поверхні після електроерозійної цементації з енергією розряду 6,8 Дж. на будь-якому режимі не дозволить отримати бажаних результатів. Так, наприклад, наступне легування при  $W_p=0,1$  Дж. з продуктивністю 25 хв/см<sup>2</sup> дозволяє знизити шорсткість поверхні до  $R_a=1,6-1,9$  мкм, що не є достатнім. Отже, потрібно застосовувати електроерозійне легування графітом в три етапи, тоді можна досягти найменшої шорсткості поверхні.

*Винограденко Р. В., Желіба Г. В., Білера Є. А., студенти, СНАУ*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ**

Основною проблемою при зварюванні чавуну є підбір під кожен марку вітчизняного або імпортного чавуну технології і режимів зварювання, а також матеріалів для зварювання та легування. Чавун зварюють, виправляючи брак у чавунних виливках, під час ремонтних робіт (наприклад, при зварюванні тріщин у блоках циліндрів двигунів, у станинах верстатів і пресів), а також при виготовленні зварно-литих конструкцій з високоміцних чавунів і наплавлюванні шийок на колінчастих чавунних валах автомобільних двигунів. Основні труднощі в таких роботах пов'язані з утворенням у зварному з'єднанні зони вибілювання — структур цементиту. Останні виникають внаслідок швидкого охолодження нагрітого вище точки (723° С) чавуну і появою в зв'язку з цим у зоні термічного впливу структур гартування (мартенситу, троститу та ін.). Чавун з такими структурами дуже твердий і крихкий, його важко обробляти звичайним різальним інструментом, до того ж він дуже схильний до утворення тріщин. Тому основним завданням при зварюванні чавуну є виготовлення зварного з'єднання з однаковою твердістю металу шва і перехідних зон, яке б не мало тріщин і яке б можна було механічно обробляти. У практиці застосовують багато способів і прийомів зварювання чавуну, які можна поділити на три групи: гаряче, напівгаряче і холодне зварювання.

Гаряче зварювання виконують з попереднім і супровідним підігріванням усього виробу до 400—600° С в горнах, печах або інших пристроях, опалюваних деревним вугіллям, коксом тощо. Найчастіше зварюють ацетилено-кисневим полум'ям. Як присадний метал застосовують чавунні стержні діаметром 5—15 мм, які містять 3—3,5% С і 3—4,6% Si.

Цей спосіб застосовують для зварювання найважливіших деталей або деталей, які мають складну форму (блоки циліндрів, станини та ін.).

Напівгаряче зварювання. При напівгарячому зварюванні деталь нагрівають до температури 250—450° С переважно в місцях зварювання. Такий спосіб застосовують для деталей невеликої товщини і при невеликому об'ємі наплавленого металу. Зварюють ацетилено-кисневим полум'ям і рідше – електродуговим способом вугляними електродами. Зварені деталі, як і при гарячому способі, засипають сухим піском або шлаком для повільного остигання.

Холодне зварювання чавуну здійснюють без попереднього підігрівання виробу. Для цього найчастіше використовують дугове зварювання стальними електродами, електродами з кольорових металів (мідними, мідно-залізними, мідно-нікелевими) і порошковим дротом.



Зварювання сталевими електродами (УОН1 13/15 тощо) застосовують під час ремонту неважливих деталей, які після зварювання не потребують механічної обробки. Зварюють електродами невеликого діаметра при малій силі струму так, щоб основний метал не встигав розігріватися.

Зварювання електродами з монель-металу (70% Ni, 30% Cu) застосовують тоді, коли потрібний м'який метал шва, який легко піддається механічній обробці.

Низькотемпературне газове зварювання-паяння чавуну латунними присадками з застосуванням спеціальних флюсів також забезпечує високу якість зварного з'єднання. Зварювальні кромки при цьому нагріваються не до температури плавлення, а лише до 723° С, тому тут зона вибілювання і гартівні структури не утворюються. Технологічні прийоми зварювання-паяння аналогічні до тих, що застосовуються при зварюванні.

*Панасейко С. В., Корниєнко С. В., студенти, СНАУ*

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МОЛОТКІВ КОРМОДРОБАРОК**

В процесі експлуатації дробарок, соломосилосорізок та інших кормоподрібнюючих машин найбільш сильно зношуються робочі органи (молотки, ножі, пальці, протиріжучі пластини) та деталі механізмів передач, порушується балансування, виникають вібрації рам чи корпусів.

Найбільш лімітуючими деталями, несправність яких приводить до неякісного приготування кормів та визначаючих найбільш часті зупинки дробарок є дробильні молотки.

Дробильні молотки ремонтують, коли граничне значення зносу по висоті при подрібненні зерна складає не більш 3 мм, а при отриманні сінної муки - 4мм.

Коли знос робочої грані дробильних молотків досягає граничного значення, їх переставляють. Так роблять до тих пір, доки не будуть використані усі чотири робочі грані. Після цього молотки замінюють як правило новими з сталі 65Г чи звичайної вуглецевої сталі з послідувальною термообробкою та наплавкою зміцнюючих сплавів.

Більш раціональним способом підвищення зносостійкості робочих поверхонь деталей являється нанесення металокерамічних покриттів. Це економічний метод, що дає можливість отримати міцний, щільний і рівномірний шар самого різноманітного хімічного складу.

Поверхнєве легування деталей дозволяє збільшити їх довговічність, відновити зношені ділянки, забезпечити експлуатацію в самих жорстких умовах навантаження при економії дорогих матеріалів. До того ж легуванням можна змінювати в потрібному напрямку хімічний склад і фізико-хімічні властивості верхнього шару.

Найбільш перспективним методом нанесення захисних зносостійких покриттів є метод електроерозійного легування (ЕЕЛ), який має низку переваг перед іншими методами. Це перш за все висока міцність зчеплення нанесеного матеріалу з основою; можливість проведення процесу в локальному місті; збільшення міцності, корозійної стійкості, зносу - та жаростійкості поверхонь, які труться. Але при ЕЕЛ термооброблених деталей під шаром підвищеної міцності може виникнути зона отпуску - ділянка з пониженою міцністю, що в кінцевому випадку може негативно сказатися на робочій здібності деталей.

Якість поверхневих слоїв виробів можна збільшити за рахунок зміцнення їх ЕЕЛ з послідувочим чи попереднім іонним азотуванням (ІА).

Спосіб зміцнення ІА заключний в обробці поверхневого шару деталі потоком іонів азоту. В результаті останні проникають в поверхневий шар деталі на контрольовану глибину. Загальна товщина дифузійного шару досягає 0,4...1,0 мм, при цьому шар в декілька мікрон складається тільки з нітридів заліза та володіє максимальною міцністю. ІА проводять в розрядженій азотовмісній атмосфері з підключенням азотуємих виробів до від'ємного електроду (катода). Анодом є контейнер установки печі. Поміж катодом (виробом) та анодом збуджується тліючий розряд. Іони газу, бомбардуючи поверхню виробу, нагрівають її до темпера-

тури насичення. Для отримання нітридних покриттів використовують установку, оздоблену герметичною камерою, через яку прокачують суміш азоту з воднем, при чому відношення  $N_2/H_2$  коливається в межах 0,5 – 2,0. Потрібна частота потоку іонів складає 90%.

Для проведення експериментальних робіт по ІА нами використовувалась електропіч іонна ковпакові вакуумна модель «НГВ – 6,6/6 – ІІ» що складається з слідуєчих основних вузлів: камера нагрівання, механізм підйому ковпака, вакуумна система, система водоохолодження, система електроживлення, автоматики і контролю, система електробезаварійності, система подачі газу.

В результаті проведених експериментальних робіт встановлено, що застосування комбінованої технології ЕЕЛ з попереднім чи послідуєчим ІА суттєво збільшує зону підвищеної твердості та суцільності до 100%.

До практичного застосування можуть бути рекомендовані квазімногочарові комбіновані електроерозійні покриття складу  $VK8 + Cu + VK8$  з послідуєчим чи попереднім ІА, які мають низьку шорсткість ( $Ra = 0,6$  мкм), 100% суцільність, значну глибину сформованого шару та мікротвердість, що плавно знижується по мірі заглиблення та досягає на поверхні 9500 МПа.

Тому виходячи з вищевикладеного матеріалу, можна стверджувати електроерозійне легування з поміж інших методів зміцнення є кращим для зміцнення робочих поверхонь молоткових подрібнювачів. Це в свою чергу підвищить її надійність, довговічність і безвідмовність.

*Панасейко С. В., Корниєнко С. В., студенти, СНАУ*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ВІД ФРЕТТИНГ-КОРРОЗІЇ МЕТОДОМ МЕТАЛОПЛАКУВАННЯ**

Подальший розвиток і удосконалювання різних областей машинобудування ставлять нові й усе більш складні задачі по підвищенню довговічності і надійності деталей, що працюють при підвищених навантаженнях, високих температурах і великих швидкостях тертя.

В основі фреттинг – корозії лежить процес зварювання, який значно погіршує якість поверхонь, що призводить до зниження втомної міцності. Процес зварювання і фреттинг-корозія виникає під дією значних питомих тисків при відносному коливальному русі, яке при малому значенні є достатнім для виникнення фреттинг-корозії. Фреттинг-корозія володіє низкою відмінних рис порівняно з іншими видами руйнування поверхонь, основними з яких являються:

- мала швидкість відносного переміщення контактуючих поверхонь;
- мала амплітуда зміщень утрудняє видалення продуктів зносу із зони контакту.

Процес фреттинг-корозії відрізняється великою інтенсивністю руйнування кисень посилює пошкодження і продуктами фреттинг-корозії є окисли металів. Найчастіше фреттинг-корозія розвивається при різних пресових посадках на обертових валах, як у випадку опорного валка. Існує ряд гіпотез про природу фреттинг-корозії, і пропонуються різні методи запобігання фреттинг-корозії, фізична природа якої не встановлена. Тому вивчення механізму і розробка способу запобігання фреттинг-корозії є актуальною проблемою.

З метою поліпшення експлуатаційних властивостей пластичних змащень у них уводять поверхнево-активні речовини, порошкоподібні метали, їхні окисли й т. ін. Металеві порошки й пудри алюмінію, заліза, золота, срібла, міді, свинцю, бронзи, латуні й ін. поліпшують в антифрикційних змащеннях противозадирні й противозносні властивості.

При використанні металлоплакуючих мастильних матеріалів реалізується ефект незношуваності, що проявляється в тім, що на тертьових деталях у процесі роботи вузлів тертя формується тонка, що важко піддається окислюванню, захисна металева плівка, що самовідновлюється, з уведених у мастильні матеріали присадок. Товщина плівки становить від декі-

льких атомних шарів до 1-2 мкм.

Використання металлоплакуючих мастильних матеріалів дозволяє підвищити довговічність вузлів тертя в 2-3 рази, знизити втрати на тертя на 30-200 % і тим самим підвищити ККД машин і встаткування, зменшити витрати мастильних матеріалів, до 3 разів збільшити період між мастильними роботами.

У результаті аналізу конструктивних особливостей пружних муфт, основних причин виникнення фретинг-корозії й вивчення відомих методів боротьби з нею, виявлені резерви до підвищення надійності й довговічності її гнучких елементів. Фретинг-корозію контактуючих деталей можна зменшити або повністю виключити за рахунок зміни якісних параметрів їхніх поверхневих шарів шляхом нанесення корозійно-стійких мастильних матеріалів.

УДК 621.9.048

*Волюшко Т.П., ст. викладач, Омельченко Б., магістрант, Криводід А.Л., магістрант, СНАУ*

## **ПРОБЛЕМИ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ РЕНОВАЦІЇ РОТОРІВ ГВИНТОВИХ КОМПРЕСОРІВ КОМБІНОВАНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ. ЧАСТИНА 1**

### **Вступ**

Розрахунки собівартості продукції промислових підприємств показують, що однією з головних витратних статей є затрати на електроенергію, в структурі яких одними з найбільших є затрати на виробництво стисненого повітря.

Світовою тенденцією розвитку технології стисненого повітря є все більш широке застосування гвинтових компресорних установок, які всюди витісняють інші типи компресорів, що підтверджується структурою випуску повітряних компресорів в такий технічно розвиненій країні, як Японія [1]. Гвинтові компресори (ГК) застосовуються в металургійній, гірничодобувній, хімічній, машинобудівній, транспортній, переробній, сільськогосподарській та інших галузях народного господарства. Їх економічність, компактність, мобільність, можливість регулювання в повній мірі відповідають енергозберігаючим технологіям.

При дотриманні необхідних умов експлуатації ресурс ГК досягає 40 і більше тисяч годин. Вузлами, які обмежують їх ресурс, є підшипники, в яких встановлені ведучий і ведений гвинти (ротори). Для нормальної і тривалої роботи підшипників необхідно виконання двох умов: забезпечення їх температурного режиму в допустимих межах (максимум 80 °С) та високоякісне масло.

Якщо при експлуатації компресора мають місце тривала робота на гарячому маслі та (або) відбуваються його часті пуски й зупинки, а також інші перевантаження, то підшипники кочення можуть передчасно вийти з ладу. Це може спричинити за собою аварію, пов'язану з заклинюванням роторів, «схоплюванням» матеріалів роторів і корпусу, руйнуванням дотичних поверхонь роторів (стрічок). Ремонт такого компресора може бути виконаний тільки в заводських умовах, а в окремих випадках необхідна заміна компресорного блоку на новий. Тому роботи, спрямовані на вдосконалення технології реновації ГК досить актуальні та своєчасні.

### **Аналіз основних досліджень і публікацій**

Ротори ГК обертаються всередині корпусу, що їх охоплює. Точне шліфування профілів зубів, наприклад, в компресорах типу CF фірми GHH-Rand дозволяє допустити дуже малі зазори між сполученими зубами роторів (0,02 - 0,03 мм) і звести до мінімуму протікання робочого середовища з порожнин з підвищеним тиском на всмоктування [2, 3].

Як зазначалося вище, в процесі роботи у роторів зношуються посадкові місця під підшипники та робочі поверхні стрічок (рис. 1). Знос стрічок, як правило, не перевищує 0,3 мм на діаметр, тим не менш, з огляду на малі зазори від самого початку, це може привести до значного зниження продуктивності компресора.

Сучасні ремонтні технології дозволяють значно підвищити фізико-механічні характеристики поверхонь деталей. Основним їх завданням, поряд з відновленням зношених ділянок

поверхні, є підвищення таких якісних параметрів поверхневого шару, як твердість, зносостійкість, зниження шорсткості, зміна величини і знаку залишкових напружень, збільшення втомної міцності та ін. [4].

Одним із шляхів поліпшення якості поверхневого шару й зниження вартості ремонту машин є багаторазове відновлення форми деталей металопокриттям і забезпечення їх взаємозамінності.

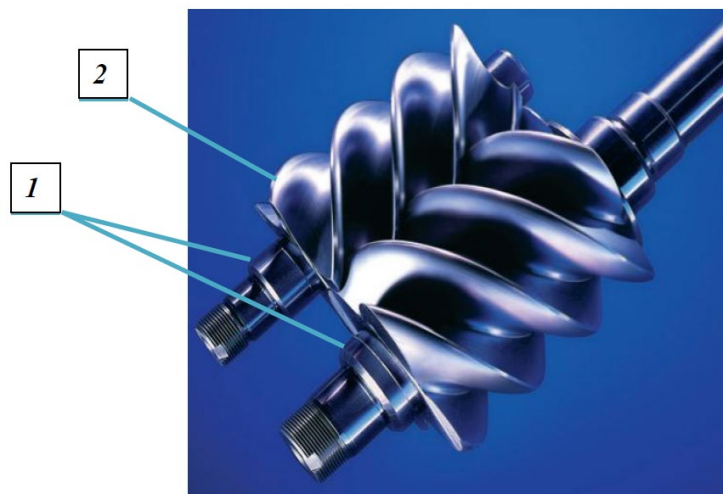


Рис. 1. Місця зносу роторів гвинтового компресора: 1 - посадочні місця під підшипники; 2 - робочі поверхні стрічок

Аналіз науково-технічної літератури показав, що немає однозначно визначеного методу підвищення якості поверхневого шару деталей машин, який був би застосований при будь-яких заданих умовах.

Одним з найбільш простих з технологічної точки зору методів поверхневого зміцнення, відновлення деталей і нанесення захисних покриттів є електроерозійне легування (ЕЕЛ). Технологічна сутність ЕЕЛ полягає в перенесенні легуючого матеріалу анода на леговану поверхню з іскрового розряду в повітряному середовищі. Перенесений матеріал анода легує катод і, з'єднуючись хімічно з атомарним азотом повітря, вуглецем і матеріалом зміцнюваного виробу, утворює на поверхні останнього дифузійний зносостійкий шар. Завдяки значній гамі металів, які можна використовувати при ЕЕЛ, участі міжелектродного середовища в процесі формування поверхневих шарів, цим методом можна в широких межах змінювати механічні, термічні, електричні, термоємісійні й інші властивості робочих поверхонь деталей.

До основних особливостей ЕЕЛ слід віднести локальну обробку поверхні; високу міцність зчеплення нанесеного матеріалу з основою; відсутність нагріву деталі в процесі обробки; можливість використання в якості матеріалів, що оброблюються як чистих металів, так і їх сплавів, металокерамічних композицій, тугоплавких сполук і т. п.; дифузійне збагачення поверхні катода (деталі) складовими елементами анода (електрода) без зміни розмірів деталі; відсутність необхідності спеціальної підготовки поверхні [5].

Однак ЕЕЛ термооброблених деталей не завжди приводить до бажаного результату. Причиною виходу з ладу деяких з них є те, що під шаром підвищеної твердості після ЕЕЛ з'являється зона відпустки – зона зниженої твердості. Це призводить до продавлювання зміцненого шару і, як наслідок, до швидкого зносу деталі. ЕЕЛ в даному випадку принесе шкоду, особливо якщо допустимий знос легованої поверхні перевищує товщину шару підвищеної твердості [6].

Згідно [7] «провал» твердості в зоні термічного впливу можна усунути шляхом застосування після ЕЕЛ додаткової обробки для створення наклепу методом поверхневого пластичного деформування. Однак, слід зазначити, що в даному випадку загального підвищення твердості в перехідній зоні не спостерігається.

Згідно [8] проведення іонного азотування (ІА) до або після ЕЕЛ дозволяє усунути зони зниженої твердості при використанні електродів з чистих твердих зносостійких металів. Крім

того, спостерігається плавна зміна твердості зміцненого шару і збільшення загальної глибини зони підвищеної твердості.

Відомий спосіб цементації сталевих деталей електроерозійним легуванням (ЦЕЕЛ) [9, 10], коли при ЕЕЛ в якості електрода використовують графіт (вуглець). Спосіб ЦЕЕЛ має ряд переваг, основними з яких є:

- досягнення 100% суцільності зміцнення поверхневого шару;
- підвищення твердості поверхневого шару деталі за рахунок дифузійно-загартувальних процесів;
- легування можна здійснювати в строго зазначених місцях, не захищаючи при цьому решту поверхні деталі;
- відсутність об'ємного нагріву деталі, а, отже, поводок і викривлення.

З метою зниження шорсткості поверхні деталей машин, зі збереженням якості поверхневого шару (відсутність мікротріщин, наявність шару підвищеної твердості, 100% -а суцільність й ін.) і таким чином розширення області їх застосування, запропоновано ЦЕЕЛ проводити поетапно, знижуючи на кожному етапі енергію розряду [11, 12].

В [13] описаний ремонт роторів ГК, що працює в АП «Шахта ім. А.Ф. Засядька». В результаті аварії компресорної установки КУ ВВ 50/8 - У3, стався осьовий зсув веденого гвинта (матеріал сталь 40, твердість ~ 150 НВ) компресорного блоку CF 246 G (заводський № 497457), що призвело до задирання поверхонь крайки зубів по зовнішньому діаметру ( $\varnothing$  277 мм) і посадкової шийки підшипника ( $\varnothing$  70,03 мм) з боку всмоктування. Зношування зовнішньої поверхні крайок зубів відмічено протягом усієї їхньої довжини, з поступовим зростанням до торця з боку всмоктування. Знос досягав 2,5 мм на сторону.

Зовнішні поверхні крайок зубів були відновлені на установці з ручним вібратором моделі «ЕЛІТРОН - 52А». Як електроди використовували бронзу О10Ц1,5Н.

Після шліфування шийки підшипника й зовнішньої поверхні крайок зубів в «розмір» компресорний блок був зібраний, випробуваний і відправлений замовнику.

Для відновлення поверхонь стрічок роторів можна використовувати механічні установки ЕЕЛ типу «Елітрон 347», «ЕІЛ-9» та інші, що базуються на токарно-гвинторізних верстатах. Як матеріали електродів крім бронзи можна використовувати нержавіючі сталі: 08Х15Н5Д2Т, 12Х18Н10Т й ін.

Для зниження при дотику поверхонь роторів, таких негативних чинників, як знос, схоплювання, заїдання і т.п. на контактуючі поверхні можна наносити припрацьовуючі покриття [14-16]. Крім цього, зміну захисних і трибологічних властивостей поверхонь деталей можна досягти, як за рахунок утворення спеціального рельєфу поверхневого шару [17, 18], так і нанесенням спеціальних покриттів [19, 20].

Останнім часом в ремонтному виробництві знаходять все більше застосування нові технології ремонту обладнання за допомогою металополімерних матеріалів (МППМ), які мають такі властивості [21]: гарну адгезію з металом; близькими до металу деформаційними характеристиками; незначною зміною властивостей зі зміною температури; мінімальною усадкою при твердінні; стійкістю до впливу зовнішніх факторів й ін.

#### **Постановка задачі**

З метою підвищення таких експлуатаційних характеристик деталей машин як зносостійкість та втомлювальна міцність, зміцненню піддають, як правило, їх поверхневий шар. При цьому серцевина залишається більш м'якою і пластичною.

Після поверхневого зміцнення (цементацією, газовим азотуванням, карбонітрацією, іонним азотуванням й ін.), з метою усунення відхилення деталей від правильної геометричної форми, нерідко виникає необхідність у видаленні частини поверхні, причому найбільш твердої, так як при поверхневому зміцненні величина твердості знижується в міру поглиблення.

При ремонті зношених поверхонь шийок роторів під підшипники нерідко виникає проблема відновлення їх твердості. Причому якщо знос значний (до 1 мм на діаметр), зношені шийки валів під підшипники кочення розточують до певного розміру, а потім

напресовують на них втулки, які попередньо піддають поверхневому зміцненню. Після чого зовнішню поверхню втулки обточують і шліфують під номінальний розмір підшипника.

У порівнянні з цементацією і загартуванням процес азотування протікає при більш низькій температурі. Азотована поверхня має більш високу твердість, зносо- і корозійну стійкість, кращу поліруємость; властивості азотованої поверхні практично не змінюються при повторних нагрівах аж до 500 - 600 °С, в той час як при нагрівах цементованої і загартованої поверхні до 225 -275 °С твердість її знижується.

З огляду на цю властивість, в попередньо азотованій поверхні не слід очікувати зниження твердості в зоні термічного впливу після ЦЕЕЛ.

При ЦЕЕЛ сталевій азотованій поверхні відбувається процес аналогічний нітроцементації, тільки насичення поверхні азотом і вуглецем протікає по черзі, а при традиційній нітроцементації – одночасно.

Переваги ІА в порівнянні зі звичайним рідинним (карбонітрація) і газовим азотуванням складаються в можливості цілеспрямованого контролю структури одержуваного поверхневого шару, застосуванні відносно низьких температур (до 500 °С), відсутності поводок і викривлення, виключення наводоражування і запобігання розвитку процесів відпускнуї крихкості в основному металі, нешкідливість і екологічна безпека процесу, скорочення тривалості обробки. Тривалість ІА коливається від 0,5 - 36 год. залежно від необхідної глибини зміцненого шару [22].

Нерідко зміцнений поверхневий шар деталі видаляють після її збирання з іншими деталями, наприклад, після напресування втулки на вал. В даному випадку може бути видалено від 0,05 до 0,15 мм. Збільшити твердість поверхневого шару такої деталі, без необхідного попереднього розбирання, вищевказаними технологіями практично неможливо.

Для цього може бути використаний спосіб ЦЕЕЛ, однією з переваг якого є можливість проведення процесу в локальному місці, не захищаючи при цьому інші поверхні. При необхідності, шорсткість поверхні після ЦЕЕЛ можна знизити методом поверхневої пластичної деформації. Останнім часом для цих цілей застосовують метод безабразивної ультразвукової фінішної обробки (БУФО).

Слід зазначити, що в окремих випадках, хоча і вкрай рідко, коли після першого етапу ЦЕЕЛ величина шорсткості поверхні деталі знаходиться в необхідних межах технічного завдання, тобто задовольняє вимогам креслення, можна обмежитися одним етапом ЦЕЕЛ.

Пропонований спосіб може бути застосований для ремонту окремих вузлів деталей без їх демонтажу, зокрема для відновлення твердості зміцненого поверхневого шару напресованої втулки під підшипник.

З огляду на вище сказане, виникає наукова і практична зацікавленість у проведенні металографічних і дюрOMETричних досліджень сталевих поверхонь після їх ІА, видалення частини поверхневого шару і подальшої ЦЕЕЛ.

Для проведення ремонту зношених поверхонь стрічок роторів може бути використана комбінована технологія, що складається з ЕЕЛ і методу відновлення деталей сучасними МПМ.

Слід зазначити, що для досягнення гарної адгезії пластика з поверхнею оброблюваного виробу на останньому необхідно створити відповідну шорсткість.

З огляду на характерні особливості методу ЕЕЛ, а також те, що варіюючи режимами легування, можна в широких межах змінювати шорсткість поверхні (Rz) від 1 до 200 мкм, для ремонту зношених поверхонь стрічок роторів може бути використана інтегрована технологія, що включає в себе метод ЕЕЛ і нанесення МПМ [23]. В даному випадку окремо взяті технології не в якій мірі не знижують переваг одна одної, а доповнюють їх і усувають недоліки кожної окремо. Так поверхневий зміцнений шар, або покриття з твердого зносостійкого матеріалу, сформовані методом ЕЕЛ після нанесення полімерного матеріалу, що заповнює порожнечі між мікронерівностями поверхні, буде мати 100% суцільність і значно меншу шорсткість, а також велику твердість і зносостійкість, ніж при використанні МПМ автономно.

Ротори ГК, призначених для стиснення корозійно-агресивних середовищ, наприклад

H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, нітрозні гази і експлуатації в тропічних умовах, виготовляються з тих же сталей та сплавів, що застосовуються для деталей і вузлів на корозійні середовища [24].

Ротори ГК для некорозійно-агресивних середовищ виготовляються з конструкційних, якісних середньовуглецевих сталей сталь 40, сталь 45, хромової сталі 40X та ін.

Для захисту сталевих поверхонь стрічок роторів ГК від зносу, схоплювання і заїдання при можливому дотику, можна використовувати метод сульфидування, який представляє собою термохімічний процес обробки виробів, виготовлених із сплавів на залізній основі, для збагачення поверхневих шарів сіркою. Ефект сульфидування зводиться до створення на поверхні деталі плівки сульфідів. Останні підвищують поверхневу активність металів і сплавів, а також змочування поверхнево активними речовинами і опір схоплюванню. Сульфідна плівка, що має меншу міцність ніж основний метал, легко руйнується при терті і відділяється від основи без пластичного його деформування, запобігаючи схоплюванню поверхонь тертя. Плівка сульфиду заліза (FeS) підвищує зносостійкість поверхонь тертя і покращує їх припрацьованість. Ферросульфідне покриття має досить високу пористість і вбирає велику кількість мастила, надаючи матеріалу властивість самозмащення [25].

Таким чином, **метою** роботи є підвищення надійності і довговічності ГК, шляхом вдосконалення технології реновації їх роторів за рахунок застосування нових комбінованих технологій, які включають в себе: ІА, ЕЕЛ, ЦЕЕЛ, БУФО, метод сульфидування і нанесення МПМ.

### **Методика досліджень**

Для ІА і ЦЕЕЛ використовували спеціальні зразки зі сталі 40X, термооброблені на твердість 3000-3100 МПа. Зразки виготовлялися у вигляді котушки, що складається з двох дисків, діаметром 50 мм і шириною 10 мм, з'єднаних між собою проставкою діаметром 15 мм, яка має дві технологічні ділянки такого ж діаметру. Поверхні дисків шліфувалися до Ra = 0,5 мкм.

Процес ЦЕЕЛ проводився за допомогою установки моделі «ЕІЛ - 8А». Зразки закріплювалися в патроні, а вібратор в різцетримачу токарного верстата. Після чого проводилася поетапна ЦЕЕЛ, шляхом подальшого легування графітовим електродом марки ЕГ-4 (ОСТ 229-83) з енергією розряду 0,42 Дж (1-й етап) і 0,10 Дж (2-й етап) з продуктивністю, відповідно 2 і 5 хв/см<sup>2</sup> (рис. 2, а). ІА зразків проводили при температурі 520 °С протягом 12 год. на установці НГВ-6,6 / 6-ІІ (рис. 2, б).

Зміцнення зразків виробляли в різній послідовності: ІА; ЦЕЕЛ; ЦЕЕЛ + ІА; ІА + ЦЕЕЛ. Крім того, деякі зразки після ІА шліфували на різну глибину і проводили ЦЕЕЛ згідно з режимами табл. 1.

З метою зниження шорсткості поверхні після ЦЕЕЛ застосовували БУФО.

З зміцнених зразків вирізали сегменти, з яких виготовляли шліфи, які досліджували на оптичному мікроскопі «Неофот-2», де проводилася оцінка якості шару, його суцільності, товщини і будови зон підслою – дифузійної зони і зони термічного впливу. Одночасно проводився дюрOMETричний аналіз на розподіл мікротвердості в поверхневому шарі і за глибиною шліфу від поверхні. Замір мікротвердості проводили на мікротвердомірі ПМТ-3 вдавненням алмазної піраміди під навантаженням 0,05 Н.

На всіх етапах обробки вимірювали шорсткість поверхні на приладі профілографі-профілометрі мод. 201 заводу «Калібр».

Для проведення досліджень, спрямованих на розробку технології відновлення зношених поверхонь стрічок роторів виготовляли плоскі зразки розміром 15 x 15 x 6 мм і циліндричні зі сталі 40 діаметром 38 мм і довжиною 25 мм, з'єднані проставками діаметром 25 мм і довжиною 15 мм (рис. 3). Поверхні зразків шліфувалися до Ra = 0,5 мкм.

ЕЕЛ плоских зразків проводилося на установці з ручним вібратором моделі «Елітрон - 52А», а циліндричних на механізованій установці моделі «ЕІЛ-9», яка містить джерело технологічного струму (генератор) і електропривод з електродною голівкою, що монтується на токарно-гвинторізнних верстатах (рис. 4).



а



б

Рис. 2. ЦЕЕЛ (а) і установка ІА моделі «НГВ - 6,6/6 - П» (б)

а

б

Таблиця 1 – Режими ЦЕЕЛ зразків сталі 40Х з видаленням поверхневим шаром

Глибина видаленого шару, мм	Енергія розряду, Дж		Продуктивність, хв/см <sup>2</sup>	
	1-й етап	2-й етап	1-й етап	2-й етап
0,05	0,42	0,10	2	5
0,10	0,42	0,10	2	5
0,15	0,60	0,10	1	5
0,20	0,60	0,10	1	5



а



б

Рис. 3. Плоскі (а) і круглий (б) зразки зі сталі 40

Як матеріал електродів використовувалася дрiт з бронзи, марки БрО10Ф1; бабіту, марки Б88 і графіт марки ЕГ-4 ОСТ 229-83.

З зразків з покриттям виготовляли шліфи, для металографічних і дюрOMETричних досліджень за методикою описаної вище.

Суцільність покриття оцінювали візуально за допомогою лупи 6-ти кратного збільшення.



а



б

Рис. 4. Установка БЕЕЛ з ручним вібратором моделі «Елітрон - 52А» (а) і механізована установка моделі «ЕІЛ-9» (б)



### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Takashima H. Current Trends in Rotary Screw Air Compressor Oils// Journal of Japan Society of Lubrication, 1987, v.32, p.171-174
2. Konka, Karl-Heinz. Schrauben kompressoren: Technik und Praxis.- Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 1988.
3. The worldwide supplier of rotary screw compressor blocks. Проспект фірми GHH-Rand (Германия), 2001.-7с.
4. Качество машин: справочник. В 2 т. Т. 2. / А.Г. Суслов, Ю.В. Гуляев, А.М. Дальский [и др.]. - М. : Машиностроение, 1995. – 430 с.
5. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М. – Кишинев: Штинца, 1985. – 196 с.
6. Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей.- М. Машиностроение, 1976.- 45 с.
7. Андреев В.И. Повышение эксплуатационных характеристик рабочих поверхностей деталей // Вестник машиностроения.- 1978.- №7.- С.71-72.
8. Патент України на винахід № 103701, 23Н 5/00. Спосіб зміцнення поверхонь сталевих деталей, підданих термічній обробці. / В.С. Марцинковский, В.Б. Тарельник / Опубл. 11.11.2013, бюл. № 21.
9. Патент України на винахід № 82948, 23С 8/00. Спосіб цементації сталевих деталей електроерозійним легуванням/ В.С. Марцинковский, В.Б.Тарельник, А.В. Белоус / Опубл. 25.03.2008, бюл. № 10.
10. Патент Российской Федерации на изобретение № 2337796. МПК В 23Н 9/00.Способ цементации стальных деталей электроэрозионным легированием /Марцинковский В.С., Тарельник В.Б., Белоус А.В./ Опубл. 10.04. 2008, Бюл. № 31.- 3с.
11. Патент України на винахід № 101715, 23Н 9/00. Спосіб цементації сталевих деталей електроерозійним легуванням/ В.С. Марцинковский, В.Б. Тарельник, М.П. Братущак / Опубл. 25.01.2013, бюл. № 8.
12. Патент Российской Федерации на изобретение № 2468899. МПК В 23Н 9/00.Способ цементации стальных деталей электроэрозионным легированием /Марцинковский В.С., Тарельник В.Б., М.П. Братущак/ Опубл. 10.12. 2012, Бюл. № 34.
13. В.Б. Тарельник, В.С. Марцинковский, Богдан Антошевский. Повышение долговечности деталей роторных машин // Компрессорное и энергетическое машиностроение.- 2006.- № 4(6).- С. 66-70.
14. V. Tarelnyk, V. Martsynkovskyy. Upgrading of Pump and Compressor Rotor Shafts Using Combined Technology of Electroerosive Alloying//Applied Mechanics and Materials Vol. 630 (2014). – Trans Tech Publications, Switzerland. – P. 397-412
15. Antoszewski B. The formation of antiwear surface layers on elements of machine parts //Scientific Problems of Machines Operation and Maintenance. Tribology. Vol. 44.- №.2(158) - 2009. – P. 7-18.
16. N. Radek, J. Pietraszek, B. Antoszewski The Average Friction Coefficient of Laser Textured Surfaces of Silicon Carbide Identified by RSM Methodology// Advanced Materials Research Vol. 874 (2014) - P. 29-34.
17. Bogdan Antoszewski. Influence of Laser Surface Texturing on Scuffing Resistance of Sliding Pairs //Advanced Materials Research, V. 874, 2014, pp. 51-55.
18. Błasiak S., Kundera Cz. A numerical analysis of the grooved surface effects on the thermal behavior of a non-contacting face seal //Procedia Engineering, V.39, 2012, pp. 315-326.
19. Vasyl Martsynkovskyy, Volodymyr Yurko. Solutions for increasing the bearing capacity of thrust bearings // Applied mechanics and materials, v. 630, 2014, pp. 208-219.
20. Volodymyr Yurko, Vasyl Martsynkovskyy. Influence of changing the end floating seal dynamic characteristics on the centrifugal compressor vibration state // Applied mechanics and materials, v. 630, 2014, pp. 356-364.

21. А.А. Ищенко. Технологические основы восстановления промышленного оборудования современными полимерными материалами.- Мариуполь: ПГТУ, 2007.- 250 с.
22. Полевой С. Н., Евдокимов В. Д. Упрочнение металлов. Справочник.- М.: Машиностроение, 1986.- 319 с.
23. Спосіб відновлення зношених поверхонь металевих деталей (варіанти): Пат. 104664. Україна. МПК В23Н 5/00 /Марцинковський В.С., Тарельник В.Б., Павлов О.Г., Іщенко А.О.; Опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4.-3 с.
24. И.Г. Галиахметов. Конструкционные материалы центробежных и винтовых компрессоров. Выбор и технология их применения / И.Г. Галиахметов. Казань: Изд-во «ФЭН», 2009.- 155 с.
25. Словарь-справочник по трению, износу и смазке деталей машин / В.Д. Зозуля, Е.Л. Шведков, Д.Я. Ровинский, Э.Д. Браун; Отв. Ред. И.М. Федорченко. АН УССР. Ин-т проблем материаловедения. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1990. – 264 с.

*Калуга В.В., студ., Лобода В.Б., професор, СНАУ*

### **КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРІШНІХ ПЕРЕНАПРУГ МЕРЕЖ 6-35 КВ**

Перенапруги, що виникають внаслідок ненормальних або аварійних режимів роботи електроустановок, а також при включеннях і відключенні повітряних ліній і енергоустаткування, називаються внутрішніми. Внутрішні перенапруги мереж 6-35 кВ поділяються на два види:

- квазістаціонарні перенапруження, які виникають при несприятливих поєднаннях реактивних елементів мережі і ЕДС джерел живлення. Ці перенапруги мають тривалий характер і існують доти, поки не зникне причина їх виникнення;

- комутаційні перенапруги, які виникають при різних комутаціях електричного ланцюга. У реальних умовах під ними розуміють всі планові і аварійні комутації.

Розглянемо квазістаціонарні перенапруги. Резонансне зміщення нейтралі в мережі з дугогасним реактором.

Нормальна робота мережі з ізольованою нейтраллю характеризується наявністю на нейтралі деякого напруження - напруженням несиметрії. Це напруження виникає при наявності несиметрії в ємностях окремих фаз мережі або при різній величині провідності фаз, зумовленої, наприклад, неоднаковою мірою забруднення.

Для мереж, заземлених через дугогасну котушку, ємкісний струм несиметрії протікає через індуктивність котушки. У цьому випадку може відбуватися резонансне зміщення нейтралі, що значно перевищує звичайне зміщення.

Резонансні підвищення напруження можуть виникати не тільки при природній несиметрії ємностей фаз, але і при значній несиметрії ємностей, викликаних обривом проводів і неповнофазними включеннями ліній. Межа підвищення напруження визначається насиченням магнітопроводу дугогасного реактора.

У мережі без дугогасного реактора порушення симетрії мережі, що викликано обривом проводів із заземленням і без заземлення, неодноразовим включенням і відключенням фаз можливі перенапруги, зумовлені так званим «перекиданням» фази трансформатора. Перенапруги на ємності лінії при цьому явищі можуть досягати 4Uф. Явище перекидання виникає лише в лініях певної довжини і слабо завантажених трансформаторах.

Зазвичай в місці замикання горить дуга. У більшості випадків вона носить нестійкий характер, що приводить до виникнення комутаційних перенапруг.

Перенапруги виникають в електричних установках при різких змінах режиму їх роботи, головним чином внаслідок комутацій (при включеннях або відключенні струму, при коротких замиканнях на землю і т.п.). Комутація супроводжується перехідним процесом, після якого встановлюється новий режим роботи установки. Відповідно розрізняють короткочасні

комутаційні перенапруження і тривалі перенапруження сталого режиму. Комутаційні перенапруження, повторні загорання, що викликаються гасінням електричної дуги в ланцюгах з ємкісною провідністю, виходять при відключенні ненавантажених ліній, при замиканні на землю через дугу однієї з фаз трифазної системи з ізольованою нейтраллю і т. д.

Комутаційні перенапруження при включенні ліній пов'язані з виникненням і розвитком перехідного процесу в коливальному контурі, освіченому ємністю лінії і індуктивностями лінії, трансформаторів і генераторів. Особливо істотні перенапруження з'являються при автоматичному повторному включенні.

Існує безліч видів внутрішніх перенапружень:

- - Дугові замикання на землю (ізольована нейтраль) Кратність перенапруг 3,0-3,5.
- - Дугові замикання на землю (резонансно-заземлена нейтраль). Кратність перенапруг 2,6.
- - Дугові замикання на землю (резистивно-заземлена нейтраль) Кратність перенапруг 2,4-2,6.
- - По «землі» при ОЗЗ. Кратність перенапруг 4,0-6,0.
- - Резонансні перенапруження. Кратність перенапруг до 4,0.
- - Включення електродвигунів. Кратність перенапруг 2,6-3,3.
- - Включення електродвигунів при наявності в мережі ОЗЗ. Кратність перенапруг 3,4.
- - АПВ і АВР електродвигунів. Кратність перенапруження 4,0-4,5.
- - Включення ВЛ і КЛ при наявності в мережі ОЗЗ. Кратність перенапруг 3,0-3,5.
- - Відключення ненавантажених ВЛ і КЛ. Кратність перенапруг 3,0-4,5.
- - Відключення ненавантажених трансформаторів. Кратність перенапруг 5,0-6,0.
- - Відключення двійчастого замикання на землю. Кратність перенапруг 3,3.
- - Відключення електродвигунів. Кратність перенапруг 4,0-5,0.
- - Відключення загальмованих електродвигунів. Кратність перенапруг 5,0-6,0.

Кратність напруження визначається по відношенню до амплітуди фазної напруги мережі.

Порівняння допустимих рівнів ізоляції обладнання і кратностей внутрішніх перенапружень показує, що більшість перенапружень не небезпечна для обладнання з нормальною ізоляцією.

Захист електричних мереж - один з самих важливих і необхідних заходів в електроенергетиці.

УДК 621.9.048

*Волюшко Т.П., ст. викладач, Омельченко Б., магістрант, Криводід А.Л., магістрант, СНАУ*

## **ПРОБЛЕМИ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ РЕНОВАЦІЇ РОТОРІВ ГВИНТОВИХ КОМПРЕСОРІВ КОМБІНОВАНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ. ЧАСТИНА 2**

Вступ

В частині 1 цієї роботи обґрунтована актуальність досліджень спрямованих на вдосконалення реновації роторів гвинтових компресорів (ГК). Аналіз літературних джерел показав, що резервом підвищення надійності і довговічності ГК після реновації може бути комбінована технологія (КТ), що включає в себе такі взаємодоповнюючі методи підвищення якості поверхонь деталей машин, як: іонне азотування (ІА), електроерозійне легування (ЕЕЛ), цементация ЕЕЛ (ЦЕЕЛ), метод безабразивної ультразвукової фінішної обробки (БУФО), метод сульфидування і нанесення металополімерних матеріалів (МПМ).

Результати досліджень

*КТ відновлення посадочних шийок роторів ГК під підшипники*

На рис. 1 зображені мікроструктури (а, б, в, г) і розподіл мікротвердості (Нц) по глибині поверхневого шару (h), відповідно (а\*, б\*, в\*, г\*), зразків сталі 40Х після ІА, ЦЕЕЛ, ІА з попередньою та подальшою ЦЕЕЛ. На всіх мікрофотографіях чітко проглядається «білий» шар, що не піддається травленню звичайними реактивами. Його мікротвердість в залежності від виду зміцнення коливається від 7010 МПа при ІА і ЦЕЕЛ до 8250 і 11190 МПа при ІА +

ЦЕЕЛ і ЦЕЕЛ + ІА, відповідно.

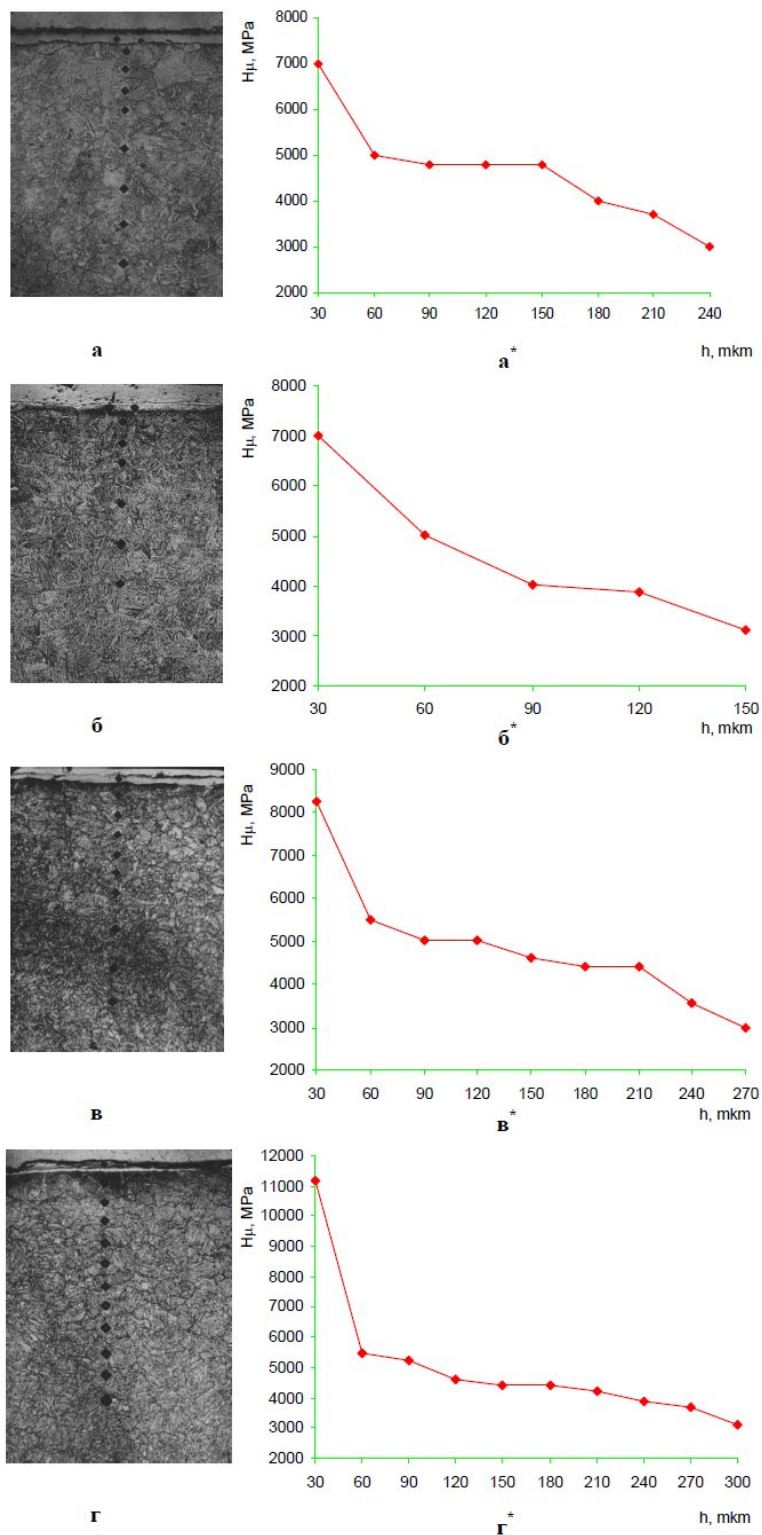


Рис. 1. Мікроструктура і розподіл мікротвердості поверхневого шару зразків сталі 40Х після: **а, а\*** – ІА; **б, б\*** – ЦЕЕЛ; **в, в\*** – ЦЕЕЛ + ІА; **г, г\*** – ІА + ЦЕЕЛ.

Нижче розташовується перехідна, дифузійна зона, з мікротвердістю, що плавно знижується і переходить в мікротвердість основи (3000-3100 МПа).

Глибина зони підвищеної твердості становить при ЦЕЕЛ, ІА, ЦЕЕЛ + ІА, ІА + ЦЕЕЛ, відповідно, 60-70, до 190, 220 і 250 мкм.

У табл. 1 представлено розподіл мікротвердості по глибині поверхневого шару і величини шорсткості поверхні при різних варіантах ІА і ЦЕЕЛ.

Таблиця 1 - Шорсткість і розподіл мікротвердості в поверхневому шарі сталі 40Х після зміцнення різними способами

Спосіб зміцнення	Мікротвердість, МПа (крок вимірювання ~ 30 мкм)										Ra, мкм
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Мікротвердість основи 3000-3100 МПа											
ІА	7010	5010	4800	4800	4800	4010	3700	3000			0,5
ЦЕЕЛ	7010	5010	4010	3860	3100						0,8
ЦЕЕЛ + ІА	8250	5490	5010	5010	4600	4410	4410	3580	3000		0,8
ІА + ЦЕЕЛ	11190	5490	5220	4600	4410	4410	4230	3860	3700	3100	0,8

Як видно з табл. 1 та рис. 1 найбільша товщина (250 мкм) і мікротвердість зміцненого шару (11190 МПа) у зразків, підданих інтегрованому способу зміцнення ІА + ЦЕЕЛ. При цьому шорсткість поверхні Ra при використанні при цементації графітового електрода становить 0,8 мкм, що нижче, ніж при використанні металевих електродів (3-5 мкм).

Таким чином, найкращим способом підвищення твердості поверхневого шару сталевих деталей, у яких частково або повністю вилучений зміцнений поверхневий шар, є ЦЕЕЛ.

Як уже зазначалося, в якості попереднього зміцнення найдоцільніше застосовувати ІА, що має ряд переваг перед іншими способами.

Результати дослідження мікроструктури та мікротвердості поверхневого шару зразків сталі 40Х, зміцнених ІА і зробленої шліфовці й ЦЕЕЛ представлені на рис. 2 і зведені в табл. 2. Крім цього в табл. 2 представлені результати шорсткості поверхонь зразків після обробки методом БУФО.

Таблиця 2 - Шорсткість і розподіл мікротвердості в поверхневому шарі сталі 40Х після ІА, шліфування і ЦЕЕЛ

Глибина шліфовки, мм	Мікротвердість, МПа (крок вимірювання ~ 30 мкм)							Ra, мкм	
	1	2	3	4	5	6	7	ЦЕЕЛ	БУФО
0,05	8200	6300	4800	4800	4800	4010	3000	0,8	0,5
0,10	7650	5200	4800	4000	3700	3200	3100	0,8	0,5
0,15	7250	4700	4200	4000	3400	3000		1,2	0,5
0,20	7200	5490	4220	3800	3100			1,6	0,6

Аналіз рис. 2 і табл. 2 показує, що зі збільшенням глибини видаленого після ІА шару знижується товщина зони підвищеної твердості мікротвердість після ЦЕЕЛ.

#### **КТ відновлення поверхонь стрічок роторів ГК**

Для дослідження можливості відновлення поверхонь стрічок роторів ГК на плоскі і круглі зразки зі сталі 40 методом ЕЕЛ наносили покриття з олов'яної бронзи марки БрОФ10-1 і бабіту Б88. Бабіт наносили з метою запобігання утворенню задирів в разі непередбаченого дотику поверхонь стрічок роторів ГК.

З метою формування покриття бронзою з максимальною суцільністю і мінімальною шорсткістю легування плоских зразків проводили поетапно, спочатку при енергії розряду  $W_p = 0,13$  Дж, потім при  $W_p = 0,05$  Дж. При цьому товщина шару покриття знизилася з 0,10 до 0,05 мм, а шорсткість (Ra) з 30,2 до 7,3 мкм. Суцільність шару склала 100% (рис. 3, а).

Слід зазначити, що при нанесенні бронзи на 2-му етапі з використанням більш низького режиму легування електричні розряди протікають по виступах нерівностей, нанесеного раніше шару, в результаті чого вони частково руйнуються і деформуються, що призводить до зниження шорсткості поверхні та збільшення її суцільності.

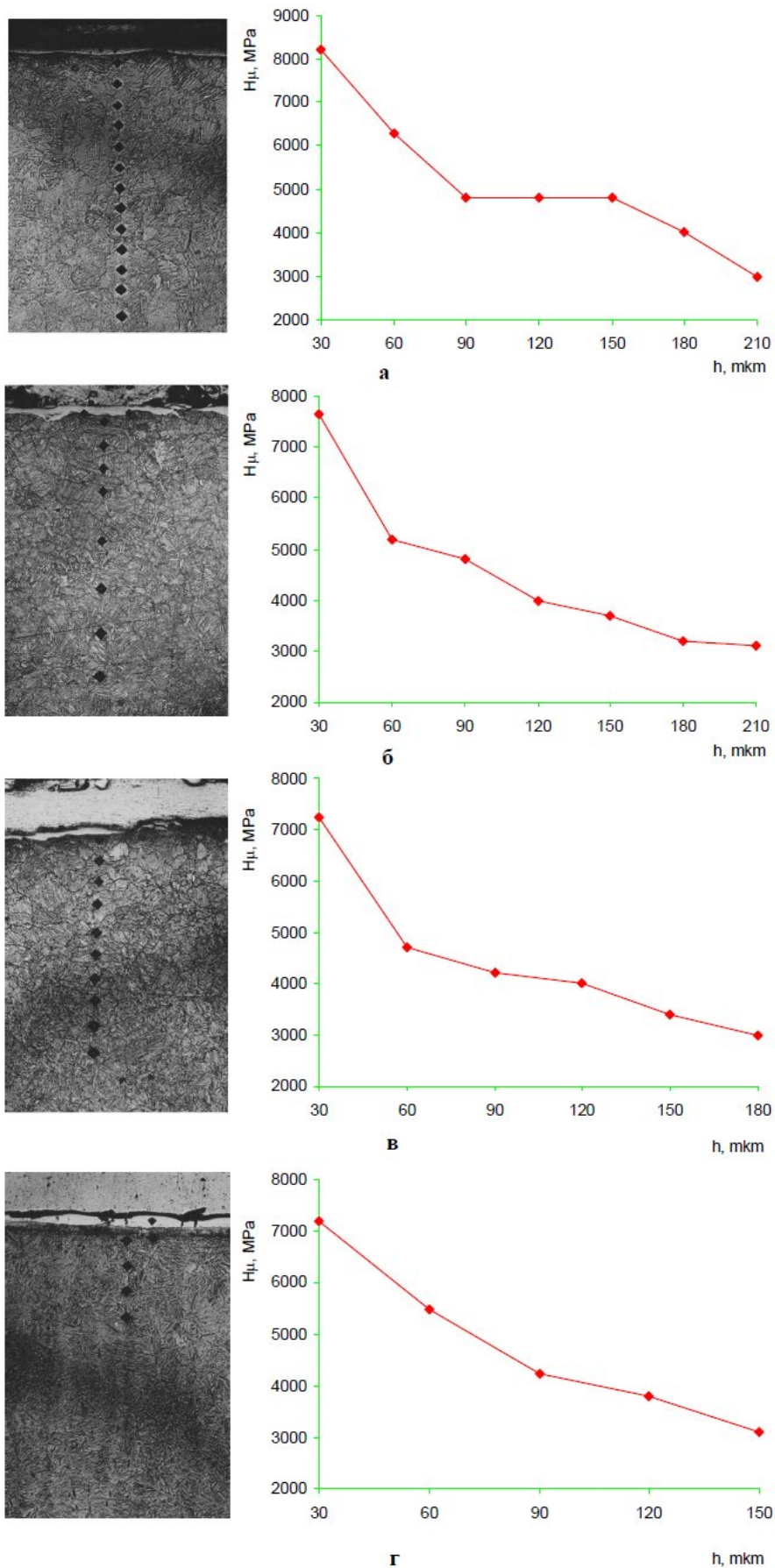


Рис. 2. Мікроструктура і розподіл мікротвердості поверхневого шару зразків сталі 40X після нітроцементації (ІА + ЦЕЕЛ), у яких після ІА частково знищений зміцнений поверхневий шар на глибину: **а** – 0,05 мм; **б** - 1,0 мм; **в** – 0,15 мм; **г** - 0,20 мм.

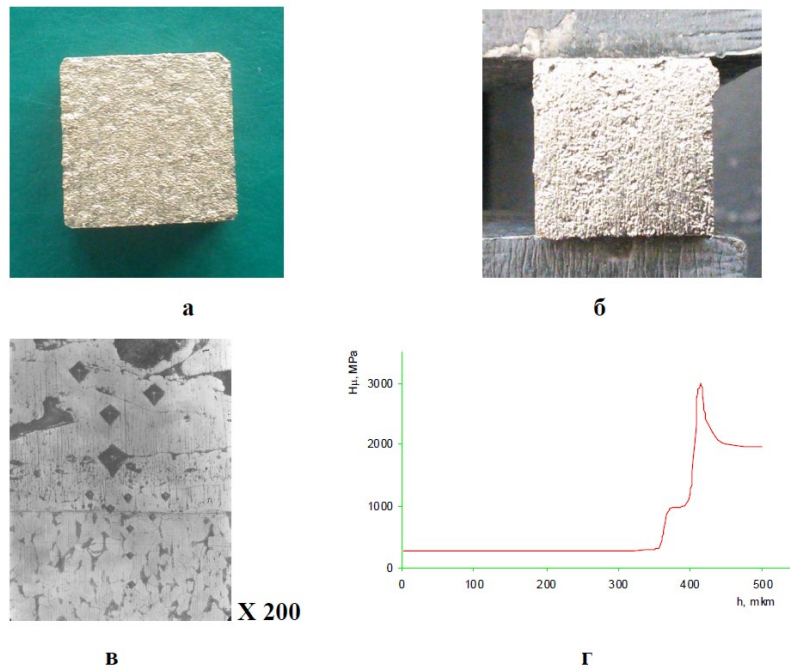


Рис. 3. Зразок сталі 40 після ЕЕЛ бронзою (а), бронзою і бабітом Б88 (б), структура покриття (в) і розподіл мікротвердості по глибині шару (г)

Електроди з бронзи періодично окислюються, що значно позначається на якості сформованих покриттів. При тривалому легированні з'являються прижоги, електроди механічно руйнуються і окремі частинки, розміром до 0,2 мм приварюються до легуючої поверхні. Подальша обробка металевою щіткою усуває можливі недоліки і таким чином значно підвищує якість сформованої поверхні.

Далі, на бронзове покриття наносили поетапно бабіт Б88. Після кожного етапу ЕЕЛ проводили обробку металевою щіткою. На першому етапі використовувався режим легування при енергії розряду  $W_p = 0,27$  Дж, а після цього, з метою зниження шорсткості покриття, проводили ЕЕЛ графітовим електродом, спочатку при  $W_p = 0,39$  Дж, а потім при  $W_p = 0,27$  Дж.

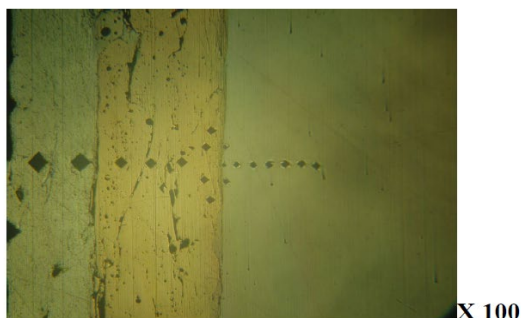
При ЕЕЛ графітовим електродом електричні розряди протікають по виступах мікронерівностей нанесеного покриття. При цьому відбувається їх розплавлення, зниження висоти і розтікання матеріалу на велику площу, збільшуючи тим самим суцільність нанесеного шару. Товщина покриття після легування бронзою і бабітом з подальшою обробкою графітовим електродом склала 0,25 мм, а шорсткість ( $R_a$ ) 8 мкм (рис. 3, б). На рис. 3, в показана структура сформованого покриття, а на рис. 3, г розподіл мікротвердості по глибині сформованого шару.

Аналіз структури бабітового покриття з підслоєм з олов'яної бронзи показав, що сформований шар складається з 4-х зон. Самий верхній шар товщиною до 350 мкм і мікротвердістю  $H_\mu = 240-360$  МПа з бабіту, нижче розташований шар з олов'яної бронзи, глибина якого знаходиться в межах 50-80 мкм, а мікротвердість  $H_\mu = 750-900$  МПа. Ще нижче, між олов'яною бронзою і сталлю 40, розташовується перехідна зона глибиною до 10 мкм, в якій мікротвердість, у міру поглиблення, плавно збільшується до мікротвердості зони термічного впливу (2500-3000 МПа) і потім знижуючись переходить в мікротвердість основного металу  $H_\mu = 1750-1800$  МПа.

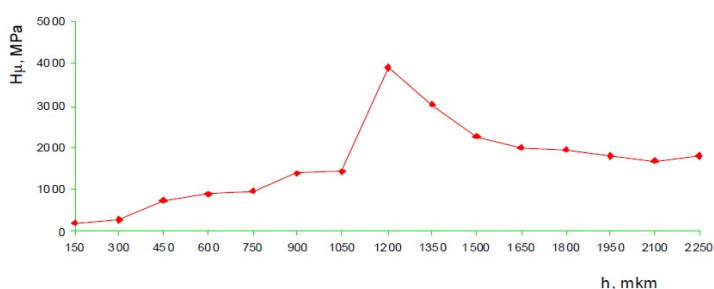
Для отримання більш товстого шару, електроерозійне легування за допомогою електрода-інструменту з олов'яного бабіту, з подальшою обробкою графітовим електродом можна неодноразово повторювати, починаючи з обробки при енергіях розряду 0,27 Дж. Після трьох таких процедур можна отримати сумарну товщину покриття до 1 мм.

На рис. 4, а показана структура поверхневого шару сталі 40 після ЕЕЛ на механізованій установці «ЕІЛ-9» бронзою марки БрО10Ф1 і бабітом марки Б88. Як бронза, так і бабіт нано-

силися на 2-му режимі при струмі короткого замикання  $I_{к.з.} = 15$  А. ЕЕЛ здійснювалося за два проходи. При нанесенні бронзи за один прохід товщина шару покриття становила 0,17 - 0,18 мм, а для бабіта 0,12 - 0,13 мм.



а



б

Рис. 4. Структура (а) і розподіл мікротвердості по глибині шару (б) після ЕЕЛ сталі 40 на установці «ЕЛ-9» бронзою і бабітом Б88

ДюрOMETричний аналіз розподілу мікротвердості по глибині поверхневого шару (рис. 4, б і табл. 3) показує, що твердість бабіту знаходиться в межах 230-290 МПа, далі, в міру поглиблення, вона плавно зростає і на ділянці з бронзовим покриттям збільшується від 750 до 990 МПа. Нижче, в перехідній зоні між бронзою і сталлю 20, твердість збільшується до 1400 і 1450 МПа, потім, в зоні термічного впливу зростає до 3920 МПа і потім плавно знижується до мікротвердості 1700 - 1800 МПа. Глибина зони підвищеної твердості становить 90 - 100 мкм.

Таблиця 3 - ДюрOMETричний аналіз поверхневого шару сталі 40 з бронзовим і бабітовим покриттям, нанесеним методом ЕЕЛ

h, мкм	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100	2250
Hц, МПа	230	290	750	900	990	1400	1450	3920	3050	2290	2020	1970	1810	1700	1810

Професор Д.М. Гаркунов в [1] рекомендує уникати поєднань м'якого матеріалу з м'яким, а також пар з однойменних матеріалів. Подібні пари мають низьку зносостійкість і ненадійні в роботі. При незначних перевантаженнях в парах утворюються осередки схоплювання і відбувається глибинне виривання матеріалів з взаємним їх налипанням на поверхні тертя.

З огляду на вище сказане, стрічки одного з роторів можна відновлювати використовуючи в якості матеріалу електродів олов'яну бронзу, причому для зниження ймовірності виникнення схоплення і задирів на бронзу можна наносити антифрикційний матеріал бабіт. Для відновлення зношених поверхонь стрічок другого ротора доцільно застосовувати електроди з нержавіючої сталі, які в порівнянні з електродами зі звичайних сталей, дозволяють формувати більш якісні покриття.

При ЕЕЛ на механізованих установках типу «ЕЛТРОН - 347» і «ЕЛ-9» шорсткість по-



верхні може досягати 1000-1250 мкм в залежності від режиму ЕЕЛ і матеріалу використаного електрода. При цьому суцільність покриття знаходиться в межах 50 - 80%, причому чим вище режим, тим нижче суцільність. При використанні в якості електродів нержавіючої сталі 12Х18Н10Т або високоміцної нержавіючої сталі ВНС-2 (08Х15Н5Д2Т) за один прохід товщина покриття може досягати 0,6 мм на діаметр, при суцільності, відповідно, 70 і 60%. Шорсткість поверхні в цьому випадку досягає 300 мкм. Після 5-ти проходів товщина шару досягає 2,8 мм на діаметр, суцільність знижується, відповідно до 50-60%. Шорсткість поверхні (Rz) для сталей 08Х15Н5Д2Т і 12Х18Н10Т зростає і становить, відповідно до 1250 і 800 мкм (рис. 5).

Сталь 08Х15Н5Д2Т при ЕЕЛ зміцнюється і її мікротвердість в покритті становить 4780 МПа. У сталі 12Х18Н10Т мікротвердість залишається на колишньому рівні і становить 1500 - 1600 МПа, хоча в перехідній зоні мікротвердість підвищується до 2500 - 4000 МПа.

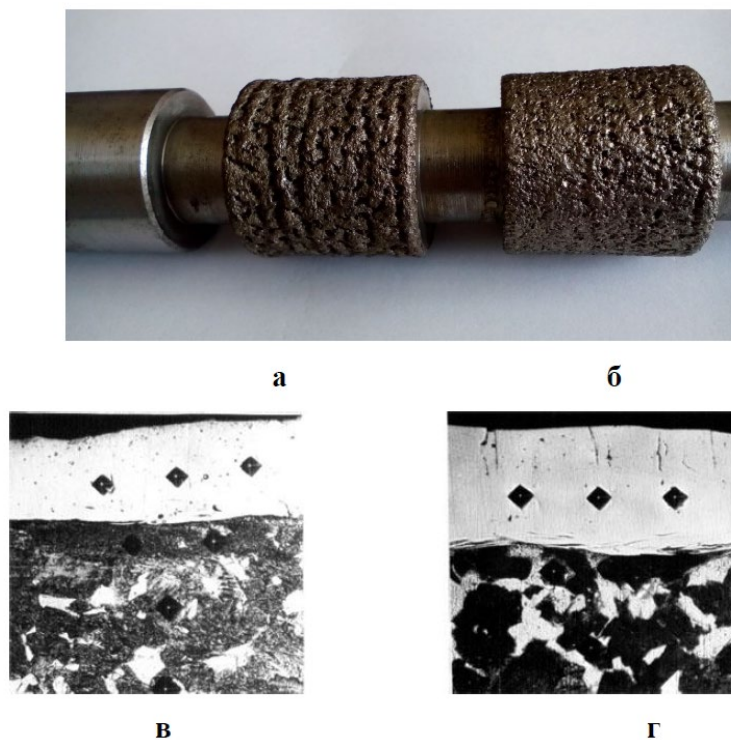


Рис.5. Покриття на ділянках зразка після ЕЕЛ на установці «ЕЕЛ-9»: електродами з сталей 08Х15Н5Д2Т (а) 12Х18Н10Т (б) і, відповідно їх мікроструктури: в - 1- проход, г - 2 - проходи;  $\times 200$ .

В даному випадку, для відновлення зношених поверхонь стрічки ротора, рекомендується застосовувати комбіновану технологію, що складається з ЕЕЛ сталевими електродами і подальшого нанесення покриттів з МПМ [2]. При цьому в якості електродів при ЕЕЛ доцільно використовувати нержавіючу сталь 12Х18Н10Т мікротвердість якої нижче.

Для запобігання можливості утворення задирих на сталевій поверхні відновленої стрічки ротора в покриття можна ввести сірку. Для цього необхідно періодично обробляти сіркою відновлювану ділянку поверхні або ввести її до складу електрода зі сталі 12Х18Н10Т.

В результаті, після механічної обробки (шліфування або лезвійної обробки) в розмір, поверхня стрічки буде складатися з окремих металевих ділянок і місць з МПМ. При цьому, у міру збільшення глибини обробки, площа ділянок поверхні з МПМ буде зменшуватися, а зон, сформованих методом ЕЕЛ, відповідно зростати.

#### Висновки:

1. Для ремонту підшипникових шийок валів ГК запропонована нова комбінована технологія, яка полягає в запресуванні на зношену поверхню валу втулки, попередньо зміцненої методом ІА, яку після проточки і шліфування в розмір, піддають ЦЕЕЛ і обробці методом БУФО.

2. При відновленні зношених робочих поверхонь стрічок роторів доцільно використовувати КТ, яка полягає у формуванні методом ЕЕЛ на більш зношеному роторі покриття з олов'яної бронзи і припрацьованого покриття з бабіту, а на другому комбінованого покриття, що складається з ділянок нержавіючої сталі 12Х18Н10Т і зон з МПМ. В даному випадку окремо взяті технології (методом ЕЕЛ і методом нанесення МПМ) не в якій мірі не знижують переваги один одного, а доповнюють їх, і усувають недоліки притаманні кожній технології окремо.

3. Методом ЕЕЛ можна варіювати товщину нанесеного шару і висоту мікронерівностей, а наступною лезвійною обробкою можна забезпечувати те чи інше співвідношення площ з нанесеного металу і МПМ.

4. Поєднання процесу сульфідкування з відновленням поверхонь стрічок роторів ГК методом ЕЕЛ значно знижує виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних з схоплюванням поверхонь роторів і утворенням задирів.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 2001. – 616 с.
2. Спосіб відновлення зношених поверхонь металевих деталей (варіанти): Пат. 104664. Україна. МПК В23Н 5/00 /Марцинковський В.С., Тарельник В.Б., Павлов О.Г., Іщенко А.О.; Опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4.-3 с.

*Циганчук А. О., студент, Барсукова Г. В., к. т. н., ст. викладач, СНАУ*

### **ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА – ЯК ОДИН ЗІ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ОБЕРТАННЯ НАСОСНОГО АГРЕГАТУ**

Технічні характеристики насосних агрегатів залежать від того, які вимоги ставляться перед тим чи іншим насосом. Зміна умов використання таких пристроїв та особливостей рідини, яку потрібно, накачувати, вимагають контролю та регулювання різних параметрів. Наприклад, зменшуючи або збільшуючи діаметр трубопроводу, для підтримання необхідного об'єму рідини у ємності, необхідно компенсувати швидкість обертання насосного агрегату або його приводу.

З метою автоматизації роботи насосної станції поширеними є схеми з використанням частотних перетворювачів. Принцип керування швидкістю обертання насосного агрегату за рахунок частотного перетворювача дозволяє уникнути недоліку релейних схем. Автоматизовані схеми із перетворювачем частоти здатні забезпечити:

- захист приводних електродвигунів від обриву фази, коротких замикань, перегріву, перепадів напруги та перевантажень;
- плавну зміну продуктивності при зниженні чи збільшенні тиску. Частотний перетворювач при цьому також може функціонувати ще й в режимі регулювання подачі по кільком параметрам системи водопостачання;
- сигналізацію про несправності. За умови поломки чи інших режимів роботи, що не є стандартними, на екран виводиться повідомлення щодо несправностей. Сучасні моделі частотних перетворювачів передбачають сигналізацію наприклад про аварії сигналом по "сухим контактам".

Частотні перетворювачі можна використовувати як для автоматизації простого автономного водопостачання, так і для потужних станцій із великою кількістю насосів.

Робота частотного перетворювача для насосного агрегату базується на зміні частоти, що надходить з мережі (є вхідною) та відходить до контактів приводного електродвигуна, тобто вихідна напруга з частотного перетворювача. Зміна частоти забезпечує зміну швидкості обертання валу електродвигуна. Таким чином, наприклад, змінюючи частоту напруги живлення зміниться синхронна частота електродвигуна. При цьому змінюється робоча частота обертання ротору двигуна під навантаженням, адже:

$$n = \frac{60f}{p}, \quad (1)$$

де  $n$  – синхронна частота, об/хв;

$f$  – частота струму, Гц;

$p$  – кількість пар полюсів.

Як бачимо із формули 1, збільшуючи частоту струму, збільшиться синхронна частота і навпаки. Така функція дає можливість значно спростити необхідність багатоступеневої зміни швидкості насосного агрегату. Завдяки цьому, використання редукторів, мультиплікаторів, коробок перемикачів передач і т. п. відходять на задній план. За способу регулювання швидкості обертання приводного електродвигуна з використанням частотного перетворювача достатньо лише перемикачів необхідні значення або програми безпосередньо на самому пристрої. Крім того, автоматизація цих процесів передбачає уже автоматичне регулювання частоти в залежності від необхідних параметрів. Наприклад, використання частотного перетворювача у схемі насосного приводу і датчиків у мережі водопроводу. Сигнал буде подаватися на вхід частотного перетворювача, що має бути налаштованим у режимі роботи зі зворотним зв'язком. При зміні витрати рідини перетворювач частоти отримує сигнал від датчика та буде регулювати швидкість обертання валу електродвигуна. Застосування перетворювачів зі зворотним зв'язком за швидкістю дає можливість компенсувати ковзання та стабілізувати швидкість обертання в незалежності від навантаження.

Отже, використання перетворювачів частоти у насосних агрегатах дає змогу змінювати продуктивність насоса та використовувати потенціал з максимальною ефективністю.

УДК 621.25

*Горовий С. О., к.т.н., доцент, СНАУ*

### **КОНСТРУКЦІЇ КВАЗІБЕЗВАЛЬНИХ РОТОРІВ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ**

Динамічний, а саме відцентровий насос - це енергетична машина, в якій механічна кінетична енергія приводу перетворюється в гідравлічну енергію рідини. Це перетворення відбувається лише в робочому колесі відцентрового насоса, а в інших елементах проточної частини кінетична енергія рідини перетворюється в енергію тиску [1].

Гідродинамічні сили в безконтактних ущільненнях можуть бути причиною руйнівних автоколивань ротора, або стабілізувати останній та суттєво зменшити віброактивність агрегату в цілому. Розрахункові та дослідні дані, що зумовлюють величини та напрями сил, докладно наведені в роботах [2], [3]. Цілеспрямована оптимізація вібраційних параметрів відцентрових насосів реалізується шляхом вдосконалення динамічних характеристик ротора з урахуванням гідродинамічних процесів, що мають місце в розвиненій системі шпаринних ущільнень між ротором та статором [4], [5].

Технічно можливе суміщення функцій динамічних опор та ущільнень в єдиному вузлі безконтактного ущільнення відцентрового насоса, що суттєво спрощує його виготовлення та експлуатацію при значному зменшенні масо - габаритних параметрів та підтримці в допустимих межах рівня вібрацій агрегату. Досягнення даної мети реалізується шляхом надання ротору - колесу можливості вільно самовстановлюватися в статорних оболонках ущільнень та стабілізуватися у вісьовому напрямі при наявності обмежених за амплітудами радіально - кутових та вісьових коливань при збереженні динамічної стійкості на різних частотах обертання.

Початковим варіантом квазібезвального відцентрового насоса з опорами-ущільненнями став відцентровий насос, колесо якого мало можливість радіально - кутового та вісьового самовстановлення в двох симетричних шпаринних ущільненнях з боку основного та покриваючого дисків робочого колеса [6]. Кінцеве ущільнення пов'язане з робочим колесом та відокремлює камеру вісьового авторозвантаження від витоку робочої рідини в оточуюче середовище.

Проведені експериментальні дослідження натурального зразка відцентрового насоса із самовпорядкованим у щілинних опорах - ущільненнях робочим колесом дозволили проробити й випробувати ще дві конструктивні схеми квазібезвальних насосних агрегатів даного типу.

Була випробувана схема конструкції насоса консольного типу з робочим колесом однобічного входу й однобічним автоматом розвантаження осьових зусиль. Дана схема дозволяє максимально спростити обладнання насоса в елементах проточної частини. Застосування різновеликих у радіальному напрямку щілинних опор - ущільнень дозволяє застосувати однобічне обладнання розвантаження осьових сил з камерою авторозвантаження і саморегульованим торцевим зазором між кільцевими торцевими пасками робочого колеса й спеціального елемента корпусу. Радіальні тверді лопатки, закріплені на корпусі у пазусі перед заднім щілинним ущільненням, зменшують закручення потоку рідини в пазусі, що веде до зростання статичної складової тиску рідини перед заднім щілинним ущільненням, тим самим збільшуються гідростатичні жорсткісні та демпфіруючі властивості останнього. Застосування сферичного шлицьового з'єднання для передачі крутного моменту на робоче колесо дозволяє цьому колесу самовстановлюватися в щілинних опорах - ущільненнях і самоцентруватися по торцевому зазору в осьовому напрямку. Така конструктивна схема ефективно працює при незначних тисках підпору на вході в насос (не більше 2 – 3 бар). У якості робочого органа насоса слід використовувати колеса досить високої швидкохідності з  $ns = 60 - 100$  оскільки для них характерні значні напори при малих і середніх подачах рідини.

Також була випробувана схема іншого варіанта відцентрового насоса з колесом двостороннього входу. Оскільки традиційне виконання корпусів насосів з робочим колесом двостороннього входу розраховано на застосування двох симетричних опор - ущільнень одного діаметра, то виникає завдання зрівноважування залишкових осьових зусиль, що діють із боку проточної частини й кінцевого ущільнення на робоче колесо. У даній конструкції розвантаження осьових сил досягається застосуванням автоматичного конструктивного узла - пристрою, що врівноважує осьові сили, в склад якого входить торцевий зазор, камера авторозвантаження і живильний канал – дросель, що з'єднує зону відводу з повним тиском нагнітання з камерою авторозвантаження. Застосування радіальних лопаток у бічній пазусі з боку кінцевого ущільнення робочого колеса дозволяє зменшувати закручення потоку рідини в даній пазусі, що веде до підвищення тиску в ній. Невелика несиметрія епюр тисків між двома бічними пазухами сприяє збільшенню жорсткості характеристики “зусилля – зазор” автоматичного обладнання авторозвантаження й зменшенню вільного осьового ходу робочого колеса в межах торцевого зазору пристрою авторозвантаження. Використання сферичного шлицьового з'єднання для передачі крутного моменту від електродвигуна на робоче колесо дозволяє останньому самовстановлюватися в щілинних опорах - ущільненнях і стабілізуватися по торцевому зазору камери авторозвантаження в осьовому напрямку. Така конструкція менш чутлива до величини тиску підпору ніж схема з колесом консольного типу, тому вона може бути використана в технологічних гідромережах зі значними підпорами й більшими витратами рідини, що перекачується.

З погляду надійності осьового розвантаження й достатньо малих обмежень по величині тиску підпору (до 5 бар) найбільш раціональною є конструктивна схема насоса консольного типу, по якій був спроектований експериментальний агрегат, згаданий на початку даної роботи. Така конструкція внаслідок своєї практично повної геометричної симетрії як у радіальному, так і в осьовому напрямках, дозволяє добитися найбільш ефективної самоустановки робочого колеса. Однак для її реалізації потрібно більш істотна доробка робочого колеса й бічних пазух статорної частини насоса, ніж для несиметричної конструкції.

Експериментальні стендові й промислові випробування всіх наведених вище конструктивних схем відцентрових насосів із самоустановлювальним в опорах - ущільненнях робочим органом показали їх досить тривалу працездатність у діапазоні подач від - 20% до +10% від номінальної при величині тиску підпору від 0 до 5 бар. При виході на нерозраховані режими, особливо в зоні більших подач, нормальне самоцентрування робочого колеса порушується під впливом різко зростаючої радіальної сили з боку спірального відводу. При цьому

спостерігається зачіпання колеса за статорні втулки опор - ущільнень, що веде до поступового зношування останніх, збільшенню радіальних зазорів, істотному зниженню гідравлічних параметрів і припиненню нормальної працездатності насосного агрегату. Досить навантаженою ланкою в конструкціях насосів із самоустановлювальним в опорах - ущільненням робочим органом є вузол передачі крутного моменту від електродвигуна на робоче колесо. При цьому, чим більш жорстка муфта застосована в кінематиці привода, тем вище вимоги до центрування вісей насоса й електродвигуна. Досить повно вимогам довговічності й піддатливості при передачі необхідного крутного моменту відповідають такі можливі комбінації конструктивних елементів:

- 1) втулочно – пальцева муфта з боку електродвигуна й сферичне шлицьове з'єднання в маточині робочого колеса;
- 2) муфта із пружними елементами з боку електродвигуна й сферичне шлицьове з'єднання в маточині робочого колеса;
- 3) сферичне шлицьове з'єднання як з боку електродвигуна, так і сферичне шлицьове з'єднання в маточині робочого колеса.

Основними перевагами запропонованих конструктивних схем відцентрових насосів із самоустановлювальним в опорах - ущільненням робочим органом у порівнянні із традиційними схемами консольних насосів і насосів двостороннього входу можуть бути визнані такі фактори:

- 1) зменшення масо – габаритних показників і зниження матеріалоемності за рахунок ліквідації зовнішніх опорних підшипникових вузлів;
- 2) поліпшення вібро – акустичних параметрів насосного агрегату в цілому;
- 3) спрощення обслуговування відцентрової машини в умовах експлуатації й зниження вимог по взаємному центруванню вісей насоса й електродвигуна.

При експлуатації таких відцентрових агрегатів на номінальних режимах з малою кількістю пусків - зупинок можлива їх безперебійна стала робота протягом декількох місяців, а то й років. Найбільш доцільним виглядає застосування цих насосних установок у мережах тепло-, водопостачання міст і селищ, також у гідромережах виробництв і технологічним середовищем у вигляді технічно чистої води.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.**

1. Михайлов А.А. Лопастные насосы / А.А. Михайлов, В.В. Малюшенко – М.: Машиностроение, 1977. – 192 с.
2. Марцинковский В.А. Бесконтактные уплотнения роторных машин. / В.А. Марцинковский – М.: Машиностроение, 1980. – 200 с.
3. Марцинковский В.А. Насосы атомных электростанций. / В.А. Марцинковский, П.Н. Ворона – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 256 с.
4. Марцинковский В. А. Вибрации роторов центробежных машин. В 2-ух книгах. / В.А. Марцинковский - Книга 1. Гидродинамика дросселирующих каналов. - Сумы: Изд-во СумДУ, 2002. - 337 с.
5. Марцинковский В. А. Насосы атомных электростанций. Расчет. Конструирование. Эксплуатация. / В.А. Марцинковский, С.С. Шевченко – Університетська книга, 2016. – 472 с.
6. Горовой С. А. Экспериментальные исследования насоса с самоустанавливающимся рабочим колесом / С.А. Горовой // ISSN 0023-1126. Ежемесячный международный научно-технический и производственный журнал “Химическое и нефтегазовое машиностроение”, Москва: МПУ, 2019 - № 2 - С. 36 – 40.

## ДРОНИ ДЛЯ ІНСПЕКЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Постійна наявність та доступність енергії та, зокрема, електроенергії є обов'язковою умовою функціонування сучасного суспільства. Це особливо стосується розвинутого індустріального чи постіндустріального суспільству, де електроенергія забезпечує надання послуг, важливих для виробництва, комунікації та торгівлі. Не дивно, що уряди багатьох країн стурбовані розумінням факторів, що впливають на надійність енергопостачання та електропостачання, і прагнуть розробити нормативну базу та стратегію для їх удосконалення. За розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р, про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”, згадується створення розгалуженої інфраструктури для розвитку електротранспорту. Для функціонування інфраструктури її необхідно спроектувати, побудувати та обслуговувати.

Обслуговування повітряних ліній електропередач, тобто огляд, ремонт, ліквідація аварійних ситуацій необхідні для забезпечення якості енергопостачання. Особливу увагу зосередимо на огляді, він в себе включає візуальний збір інформації про об'єкт, в основному він виконується людиною відповідної кваліфікації. Відповідно деякі важко доступні елементи та ракурси людина не зможе оглянути на відстані, що потребує відповідно близького візуального контакту або ігнорування, яке не доцільне в перспективі аварійної ситуації. Вирішенням даної проблеми полягає у використанні дронів.

Застосування безпілотних літальних апаратів – ефективний, швидкий та безпечний спосіб інспекції повітряних ліній електропередач. Переваги дронів для інспекції електромереж:

- Швидкість та своєчасність. Замість тривалого візуального огляду достатньо виконати обліт лінії за маршрутом і зробити серію детальних фотографій, які надалі доступні для аналізу в спокійній обстановці. Отримана інформація може бути використана того ж дня для ухвалення рішення про виїзд ремонтної бригади.
- Робота без створення складнощів для повсякденного життя людей. Машина з підйомником створює труднощі в автомобільному та пішохідному русі. Дрон позбавлений цього недоліку, оскільки перебуває у повітрі.
- Доступ до всіх ділянок. Не завжди високовольтні мережі доступні для огляду із землі. Дрон дозволяє виконувати інспекцію на відстані до 15 кілометрів від оператора, що знаходиться на одному місці.
- Оптимізація витрат. При грамотному плануванні один підготовлений оператор виконує той же фронт робіт, що бригада з великою кількістю дорогого в обслуговуванні і громіздкого обладнання.
- Діагностика у різних діапазонах. Зіставлення термальних та RGB-знімків дасть більше інформації порівняно з традиційними методами. Деякі несправності обладнання, непомітні людському оку, можна визначити лише зростання температури. Високоточний радіометричний тепловізор дозволяє візуалізувати нагрівання поверхні на моніторі оператора, порівняти результати вимірювань із попередніми та отримати попередження про перевищення граничних значень. Таким чином можна вчасно встановити такі дефекти, як порушення ізоляції або зношування дроту, після чого, не чекаючи аварії, прийняти рішення про ремонт.

Також в перспективі на майбутнє виконувати: запис усіх дій у процесі польоту для подальшого повторення завдання у повністю автоматичному режимі; розпізнання об'єкта за допомогою штучного інтелекту та порівняння результатів перевірки з попередніми; розташування точок у просторі із зазначенням дій, що виконуються дроном та підвісним обладнанням. Всі зібрані данні в подальшому можемо використати в подальшому для створення штучної нейронної мережі для подальшого автономного огляду без участі оператора та людини яка приймає рішення щодо наявності дефектів або пошкоджень.

Збір інформації про стан об'єктів необхідний сучасному суспільству і науці, за допомо-

гою інформації яку збирають і зберігають дрони можливо моделювати більш точні енергетичні системи та аварійні ситуації для їх покращення. Також створити повністю автономний огляд що підвищить ефективність та безпеку.

*Пісний Є. О. студент, Чепіжний А.В., к.т.н., СХУА*

## **ІТ В ОБСЛУГОВУВАННІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

На сьогодні існує безліч факторів впливу на сучасні системи електропостачання, і вони постійно змінюються. Ось чому для захисту систем електропостачання застосовується комплексний, інтелектуальний і інтегрований підхід. Такий підхід повинен охоплювати всю систему електропостачання на всіх рівнях напруги і враховувати всі можливі ризики. Основною складовою захисту системи електропостачання є забезпечення її стійкості. Більш стійкі мережі електропостачання мають більшу здатність до збереження працездатності в руйнівних умовах, зменшення їх впливу і прискоренню відновлення. З самого початку впровадження цифрових технологій системи електропостачання розвивалися від відносно автономних, нескладних мереж до комплексних інтелектуальних інфраструктур, вразливих для аварій природного і техногенного характеру на самих різних рівнях.

Потреба у вирішенні проблем, починаючи від потенційних ризиків, пов'язаних з цими неминучими процесами, а також включаючи зміну клімату, зростаюче впровадження розподілених систем електропостачання, а також різке зростання випадків вандалізму в деяких країнах, обумовлює необхідність забезпечення стійкості в частині експлуатації, оптимізації та проектування всієї системи електропостачання майбутнього.

Обслуговування систем електропостачання також повинні змінюватися в бік інформаційних технологій, всі операції пов'язані з обслуговуванням пов'язані з інформацією про об'єкт: затверджена проектна документация (креслення, пояснювальні записки тощо) з усіма змінами; однолінійні схеми первинних і вторинних електричних з'єднань усіх напруг для нормальних режимів роботи електрообладнання; акти випробувань та вимірювань електроустановок; акти прийняття електроустановок в експлуатацію, виконавчі схеми первинних і вторинних електричних з'єднань; акти розмежування електричних мереж за балансовою належністю та експлуатаційною відповідальністю між споживачем і електропередавальною організацією.

Для ефективного обслуговування її слід брати до уваги і знаходити відповідну інформацію. Щоб зменшити час пошуку інформації створюють інформаційні системи на основі бази даних, вони спрощують пошук завдяки систематизації, яка зменшить об'єм інформації при виборі відповідною характеристики (місце розташування об'єкта, вид об'єкта і т.д.).

Звичайно інформація про проведення робіт, аварії повинна постійно надаватися в бази даних для створення і функціонування систем підтримки рішень. Вона допоможе в екстрених ситуаціях коли необхідно виставити пріоритети виконання ремонтних робіт під час аварій, використання людських і технічних ресурсів, змін графіків проведення запланованих робіт залежно від незапланованих ситуацій, та попередження самих незапланованих ситуацій.

Для такого функціонування всі данні які можуть надаватися та збиратися повинні не тільки знаходитися в базі даних а й за ними повинні створюватися моделі об'єкта що дозволить спрогнозувати всі можливі варіанти подолання та розвитку надзвичайних ситуацій, виконувати ефективний перерозподіл потужностей з урахуванням відключення аварійної ділянки. Це все збільшить ефективність оперативно-виїзної бригад, та зменшить час за рахунок змін графіків робіт на автоматичному рівні.

Інформаційне моделювання є перспективним розвитком будь-якої системи, тому що вона може створювати події та їх можливий перебіг на основі великих масивів даних за короткий проміжок часу ніж спеціалісти відповідної кваліфікації.

## ПРОБЛЕМА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Надійність електропостачання є одним з головних факторів, що визначають ефективність роботи підприємств. Під надійністю електропостачання розуміється властивість системи та її окремих елементів забезпечити безперебійно в необхідному обсязі потужність і енергію високої якості. Дані властивості системи повинні зберігатися в певних умовах експлуатації та протягом необхідного проміжку часу. При цьому, надійність електропостачання головним чином характеризується наявністю (відсутністю) раптових перерв електропостачання, що виникають при відмовах систем зовнішнього електропостачання з різних причин. Раптові перерви електропостачання наносять споживачам збитки, а ринкові відносини загострили питання матеріальної відповідальності за таку шкоду.

У зв'язку зі збільшенням частоти відмов в системі електропостачання підприємств, проблема підвищення надійності електропостачання вимагає негайного вирішення. Але розробити алгоритм взаємин між енергопостачальними організаціями та споживачами електричної енергії можна тільки в тісній співпраці наукової спільноти, представників реального сектора економіки, регулюючих і контролюючих органів. На даний момент розроблено велику кількість методів підвищення рівня надійності систем електропостачання промислових підприємств різних галузей економіки:

- застосування струмових захистів без витримки часу на двотрансформаторних підстанціях 35/10 кВ, що дозволяє знизити час дії захистів ліній 35 кВ і наслідки коротких замикань;
- застосування автоматичного швидкодіючого пристрою включення резервного джерела живлення (ШАВР) зі збереженням в роботі електродвигунів, що живляться від знеструмлених секцій;
- впровадження в розподільні мережі струмообмежуючих пристроїв, комутаційної апаратури і струмообмежувачів на базі силової напівпровідникової техніки;
- об'єднання на паралельну роботу секцій збірних шин 6-10 кВ і трансформаторів на стороні 0,4 кВ;
- використання в мережах 6-10 кВ пунктів автоматичного резервування і секціонування;
- застосування сталевих багатогранних опор та заміна неізолюваних проводів на самонесучі;
- впровадження радіальних схем електропостачання
- резервування найбільш відповідальних технологічних процесів;
- установка в якості автономного джерела живлення дизельгенераторних (ДГУ) і газотурбінних (ГТУ) установок;
- застосування чотирифазних ліній електропередачі, які по своїй надійності можна порівняти з дволанцюговими трифазними та однакові з ними за пропускну здатністю, але дешевше в 1,6 рази та втрати потужності в них менше в 1,5 рази.

Але не дивлячись на значне різноманіття методів підвищення надійності електропостачання, на даний момент немає єдиного універсального методу, який би повністю відповідав на всі питання, пов'язані з безперебійним електропостачанням споживачів. Для прийняття рішень в кожному конкретному випадку необхідний ретельний аналіз умов і схем електропостачання споживачів, складу електроприймачів підприємств, їх класифікація за групами надійності, а також наслідків припинення електропостачання підприємства для життя і здоров'я працівників та населення, екології та економіки регіону. Повна уніфікація методу підвищення надійності електропостачання неможлива, але розробка в рамках однієї галузі або одного виду економічної діяльності, визначених алгоритмів дій та взаємин між усіма учасниками процесу електропостачання - актуальна теоретична і практична задача.



## СИЛОВІ МОМЕНТИ ПРИ КУТОВИХ ЗМІЩЕННЯХ РОТОРА В ШПАРИННИХ УЩІЛЬНЕННЯХ

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Ряд дослідів, які були здійснені на спеціально створених стендах, підтвердили теоретичні висновки про вплив ущільнень на динамічні характеристики роторів відцентрових насосів [1, 2, 3, 4, 5]. Існують конструктивні схеми відцентрових насосів так званої „безвальної” конструкції, в яких робоче колесо насоса має можливість вільно самоорієнтуватися в симетричних ущільненнях – опорах з необхідними гідродинамічними параметрами [6]. При цьому робоче колесо здійснює вимушені радіально – кутові коливання під дією гідродинамічних сил та їх моментів в межах радіальних зазорів ущільнень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Роботи багатьох науковців були присвячені дослідженню структури гідродинамічних сил та моментів у безконтактних ущільненнях протічної частини. Розрахункові та дослідні дані, що зумовлюють величини та напрями сил, докладно наведені в роботах [1, 2]. Гідродинамічні сили в ущільненнях можуть бути причиною руйнівних автоколиваний ротора, або стабілізувати останній та суттєво зменшити віброактивність агрегату в цілому [4, 5]. Цілеспрямована оптимізація вібраційних параметрів відцентрових насосів реалізується шляхом вдосконалення динамічних характеристик ротора з урахуванням гідродинамічних процесів, що мають місце в розвиненій системі шпаринних ущільнень між ротором та статором.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** В даній роботі пропонується оцінити технічні можливості безконтактних ущільнень створювати стабілізуючі кутові моменти гідродинамічних сил при виконанні функцій динамічних опор та ущільнень в єдиному вузлі безконтактного ущільнення відцентрового насоса.

При якісному гідравлічному розрахунку кутової та радіальної жорсткості ущільнень досягається можливість ротора-колеса вільно самовстановлюватися в статорних оболонках ущільнень та стабілізуватися у вісьовому напрямі при наявності обмежених за амплітудами радіально-кутових та вісьових коливань при збереженні динамічної стійкості на різних частотах обертання.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Фізичні процеси гідродинамічного походження радіальних та кутових гідродинамічних сил в шпаринних ущільненнях зумовлюють той факт, що рівнодійні цих сил не проходять точно через геометричний центр ущільнення, що викликає появу гідродинамічних моментів при переносі рівнодійних в серединний перетин. Гідродинамічне походження сил пов'язане з деформацією епюри тиску рідини в ущільненні вздовж периметру та вздовж довжини дроселюючого кільцевого каналу ущільнення. Деформація епюри тиску, що зумовлюється кутовими переміщеннями ротора, породжує сумарну гідродинамічну силу, складові якої характеризуються такими коефіцієнтами: коефіцієнт кутової (або кутової гідростатичної) жорсткості, коефіцієнт кутового демпфування, коефіцієнт кутової циркуляційної сили та коефіцієнт приєднаної маси рідини щодо кутових коливань ротора в ущільненні. Такий розділ складових сумарної гідродинамічної сили окремо на радіальні та кутові компоненти можливий тому, що ці складові є функціями двох незалежних параметрів, а саме: радіального ексцентриситета ротора в ущільненні та кута перекосу(або повороту) вісі ротора в ущільненні.

Функціональні вирази для моментів сил відносно двох взаємно перпендикулярних діаметрів серединного перетину ущільнення отримуються у вигляді інтегралів від елементарних моментів:

$$M_x = -\frac{\pi \cdot r \cdot l^2}{4} \int_0^1 \int_{-1}^1 P(\bar{z}, \phi) \cdot \bar{z} \cdot d\bar{z} \cdot \sin \phi \cdot d\phi$$

$$M_y = -\frac{\pi \cdot r \cdot l^2}{4} \int_0^1 \int_{-1}^1 P(\bar{z}, \phi) \cdot \bar{z} \cdot d\bar{z} \cdot \cos \phi \cdot d\phi, \quad (1)$$

де  $P(\bar{z}, \phi)$  - функція розподілу тиску в кільцевому каналі ущільнення;

$x, y$  - дві взаємно перпендикулярні радіальні вісі в серединному перетині ущільнення;

$z$  - вісь симетрії ущільнення (вздовж каналу);

$r, l$  - геометричні параметри ущільнення;

$\phi$  - змінний кут в серединному перетині ущільнення.

Функція розподілу тиску в каналі ущільнення  $P(\bar{z}, \phi)$  суттєво залежить від  $\Delta g$  - витоку рідини, який зумовлюється малими радіальними та кутовими зміщеннями ротора в ущільненні.

Ця величина спрощено може бути записана у вигляді рівняння:

$$\Delta g \approx -g_o \cdot \left( \gamma_1 \cdot \frac{d_o}{h_o} + \gamma_2 \cdot \frac{d_1 \cdot l}{h_o} \right) - g_2 \cdot d_2 - g_3 d_3, \quad (2)$$

де  $\gamma_1 = x \cdot \cos \phi + y \cdot \sin \phi$ ;

$\gamma_2 = g_y \cdot \cos \phi + g_x \cdot \sin \phi$ ;

$d_o, d_1, d_2, d_3$  - коефіцієнти, що пов'язують гідравлічні втрати тиску по кільцевому каналу в залежності від його геометричних параметрів;

$d_2, d_3$  - витоки рідини з каналу з урахуванням витиснення рідини внаслідок радіального та кутового переміщення вала.

В загальному вигляді функція  $P(\bar{z}, \phi)$  розподілу тиску зумовлюється всією сукупністю геометричних та силових факторів шпаринного ущільнення. Проте вплив інерційних та гіроскопічних складових на вираз функції  $P(\bar{z}, \phi)$  дуже незначний (не перевищує 10 %) [4], тому цими величинами в розрахунках можна нехтувати, отримуючи формулу тиску у вигляді:

$$P(\bar{z}, \phi) \approx P_{10} - \frac{\lambda l \cdot \rho}{8 \cdot h_o} \cdot B(\bar{z}) \cdot dz; \quad (3)$$

де  $B(\bar{z}) = g_o^2 \cdot \frac{2}{h_o} \cdot \gamma_1 + \frac{4}{3} g_o \cdot \Delta g + \frac{4}{3} g_o \cdot (g_2 - g_3) + \frac{4}{5} g_o \cdot g_3$ ;

$P_{10}$  - вхідний тиск рідини (перед ущільненням).

Використовуючи методику роботи [4] отримуємо після інтегрування трансформованих виразів (1) за змінною  $\phi$  проєкції гідродинамічних моментів радіально-кутових сил в шпаринному ущільненні:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} M_x \\ M_y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \frac{\omega}{2} \cdot \alpha_v & \alpha_e \\ \alpha_e & -\frac{\omega}{2} \alpha_v \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & \alpha_v \\ \alpha_v & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} + \\ &+ \begin{bmatrix} \beta_g & -\frac{\omega}{2} \cdot \beta_{gv} \\ \frac{\omega}{2} \beta_{gv} & \beta_g \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\beta_{gv} & \alpha_v \\ 0 & -\beta_{gv} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{g}_x \\ \dot{g}_y \end{bmatrix}, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $\alpha_e = \frac{1}{12h_o} \cdot \pi \cdot r \cdot l^2 \cdot \Delta P \cdot (1 - \alpha_1 + \alpha_2) \cdot (\alpha_1 - \alpha_2)$ ,

$$\alpha_V = \frac{1}{24h_o} \cdot \pi \cdot r \cdot l^3 \sqrt{2 \cdot \Delta P \cdot \rho \cdot \xi_o} \cdot (1 - \alpha_1 + \alpha_2) \cdot (\alpha_1 - \alpha_2),$$

$$\beta_g = \frac{1}{12h_o} \cdot \pi \cdot r \cdot l^3 \cdot \Delta P \cdot (1 - \alpha_1 + \alpha_2) \cdot (\alpha_1 + \alpha_2),$$

$$\beta_{gV} = \frac{1}{144h_o} \cdot \pi \cdot r \cdot l^4 \sqrt{2 \cdot \Delta P \cdot \rho \cdot \xi_o} \cdot (1 - \alpha_1 + \alpha_2) \cdot (\alpha_1 - \alpha_2 + 0,25).$$

Вирази (4) є аналітичними виразами для моментів основних гідродинамічних сил в шпаринному ущільненні, які породжуються як ексцентриситетом ротора ( $x, y$ ) в статорній оболонці ущільнення, так і кутовими зміщеннями ( $\vartheta_x, \vartheta_y$ ) вісі ротора відносно вісі статора. При цьому важливо зауважити, що гідростатична складова моменту:  $M_{x[y]} = \beta_g \cdot \vartheta_x [\vartheta_y]$  спрямована таким чином, що збільшує кут перекосу ротора; тому вільний ротор в одному ущільненні статично нестійкий відносно перекосів при дроселюванні на ущільненні вже зовсім незначного вісьового перепаду тиску (починаючи з 0,2 – 0,3 бар) і миттєво самостійно втрачає співвісність з ущільненням, повертаючись на максимально можливий кут в ущільненні [6].

**Висновки з даного дослідження.** Гідростатична складова моменту намагається збільшити кут перекоса ротора в одиничному шпаринному ущільненні. Гідродинамічні моменти стають суттєвим чинником, який впливає на динамічні властивості ротора відцентрового насоса у випадку здійснення останнім сумісних радіально-кутових коливань в шпаринних ущільненнях проточної частини відцентрового насоса.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

1. Марцинковский В.А. Бесконтактные уплотнения роторных машин. / В.А. Марцинковский - М.: Машиностроение, 1980. - 200 с.
2. Гулый А.Н. Гидродинамическая жесткость бесконтактных уплотнений // Вестник машиностроения. - 1987. - N 2. 21-25.
3. Гулый А. Н. Разработка экспериментальных и теоретических методов анализа динамических параметров бесконтактных уплотнений / А. Н. Гулый - Дис. ...канд. техн. наук. - Сумы, 1989. - 218 с.
4. Беда И.Н. Разработка уточненной модели и исследование динамических характеристик системы ротор-щелевые уплотнения. /Дис...канд.техн.наук. - М., 1992.- 192 с.
5. Марцинковский В. А. Вибрации роторов центробежных машин. В 2-ух книгах. / В.А. Марцинковский - Книга 1. Гидродинамика дросселирующих каналов. - Сумы: Изд-во СумДУ, 2002. - 337 с.
6. Горовой С. А. Экспериментальные исследования насоса с самоустанавливающимся рабочим колесом / С.А. Горовой // ISSN 0023-1126. Ежемесячный международный научно-технический и производственный журнал “Химическое и нефтегазовое машиностроение”, Москва: МПУ, 2019 - № 2 - С. 36 – 40.

УДК 621.25

Горовий С. О., к.т.н., доцент, СНАУ

#### ШИРОКО ВЖИВАНІ ВАРІАНТИ УЩІЛЬНЕНЬ РОТОРІВ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

Динамічні, а саме відцентрові насоси, використовуються практично в усіх галузях промисловості та сільського господарства всіх без винятку країн. Насос - це енергетична машина, в якій механічна кінетична енергія приводу перетворюється в гідравлічну енергію рідини. Перетворення механічної енергії в гідравлічну відбувається лише в робочому колесі відцентрового насоса, а в інших елементах проточної частини кінетична енергія рідини перетворюється в енергію тиску [1].

Насоси загального використання є найбільш розповсюдженим класом відцентрових насосів для перекачування чистих чи дещо забруднених, хімічно нейтральних рідин з температурою до 100° С. Конструктивно вони виконуються як одноступінчаті консольні агрегати, або одноступінчаті з робочим колесом двохбічного входу. Існує група насосів загального використання моноблочної компоновки, в якій консольна частина насоса приєднується до фланцу приводного двигуна. Це значно спрощує конструкцію насоса та зменшує його габарити, але вимагає спеціальних електродвигунів.

Якщо на енергетичні показники роботи будь-якого насоса в першу чергу впливають його гідравлічні якості пов'язані з виконанням проточної частини, то на показники довготривалості роботи та на відсутність значних витоків робочої рідини назовні суттєвим чином впливають ущільнення відцентрових насосів. Ущільнення насоса поділяються на внутрішні та кінцеві ущільнення приводного вала.

Сальникові ущільнення найбільш розповсюджені внаслідок їх досить простого конструктивного виконання та легкого обслуговування. Проте вони не забезпечують абсолютної герметизації вала насоса та не витримують великих експлуатаційних вимог щодо тисків, обертів та температур робочої рідини. Торцеві ущільнення забезпечують практично абсолютну герметичність насосного агрегату для дуже великого діапазону робочих параметрів; тому їх широко застосовують в спецнасосах та в усіх випадках, де використання інших типів. При якісному виконанні ці ущільнення можуть повністю ліквідувати зовнішні витoki на весь час експлуатації ущільнення. Головним недоліком таких вузлів є потреба в суттєвій переробці насосного агрегату під час монтажу та демонтажу вузла ущільнення. Внутрішні ущільнення проточної частини відцентрового насоса в значній мірі забезпечують не тільки високий об'ємний к.к.д. насоса, але й вирішальним чином впливають на вібраційно-динамічні характеристики насоса агрегату. В деяких випадках розвинена система безконтактних внутрішніх ущільнень взагалі може забезпечити роботу відцентрового насоса без зовнішніх опорних вузлів, перейнявши їх функції на себе.

Принцип дії будь-якого агрегату полягає в передачі енергії від механічного привода до робочої рідини в активному робочому органі - колесі відцентрового насоса. При цьому потрібно розмежувати роторну та статорну частини агрегату через ущільнення проточної частини. Найпоширенішим видом ущільнень є гладкі шпаринні ущільнення, які дуже технологічні при створенні, прості, надійні та довговитривалі в експлуатації. В якості вібраційно стійких ущільнень доцільно використовувати різні типи гладких ущільнень. Насамперед, це ущільнення з невеличким стрибком по діаметру на половині довжини ущільнення. Більш суттєвого збільшення стабілізуючої дії ущільнень на динаміку ротора можна досягти у випадку конфузornoї форми ущільнення по напрямку потоку рідини, або використовуючи комбіновані форми геометрії - циліндрична вихідна та конфузornoна вхідна ділянки. У потужних насосах з великими напорами робочої рідини головним чинником збільшення коефіцієнта корисної дії агрегату є зменшення втрат рідини в гідравлічній частині за рахунок обмеженні міжступінних перетоків рідини. Це досягається застосуванням, наприклад, двохступінчатих (двохциліндричних) циліндричних ущільнень з поворотом потоку на 180°. В багатоступінчатих насосах з великими частотами обертання ротора дуже суттєво постає питання зменшення амплітуд коливань гнучкого вала на окремих частотах. Це досягається застосуванням ущільнень із знешкодженою закруткою потоку рідини на вході в ущільнення, в такий спосіб нейтралізується дія дестабілізуючої циркуляційної сили, що значно підвищує межу динамічної стійкості ротора насоса. Доцільність використання тієї чи іншої конструкції чи типу ущільнення зумовлюється конкретними вимогами до насосного агрегату, виходячи з властивостей робочої рідини та технічних умов експлуатації насоса. Більшість ущільнень проектується в формі типорозмірних рядів на конкретні технічні параметри, що дає можливість застосовувати їх в різних конструктивних схемах відцентрових насосів.

Роботи багатьох науковців були присвячені дослідженню структури гідродинамічних сил та моментів у безконтактних ущільненнях проточної частини. Розрахункові та дослідні дані, що зумовлюють величини та напрями сил, докладно наведені в роботах [ 2, 3, 4, 5]. Гід-

родинамічні сили в ущільненнях можуть бути причиною руйнівних автоколиваний ротора, або стабілізувати останній та суттєво зменшити віброактивність агрегату в цілому. Цілеспрямована оптимізація вібраційних параметрів відцентрових насосів реалізується шляхом вдосконалення динамічних характеристик ротора з урахуванням гідродинамічних процесів, що мають місце в розвиненій системі шпаринних ущільнень між ротором та статором.

Пропонується по сучасному оцінити технічні можливості безконтактних ущільнень. Ідея полягає в суміщенні функцій динамічних опор та ущільнень в єдиному вузлі безконтактного ущільнення відцентрового насоса, що суттєво спрощує його виготовлення та експлуатацію при значному зменшенні масо-габаритних параметрів та підтримці в допустимих межах рівня вібрацій агрегату. Досягнення даної мети реалізується шляхом надання ротору-колесу можливості вільно самовстановлюватися в статорних оболонках ущільнень та стабілізуватися у вісьовому напрямі при наявності обмежених за амплітудами радіально-кутових та вісьових коливань при збереженні динамічної стійкості на різних частотах обертання.

Базовим варіантом відцентрового насоса з опорами-ущільненнями може бути насос, робочий орган-колесо якого має можливість радіально-кутового та вісьового самовстановлення в двох симетричних шпаринних ущільненнях з боку основного та покриваючого дисків робочого колеса [6]. Кінцеве ущільнення пов'язане з робочим колесом та відокремлює камеру вісьового авторозвантаження від витоку робочої рідини в оточуюче середовище.

Така конструкція дозволяє зменшити матеріаломісткість агрегату, ліквідує виносні підшипникові вузли та знижує вимоги до взаємоцентровки вісей насосу та приводного двигуна. В цілому маємо перспективну енергозберігаючу конструкцію насосного агрегату.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.**

1. Михайлов А.А. Лопастные насосы / А.А. Михайлов, В.В. Малюшенко – М.: Машиностроение, 1977. – 192 с.
2. Марцинковский В.А. Бесконтактные уплотнения роторных машин. / В.А. Марцинковский – М.: Машиностроение, 1980. – 200 с.
3. Марцинковский В.А. Насосы атомных электростанций. / В.А. Марцинковский, П.Н. Ворона – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 256 с.
4. Марцинковский В. А. Вибрации роторов центробежных машин. В 2-ух книгах. / В.А. Марцинковский - Книга 1. Гидродинамика дросселирующих каналов. - Сумы: Изд-во СумДУ, 2002. - 337 с.
5. Марцинковский В. А. Насосы атомных электростанций. Расчет. Конструирование. Эксплуатация. / В.А. Марцинковский, С.С. Шевченко – Університетська книга, 2016. – 472 с.
6. Горовой С. А. Экспериментальные исследования насоса с самоустанавливающимся рабочим колесом / С.А. Горовой // ISSN 0023-1126. Ежемесячный международный научно-технический и производственный журнал “Химическое и нефтегазовое машиностроение”, Москва: МПУ, 2019 - № 2 - С. 36 – 40.

УДК 621.914

*Шевченко Є.А., студент; Щербаченко А.М., студент; Кушніров П.В., к.т.н., доц., СумДУ*

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ НАСТРОЮВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ВСТАВОК ТОРЦЕВИХ ФРЕЗ У СПЕЦІАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ**

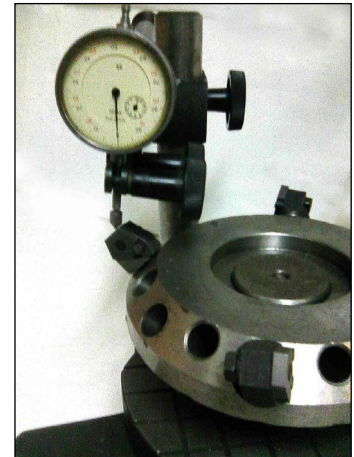
Плоскі поверхні заготовок зазвичай обробляють торцевими фрезами. Якість обробки, а також стійкість різального інструменту безпосередньо залежить від того, наскільки точно розташовані ріжучі кромки фрези, тобто торцеве і радіальне биття зазначених кромок має бути мінімальним. В даний час більшість конструкцій фрез не передбачає можливості настроювання положення ріжучих елементів щодо корпусу інструмента.

У деяких торцевих фрез вставні ножі заточують прямо в корпусі інструмента по задніх

поверхнях [1]. Якщо фрези містять багатогранні непереточувані ріжучі пластини, то зазначені пластини базуються своїми встановлювальними поверхнями по заздалегідь передбаченим поверхням у корпусі фрези. Отримана при цьому похибка положення ріжучої кромки буде залежати від точності виготовлення базових поверхонь корпусу інструмента, а також від точності виготовлення і установлення самих непереточуваних пластин. Сучасні зарубіжні фірми-розробники інструменту пропонують різні конструкції торцевих регульованих фрез. Це, наприклад, торцева регульована фреза CoroMill Century компанії Sandvik Coromant, фрези фірми Mitsubishi Materials' [2, 3].

Для торцевих фрез із циліндричними ріжучими вставками зазвичай застосовують метод настроювання вставок за допомогою жорсткого упора в спеціальних пристроях. Один із таких пристроїв містить корпус, на якому встановлені оправка для фрези та стійка з упором-шаблоном. Контроль точності настроювання ріжучих вставок фрези можна здійснювати в цьому ж пристрої. При контролі використовують індикатор годинникового типу із ціною поділки 0,01 мм. Пристрій є досить універсальним, в ньому можна налаштувати та контролювати як напайні ріжучі вставки, так і ріжучі вставки з непереточуваними пластинами (див. рисунок).

Таким чином, розглянутий спеціальний пристрій дозволяє точно налаштувати різальні елементи фрез та вимірювати їх радіальне і торцеве биття.



#### **Перелік використаних посилань**

1. Орлов П.Н., Скороходова Е.А. Краткий справочник металлста. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.
2. Металлорежущие инструменты / Каталог Sandvik Coromant // Вращающиеся инструменты. – 2017. – С2900:10 RUS.
3. Общий каталог C006R: Технические данные – Технические характеристики торцевых фрез / Чистовая обработка поверхности / Повышение качества поверхности. – Каталог Mitsubishi Carbide Corporation, 2014.

*Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент*

### **УДАРНІ МЕХАНІЗМИ У ТЕХНІЦІ**

Удар твердих тіл – це сукупність явищ, що виникають при зіткненні рухомих твердих тіл, а також при деяких видах взаємодії твердого тіла з рідиною або газом (удар струменя об тіло, удар тіла об поверхню рідини, гідравлічний удар, дія вибуху або ударної хвилі на тверде тіло, тощо). Як механічне явище удар характеризується двома основними властивостями. По-перше, швидкістю протікання: за дуже малий з погляду механіки проміжок часу (на практиці від кількох десятитисячних до мільйонних часток мілісекунд) швидкість точок механічної системи різко змінюється. По-друге, розвитком на площадках контакту тіл, що стикаються, так званих ударних (миттєвих) сил, настільки великих, що під час удару всі інші сили можна просто не брати до уваги. Змінюються ударні сили під час удару в широких межах і досягають значень, за яких середні величини тиску на площадках контакту мають порядок  $10^6$  і навіть  $10^8$  Па. Дія ударних сил призводить до значної зміни під час удару швидкостей точок тіла. Наслідками удару можуть бути також залишкові деформації, звукові коливання, нагрівання тіл, зміна механічних властивостей їх матеріалів та ін., а при швидкостях зіткнення, що перевищують критичні, – руйнування тіл у місці удару. Порядок критичних швидкостей для металів складає від 15 м/с (мідь) до 150 м/с та більше (високоякісні сталі).

Процес удару зазвичай поділяють на дві фази. Перша фаза – від моменту дотику тіл до моменту, коли відносна швидкість центру мас тіл стає рівною нулю. При цьому відбувається

перехід кінетичної енергії у потенційну енергію пружної деформації. У другій фазі відбувається часткове чи повне відновлення форми тіл. Відносна швидкість тіл зростає за абсолютною величиною, нарешті тіла розходяться, і удар закінчується. У другій фазі відбувається зворотний перехід потенційної енергії пружної деформації в кінетичну енергію. Для реальних тіл відносна швидкість після удару не досягає того значення, яке було до удару, оскільки частина кінетичної енергії тіл переходить в теплову, енергію залишкової деформації та інші види енергії. Таким чином, при ударі реальних тіл механічна енергія до кінця удару відновлюється лише частково внаслідок втрат на нагрівання тіл, надання залишкових деформацій, випромінювання звукових хвиль тощо.

Удар широко використовують у техніці, оскільки за удару розвиваються значні потужності. Великі сили, що виникають при зіткненні твердих тіл, використовуються в техніці для створення інтенсивних впливів на оброблювані матеріали та середовища. Удар викликає в тілах, що співударяються, складні динамічні (хвильові) процеси, які і визначають результат його дії. Системи, що співударяються, після одного або деякого числа ударів можуть перейти до іншого стану або зруйнуватися. Мета роботи більшості традиційних машин ударної дії полягає в організації зіткнень, у результаті яких оброблювані матеріали та середовища зазнають з точки зору механіки досить радикальних змін. Парк таких машин представлений досить широко: віброударні машини для занурення паль, трамбувальні ударні машини, віброударні машини для ультразвукового різання, ударні механізми для подрібнення, вібраційні формувальні машини, тощо. Окрім стаціонарних механізмів сучасна промисловість і будівництво мають у своєму розпорядженні також ручні віброударні машини найрізноманітніших конструкцій. Ручні ударні машини незамінні, коли через будь-які обставини неможливо використовувати стаціонарні пристрої. У машинобудуванні, наприклад, застосовують гайковерти та шуруповерти, за допомогою яких збираються та розбираються різьбові з'єднання; широко використовуються різноманітні віброударні молотки для клепки, карбування, обрубання виливків, оббивки окалини та багатьох інших операцій. У будівництві ручні віброударні машини руйнують міцні ґрунти, асфальт, бетон, пробивають проходи та ніші, свердлять отвори, забивають милиці і т.д. У гірничій промисловості відбійні молотки та перфоратори необхідні для буріння свердловин та шпурів. У багатьох виробництвах використовують ручні трамбувальні механізми, за допомогою яких ущільнюють ґрунт або формувальні суміші у ливарних цехах. При обслуговуванні залізниць для виправлення колій застосовують ручні шпалопідбійки.

УДК 621.7

*Кушніров П.В., к.т.н., доц.; Євтухов А.В., к.т.н., доц.; Макаренко Д.Ю., студент, Бойко О.О., студент, СумДУ*

## **ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ**

Оскільки проектування та виготовлення технологічної оснастки, зокрема верстатних пристроїв, є одним з найважливіших етапів підготовки виробництва, то йому завжди приділялася пильна увага розробників. Даний етап як правило є досить трудомістким, в технологічній підготовці виробництва він займає часто до половини витрат часу.

Деякі виробники оснащення застосовують стандартний підхід при виконанні замовлень для підприємств: замовнику надається вибір широкого асортименту вже готових технічних рішень. Необхідно тільки допомогти замовнику правильно зорієнтуватися у великій різноманітності існуючої технологічної оснастки, визначити головні потреби з урахуванням конкретного виробництва. Досить рідкісним явищем є розробка спеціальних пристроїв для виготовлення деталей: це буває найчастіше при великих партіях продукції, що виробляється, або при масовому виробництві. Найчастіше беруться вже готові пристрої, де при необхідності замінюється лише змінне налагодження, а основна базова частина пристрою залишається незмінною (наприклад, в спеціалізованих налагоджувальних пристроях). Це значно прискорює

і здешевлює процес підготовки випуску продукції, однак не завжди дозволяє точно врахувати всі необхідні вимоги щодо особливостей конструкції і обробки заданої деталі.

Функціональний підхід при проектуванні верстатних пристроїв відрізняється від традиційного тим, що на перших стадіях розробки конструкції верстатного пристрою розробник оперує не предметними образами (технічними пристроями, вузлами або механізмами), а абстрактними поняттями, тобто функціями. І тільки на наступному етапі проектування (на стадії безпосереднього технічного конструювання) проектувальник має справу з предметними речовими частинами технологічної оснастки. Наприклад, використовується такий набір функцій для верстатного пристрою: базування заготовки, закріплення заготовки, базування пристрою на верстаті, закріплення пристрою на верстаті, підведення до пристрою і відведення від пристрою енергоносія, утворення вихідної сили для закріплення, управління енергоносієм, об'єднання функціональних вузлів. А для того, щоб верстатний пристрій відповідав своєму призначенню, в ньому необхідна реалізація заданого набору функцій. Зазначена реалізація функцій технологічної оснастки відбувається за рахунок різних технічних пристроїв (технічних носіїв функцій), які, поєднуючись один з одним, і утворюють власне верстатний пристрій. При цьому кожен клас пристроїв має свої специфічні функції, але більша їх частина є загальною для всіх. Це так звані функції основні та ті, що забезпечують: основна функція – це функція, реалізація якої призводить до безпосереднього перетворення розмірів або форми оброблюваної у верстатному пристрої заготовки; функція, що забезпечує – це функція, реалізація якої забезпечує здійснення основної функції (наприклад, базування, закріплення, орієнтація і т.д.).

Таким чином, функціональний підхід при проектуванні верстатних пристроїв надає можливість розробляти нові конструкції технологічної оснастки з наперед заданою низкою необхідних функцій, що дозволяє більш ефективно враховувати індивідуальні особливості обробки заготовки, встановленої у верстатному пристрої.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Половинкин А. И. Поисковое проектирование и конструирование станочных приспособлений : учеб. пособие / А. И. Половинкин, Г. С. Чумаков. – Волгогр. политехнич. ин-т. – Волгоград: ВПИ, 1987. – 128 с.
2. Чумаков Г. С. Технологическая оснастка: учеб. пособие. – Сумы: СумГУ, 2001. – 216 с.

УДК 621.65

*Горовий С.О., к.т.н., доцент, СНАУ*

## ЦИЛІНДРИЧНА ТА ДИСКОВА КОНФІГУРАЦІЇ РОБОЧОГО КОЛЕСА ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА ТА ЙОГО ГІРОСКОПІЧНИЙ МОМЕНТ

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** На сьогоднішній день існують конструктивні схеми відцентрових насосів так званої „безвальної”, точніше квазібезвальної конструкції, в яких робоче колесо насоса має можливість вільно самоорієнтуватися в симетричних ущільненнях - опорах з необхідними гідродинамічними параметрами. При цьому робоче колесо здійснює вимушені радіально – кутові коливання під дією гідродинамічних сил та їх моментів в межах радіальних зазорів ущільнень. Суттєвий вплив на динамічні характеристики такого колеса створює його гіроскопічний момент.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Роботи багатьох науковців були присвячені дослідженню структури гідродинамічних сил та моментів у безконтактних ущільненнях протічної частини. [1, 2]. Гідродинамічні сили в ущільненнях можуть бути причиною руйнівних автоколивань ротора, або стабілізувати останній та суттєво зменшити віброактивність агрегату в цілому [3, 4]. Цілеспрямована оптимізація вібраційних параметрів відцентрових насосів реалізується шляхом вдосконалення динамічних характеристик ротора з урахуванням гідродинамічних процесів, що мають місце в розвиненій системі шпаринних ущільнень між ро-



тором та статором [5]. Гладкі шпаринні ущільнення дифузornoї форми повздовжнього перетину створюють передумови для статичної та динамічної нестійкості ротора, а конфузornoні, навпаки, сприяють стабілізації ротора.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Додатковий стабілізуючий або, навпаки, дестабілізуючий гіроскопічний момент зумовлений геометричною конфігурацією робочого колеса квазібезвального насоса може суттєво розширити чи зменшити діапазон частот обертання при динамічній стабільності ротора насоса. В даній роботі пропонується оцінити вплив гіроскопічного моменту робочого колеса на динамічні характеристики робочого колеса квазібезвального відцентрового насоса.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Класичний відцентровий насос консольного типу має в своїй конструкції три основні складові: корпус, вал з підшипниковими опорами та робоче колесо. Трансформація такої схеми в квазі „безвальну” конструкцію дає можливість перекласти функції підшипників на модернізовані ущільнювані вузли проточної частини, а приводну функцію жорсткого масивного вала на пружний торсіон. При такій схемі робоче колесо спирається на тонкі шари робочої рідини в опорно-ущільнюваних вузлах, що розташовані симетрично по обидва боки колеса, одночасно з опорними функціями ущільнення виконують вісьове розвантаження робочого органу на всіх режимах роботи насоса [6]. В цілому ротор „безвального” насоса має 5 ступенів вільності: він має можливість переміщення в будь-якому радіальному напрямі відносно вісі вала (це вісь симетрії „ротор-статор”) та може здійснювати повороти в площині перпендикулярній вісі вала, а також вільно переміщується у вісьовому напрямку. Ці обставини дозволяють стверджувати, що такий ротор має можливість самовстановлюватися в проточній частині насоса в межах відведених зазорів опорно-ущільнювальних вузлів.

З позицій теоретичної механіки однорідне тверде тіло, яке має вісь симетрії та обертається навколо цієї вісі з кутовою швидкістю, що значно перевищує ту кутову швидкість, яку може мати сама вісь під час її повороту разом з тілом довкола деякої нерухомої точки (наприклад центра мас тіла), має назву гіроскопа [7]. Згідно такого визначення робоче колесо відцентрового насоса є гіроскопом, а саме вільним трьохступеневим гіроскопом, до якого в значній мірі може бути застосовано наближена теорія гіроскопів. Проте враховуючи той факт, що опорно-ущільнювальні вузли є пружними опорами робочого колеса при динамічному аналізі радіально-кутових коливань ротора потрібно враховувати взаємозалежну дію системи „ротор - опори”, яка породжує так званий гіроскопічний момент або момент гіроскопа. В загальному вигляді вираз для гіроскопічного моменту має таку форму запису:

$$\vec{M}_o = \vec{\omega} \times \vec{K}_o,$$

де  $\vec{\omega}$  – вектор кутової швидкості прецесії гіроскопа;

$\vec{K}_o$  – вектор кінетичного моменту гіроскопа відносно точки О (наприклад центра мас).

Рівняння динаміки робочого колеса „безвального” насоса можна записати, використовуючи теореми про зміну кількості руху тіла та моменту кідькості руху тіла; рівняння складається в проекціях на вісі нерухомої системи координат OXYZ ,які співпадають з вісями симетрії статора насоса:

$$\begin{aligned} m \cdot \frac{d^2 x_0}{dt^2} &= \sum F_{ox}; & m \cdot \frac{d^2 y_0}{dt^2} &= \sum F_{oy}; & m \cdot \frac{d^2 z_0}{dt^2} &= \sum F_{oz}; \\ \frac{dK_{ox}}{dt} &= \sum M_{ox}; & \frac{dK_{oy}}{dt} &= \sum M_{oy}; & \frac{dK_{oz}}{dt} &= \sum M_{oz}; \end{aligned}$$

де  $x_0, y_0, z_0$  – зміщення точки О в напрямках  $x, y, z$ ;

F та M – сили та моменти, що діють на колесо;

$K_{ox,y}$  – проекції вектора моменту кількості руху колеса на вісі x та y.

Враховуючи, що на стаціонарних режимах роботи колесо у вісьовому напрямку не рухається можна нехтувати рівняннями, пов'язаними з проекціями сил та моментів на вісь z. Для проекції вектора моменту кількості руху на вісі x та y можна використати вирази  $K_{ox}$  та  $K_{oy}$ ,

які отримані в роботі Дроздовича В.Н. [ 8 ] для малих кутів поворота колеса в ущільненнях:

$$K_{ox} = I_3 \cdot \mathcal{G}'_x + (I_o - I_3) \cdot \omega \cdot \mathcal{G}_y;$$

$$K_{oy} = I_3 \cdot \mathcal{G}'_y + (I_o - I_3) \cdot \omega \cdot \mathcal{G}_x;$$

де  $\mathcal{G}_x$  та  $\mathcal{G}_y$  - малі кути поворота колеса відносно вісей x та y;

$\omega$  – кутова швидкість обертання колеса відносно вісі z;

$I_o$  та  $I_3$  – вісьовий та екваторіальний моменти інерції колеса.

З урахуванням виразів для  $K_{ox}$  та  $K_{oy}$  рівняння руху колеса – гіроскопа в ущільненнях - опорах можна записати у вигляді системи рівнянь:

$$m \cdot x'' = \sum F_{ox}; \quad m \cdot y'' = \sum F_{oy};$$

$$I_3 \cdot \mathcal{G}'_x = \sum M_{ox} - (I_o - I_3) \cdot \omega \cdot \mathcal{G}_y;$$

$$I_3 \cdot \mathcal{G}'_y = \sum M_{oy} - (I_o - I_3) \cdot \omega \cdot \mathcal{G}_x;$$

Складові в правій частині двох останніх рівнянь системи, які пов'язані з малими кутами поворота колеса, характеризують вплив гіроскопічного момента колеса на динаміку його руху.

Аналіз цих рівнянь з урахуванням гідродинамічних сил та моментів в ущільненнях-опорах дає можливість стверджувати, що кутові коливання породжують моменти сил інерції, які діють на колесо. В залежності від форми колеса (співвідношення  $I_o$  та  $I_3$ ) та від розташування останнього відносно опор (симетричне чи асиметричне) ці моменти можуть або зменшувати або збільшувати кути поворота робочого колеса та тим самим змінювати критичні частоти кутових коливань, що впливає на динамічні характеристики всього насоса.

Для звичайного колеса відцентрового насоса характерна дискова конфігурація; в цьому випадку вирази моментів інерції можна записати таким чином:

$$I_o = \int_{(m)} (x^2 + y^2) dm = \frac{mR^2}{2}$$

$$I_3 = \int_{(m)} (x^2 + z^2) dm = \frac{1}{2} \cdot I_o \left( 1 + \frac{H}{3R^2} \right),$$

де R – радіус колеса;

H – характерний вісьовий розмір (товщина);

m – маса колеса.

З урахуванням останніх виразів для моментів сил інерції (гіроскопічного момента) можна отримати таку форму запису:

$$M_{x(y)} = I_o \cdot \left( 1 - \frac{I_3}{I_o} \right) \cdot \omega \cdot \mathcal{G}_{y(x)} = \frac{1}{2} I_o \cdot \left( 1 - \frac{H^2}{3R^2} \right) \cdot \omega^2 \cdot \mathcal{G}_{y(x)}$$

Для тонких колес-дисків  $H < R\sqrt{3}$ , тобто  $I_3 < I_o$ ; гіроскопічний момент створює перешкоди повороту диска, що веде до зростання загальної кутової жорсткості системи „ротор - ущільнення” та зростання критичної частоти кутових коливань; у випадку, коли  $I_3 > I_o$  (циліндрична форма колеса), гіроскопічний момент змінює знак та зменшує кутову критичну частоту; коли  $H = R\sqrt{3}$ , гіроскопічний момент перетворюється в нуль. В загальному випадку гіроскопічний момент пропорційний  $\omega^2$ , тому критична частота кутових коливань колеса в ущільненнях залежить від частоти його обертання, а гідродинамічні силові та моментні фактори з боку ущільнень можуть як посилювати, так і послабляти гіроскопічний ефект колеса. Згідно розрахункових даних наведених в роботі [9] для тонкого диска ( $H < R$ , тобто  $I_3 \approx 0,5I_o$ ), зростання критичної частоти кутових коливань внаслідок дії гіроскопічного момента на двохопорий ротор-колесо сягає 30% (тридцяти відсотків).

Якісно вплив гіроскопічного момента робочого колеса на його динамічні характеристики був перевірений автором даної публікації шляхом зняття дослідних амплітудно-частотних характеристик для колеса „безвального” насоса дискової конфігурації ( $I_3/I_o \approx 0,93$ ) та у ви-

гляді циліндра ( $I_3/I_0 \approx 0,27$ ). Для циліндричного колеса мало місце значне (до 25 %) зниження критичної частоти кутових коливань відносно розрахункової власної частоти кутових коливань (для  $I_3/I_0 = 1$ ), а для колеса дискової конфігурації спостерігалось деяке зростання критичної частоти кутових коливань [6].

Аналіз конструкцій робочих коліс відцентрових насосів, які можуть бути використовані для створення „безвальних” агрегатів, свідчить про їх чітко виражені властивості створювати стабілізуючий гіроскопічний ефект внаслідок дискової форми, що буде позитивно впливати на динамічні характеристики всього насоса в процесі його експлуатації.

**Висновки з даного дослідження.** Гідродинамічні сили в шпаринних ущільненнях відцентрових насосів в окремих випадках дають можливість використовувати ущільнення як несучі опрно-ущільнювальні вузли „безвальних” агрегатів. Гіроскопічний момент робочого колеса дискової конфігурації створює позитивний вплив на динамічні характеристики колеса в ущільненнях шляхом підвищення критичної частоти кутових коливань. Слід уникати циліндричної форми робочого колеса.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.**

1. Марцинковский В.А. Гидродинамика и прочность центробежных насосов. / В.А. Марцинковский - М.: Машиностроение, 1970. - 270 с.
2. Марцинковский В.А. Бесконтактные уплотнения роторных машин. / В.А. Марцинковский - М.: Машиностроение, 1980. - 200 с.
3. Гулый А.Н. Гидродинамическая жесткость бесконтактных уплотнений // Вестник машиностроения. - 1987. - N 2. 21-25.
4. Беда И.Н., Лапоног С.Т., Чернов А.Е. Экспериментальные исследования радиальных сил в щелевых уплотнениях // Тезисы докладов к V Всесоюзному научно-техн. совещ. по упл. технике. - Сумы, 1988. - с. 112-113.
5. Беда И.Н. Разработка уточненной модели и исследование динамических характеристик системы ротор-щелевые уплотнения. / Дис...канд.техн.наук.- М.,1992.-192 с.
6. Горовой С.А. Разработка и исследование конструкций «безвальных» центробежных насосов / Дис. ... канд. техн. наук – Сумы, 1995. -231с.
7. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: учебник для втузов. / С.М. Тарг - 10е. изд.,перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1986. – 416 с., ил.
8. Дроздович В.Н. Газодинамические подшипники. / В.Н. Дроздович - Л.: Машиностроения, 1976.- 170 с.
9. Марцинковский В.А., Ворона П.Н. Насосы атомных электростанций. / В.А. Марцинковский - М.: Энергоатомиздат, 1987.- 256 с.

УДК 621.7

*Басов Б.С., аспірант; Кушніров П.В., к.т.н., доц.; Мошна А.С., студентка, СумДУ*

### **ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ САМОУСТАНОВЛЮВАНИХ І ПІДВІДНИХ ДОПОМІЖНИХ ОПОР**

Велике значення у розвитку машинобудівного комплексу країни відіграє вдосконалення технології обробки виробів з великими розмірами за довжиною або шириною і які мають недостатню жорсткість. Актуальним є використання нової високоефективної технологічної оснастки, що дозволяє швидко і точно встановлювати заготовки і дає можливість проводити високопродуктивну механічну обробку.

Для встановлення нежорстких заготовок використовують верстатні пристрої, що містять основні опори, призначені для базування заготовки. З метою збільшення жорсткості технологічної системи в тих місцях заготовок, де в процесі обробки можливим є виникнення вібрацій або прогинів, застосовують допоміжні опори – самоустановлювані та підвідні. Типові конструкції допоміжних опор розглянуто в нормативній, довідковій або науковій літературі,

наприклад [1, 2, 3].

Перевагами допоміжних опор є те, що при встановленні великих за розмірами нежорстких заготовок ці опори збільшують кількість опорних точок заготовок з метою зниження деформацій від складових сил різання. Тому допоміжні опори підвищують загальну жорсткість верстатних пристроїв і всієї технологічної системи.

Одним із недоліків самоустановлюваних опор є можлива їх піддатливість при впливі на заготовку значних збурюючих сил. Наприклад, при обробці струганням або чорновим фрезеруванням механізм затиску штиря опори може дати просідання з заклинюванням, що призводить до невиконання опорою її безпосередньої функції.

Більш жорстку конструкцію в порівнянні з самоустановлюваними мають підвідні допоміжні опори. У цих опор вертикальний штир має більш вигідні умови обпирання на переміщуваний вручну клин з кутом скосу 8-11 градусів, оскільки вертикальна складова сил різання при обробці заготовки тепер приймається всією опорною поверхнею клина.

Однак даний вид допоміжних опор має і свої недоліки. Головним із них є те, що клин в опорі переміщують вручну, а при ручному переміщенні клина здійснюється не завжди контрольований підйом опорного штиря до торкання з поверхнею заготовки. При цьому існує небезпека того, що можна необережно докласти надмірне ручне зусилля на клин, і заготовка може піднятися над основними опорами. Це призводить до порушення точності базування та до коливання місцевої жорсткості технологічної системи.

Таким чином, розглянуті самоустановлювані та підвідні допоміжні опори використовують для збільшення жорсткості технологічної системи. Недоліки, що притаманні цим опорам, мають бути враховані конструкторами та технологами, які опікуються питаннями оброблення нежорстких заготовок.

#### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ**

1. Опоры самоустанавливающиеся для станочных приспособлений. Конструкция (Adjustable jacks for machine retaining devices. Design): ГОСТ 13159-67. – [Введен 1968–07–01]. – М.: Изд-во стандартов. Переиздание, май 1990. – 12 с.
2. Станочные приспособления: справочник: в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 592 с.
3. Кушников П.В. Исследование жесткости технологической системы, содержащей поворотную вспомогательную опору // Технологии XXI века: Сборник тезисов по материалам 20-й международной научной конференции (15-19 сентября 2014 г.). Ч.1. – Сумы: СНАУ, 2014. – С. 15-16.

*Prokopenko O.Yu, Prokopenko Yu.O., Bilous A.V., Asoc. Prof, PhD, SNAU*

#### **OPTIMIZATION OF THE WEAR-RESISTANT COATINGS PROCESS FORMATION BY THE ESA METHOD AT THE REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY**

The duration of use of a number of machines in agriculture is usually lower than the norm, and the total cost of maintenance and repair of agricultural machinery and equipment for the service life is several times higher than the cost of its production. Insufficient initial reliability, which is constantly declining in the process of using machines, while increasing the annual cost of repairs is one of the reasons for the premature write-off of agricultural machinery. The quality of machines is characterized not only and not so much by its ability to perform specified functions, but mainly by its level of reliability or in other words the property of the machine to maintain and, if necessary, restore its efficiency with minimal time, labor and material resources.

Along with the improvement of design and technological parameters, very significant and promising opportunities to improve the reliability of machines are inherent in improving the quality of overhaul. At the organizational and technical level of repair production, the average resource of overhauled tractors is 20-50% lower than new ones. Meanwhile, according to the requirements, the

resource must be at least 80% of the new machine.

Low reliability leads to increased costs for maintenance of machinery in working order, downtime, which causes significant losses of agricultural products due to violation of agronomic deadlines for the technological process of agricultural production. Ensuring the reliability of repaired equipment, as well as a new multifaceted problem that can be successfully solved by the joint efforts of scientists, designers, repairmen and maintenance professionals.

The most important tasks of repair and maintenance production are to maintain efficiency, restore the life of machinery and equipment, ensure their high reliability and the possibility of efficient use. To solve these problems, it is planned to improve the quality of repair through the introduction of modern methods of its organization and optimal technological processes of strengthening and restoration of parts. The service life of restored parts is usually much higher due to the use of effective methods of restoration and improved properties of reinforced surfaces.

Modern reinforcement technology has numerous methods to improve the structure and properties of the surface layer of parts, each of which has optimal applications, advantages and disadvantages. Of great interest is the method of electrospark alloying (ESA), which is increasingly used in industry to increase the wear resistance and surface hardness of machine parts.

In the work, on the basis of the analysis of researches the formalized technique of definition of a rational variant of technology of strengthening of a detail at a stage of repair of cars is resulted. In this case, each option corresponds to an array of possible combinations of solutions, ranked by complexity depending on the number of stages of implementation (set of methods used).

An algorithm for the synthesis of rational technology is proposed, which takes into account different physical principles of equipment operation and allows, in accordance with technological limitations, to form the working surfaces of parts with specified performance properties.

In practice, the mathematical model of the task of improving the quality of working surfaces of parts is tested, the necessary and sufficient conditions for the existence of a solution option are formalized, which allow to optimize the technology of strengthening the part. With the help of the system of the directed choice of rational technology of strengthening of a detail it was possible to provide necessary quality of working surfaces by the most economic methods.

*Bokovnya I.M., Vasylychenko M.V., Vasilenko O.O., Assoc. Prof, PhD, SNAU*

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF AGRICULTURAL MACHINERY REPAIRS USING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ALUMINIZING COATINGS TECHNOLOGIES**

One of the main requirements is to ensure the efficiency and durability of parts and components in conditions of intensive operation. Statistical analysis shows that the largest number of machines fails due to wear of the friction surfaces of the responsible heat-loaded parts. Parts that work under the action of high gas pressure, inertia and temperature, which contributes to intensive wear. Such parts include friction pairs of the diesel cylinder-piston group, internal combustion engine valves, burners of gas generators of tractors and cars, pipes and parts of heat exchangers, collectors, heat treatment equipment, etc. Significant amounts of public and private funds are spent annually on the restoration and repair of parts and equipment in Ukraine. Improving their reliability and durability is an important task for the industry. Failures of the equipment connected with wear of its details cause long simple, considerable expenses of spare parts, increase expenses for service and operation. Recently, in order to improve the environmental safety of machine-building enterprises, the development and implementation of environmentally friendly and resource-saving technological processes that increase resource and reliability, ensure the efficiency of parts and tools in harsh operating conditions. In many cases, changing the physical and chemical properties of the surface layer of structural materials and products is a sufficient and cost-effective way to improve their performance, because the weakest element in the system material - working environment is the surface of the material. The need for coatings on parts that operate at elevated temperatures can be justified by the impossibility of the necessary improvement of physicochemical

properties of components and parts, even when using new materials with improved chemical, physical, mechanical and other properties.

In the presented work the working conditions and wear of the working surface of the cylinder liner are considered, the technologies of increasing heat resistance are considered. Ecologically pure technology of alliteration by electrospark method is offered. Peculiarities of structure formation during alliteration of steel 20 and 40 in different modes of electrospark alloying (ESA) have been studied. It is shown that the structure of the layer consists of three sections: the "white" layer, the diffusion zone and the base metal. As the discharge energy increases, such qualitative parameters of the surface layer as thickness, microhardness of the "white" layer and the transition zone, as well as roughness increase. At  $W_p = 0.52$  J, the continuity of the white layer is low - 50-60%, and with increasing discharge energy to  $W_p = 6.8$  J, the continuity increases to 100%. Increasing the discharge energy in ESA leads to a change in the chemical and phase composition of the layer: at low discharge energies, a layer is formed, consisting mainly of  $\alpha$ -Fe and aluminum oxides. given local micro-X-ray spectral analysis found that with increasing discharge energy, the layer consists of intermetallics of iron and aluminum, as well as free aluminum. To reduce the surface roughness after ESA with an aluminum electrode, we propose to carry out further treatment with the same electrode (aluminum), but at lower discharge energies. In this case, an electric discharge flows between the top of the protrusion of the roughness and the aluminum electrode, as a result of which the top of the ledge is destroyed, and the magnitude of the surface roughness is reduced. Previous studies have shown that such ESA technology is effective. Analysis of the obtained coatings showed that electrospark coatings are characterized by high heat resistance. They retain increased hardness, protect the base metal from oxidation, as evidenced by the results of tests for heat resistance, as well as lower oxide content in the surface layer of the base metal and sufficient hardness of the coating.

*Думанчук М.Ю., к.т.н., доц., Арістархов С.А., Круподер Є.В., студ., СНАУ*

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ З'ЄДНАНЬ ТИПУ «ВАЛ-ВТУЛКА» СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

Сучасний стан сільськогосподарського виробництва визначається рівнем його технічної оснащеності, оскільки всі технологічні операції з обробітку сільгоспкультур та вирощування тварин здійснюється лише за допомогою засобів механізації.

Аналіз тенденції, що складається в забезпеченні АПК сільськогосподарської технікою показує, що необхідно чітко визначити і послідовно проводити єдину державну технічну і технологічну політику, як у вирішенні поточних завдань, так і пріоритетів розвитку.

Пріоритетними задачами є, насамперед, підтримка на мінімально допустимому рівні технічного забезпечення АПК, що здійснює основне виробництво сільськогосподарської продукції переважно за традиційними технологіями. Пріоритети розвитку полягають у переході на якісно новий рівень виробництва на основі прогресивних технологій та технічних засобів.

Через великий термін експлуатації у більшості машин вироблено ресурс основних вузлів та агрегатів, що призвело до суттєвого зростання потреби в ремонтно-обслуговуючих роботах. У той же час рівень сервісного забезпечення знизився, хоча єдиним можливим шляхом підтримки працездатності машин є їх якісний ремонт та технічне обслуговування.

Слід зазначити, що особливу небезпеку становить поєднання «маточана-вал», в якому зовнішня циліндрична поверхня вала контактує з внутрішньої циліндричною поверхнею маточини, причому деталі утворюють з'єднання з натягом.

Збирання з'єднань з натягом може здійснюватися різними способами: запресовуванням вала в отвір, нагріванням деталі, яка має отвір, або охолодженням валу та ін. При цьому контактні поверхні деталей піддаються пружному і пластичному деформуванню, а ступінь деформації визначається твердістю їх поверхневого шару, причому, чим менше вихідна

твердість поверхневого шару, тим більше його пластичність, інтенсивність деформації та резерви до її підвищення.

У процесі роботи між контактуючими циліндричними поверхнями, як правило, в районі торців, протікає фретинг-процес, який, в результаті фретинг-корозії, може привести до ослаблення посадки, збільшення вібрації, порушення з'єднання і аварії.

З метою захисту пресового з'єднання від зношування, шляхом запобігання схоплювання поверхонь при терті, поліпшення опору атмосферній корозії, забезпечення твердості і зносостійкості поверхонь деталей, а також збільшення сили тертя в контакт і герметичності з'єднання, на контактуючі поверхні деталей сполучення «півмуфта-вал» поетапно наносили комбіновані електроіскрові покриття (КЕП).

1-й етап - на внутрішні поверхні маточини, на відстань 5-7 мм від торців, перед ЕЛ графітовим електроодом наноситься консистентна речовина, що містить сірку і алюмінієву пудру, вміст якої становить не більше 56%. Після чого, не чекаючи висихання консистентної речовини, один, або більше разів, проводять процес ЕЛ графітовим електроодом (ЦЕЛ). При цьому одночасно здійснюється алітування, сульфідкування і цементация. У випадку багаторазового ЕЛ графітовим електроодом, кожен наступний раз знижують енергію розряду, яку застосовують в залежності від заданої шорсткості і суцільності одержуваного поверхневого шару;

2-й етап - поверхню вала, що контактує з поверхнею маточини, на відстані 5-7 мм від торців піддають ЦЕЛ, подальшого нанесення на неї міді або срібла і зміцнення методом БУФО;

3-й етап - інша поверхня вала піддається сульфоцементации методом ЕЛ, при якій безпосередньо перед легуванням графітовим електроодом на сталеву поверхню наноситься консистентна речовина, що містить сірку. В окремих випадках, коли ПМ працює в умовах підвищеної температури, замість сульфоцементации використовують сульфоалітування.

Розроблена технологія забезпечує зниження опору деформації при запресовуванні, зменшують атмосферну корозію, збільшують площу контактуючих поверхонь, запобігають їх схоплювання, забезпечують підвищення мікротвердості і зносостійкості поверхні, а також герметичність з'єднання.

*Kovalenko D.S., Shevchenko O.I., Vasilenko O.O., Assoc. Prof, PhD, SNAU*

### **IMPROVING OF THE MACHINE PARTS WORKING SURFACES STRENGTHENING PROCESS USING ENERGY-SAVING CARBONIZATION TECHNOLOGIES AT THE STAGE OF MACHINE REPAIR**

In recent years, both in Europe and in Ukraine, energy shortages and energy costs have continued to grow. Before specialists in many fields, including mechanical engineering, the primary task is to increase the energy efficiency of both newly created and used technological machines and equipment by reducing their energy consumption. Chemical heat treatment (CHT) is currently one of the most effective methods of strengthening the surface of parts to increase their durability. It consists in the surface saturation of metals with various elements. The main types of CHT are: cementation (saturation of the surface layer with carbon); nitriding (saturation of the surface layer with nitrogen); nitrocementation or cyanidation (saturation of the surface layer with both nitrogen and carbon); diffusion metallization (saturation of the surface layer with different metals). Despite the fact that CTH has a number of significant disadvantages: volumetric heating, which leads to changes in the structure of the part; its deviation from the initial geometry (leashes and gutters); bulky and costly technological equipment; low productivity (for cementation to a depth of 0.1 mm takes 1 hour); the longer duration of the process and the use of energy-intensive equipment, which ultimately leads to significant energy consumption, the method is one of the main to improve the quality of the surface layers of machine parts.

Recently, to ensure the quality of the surface layers of machine parts, the method of electro-

spark allowing (ESA) is increasingly used - the process of transferring material to / from the surface of the product by a spark electric discharge. The features of this method are: locality of action, low energy consumption, no need for volumetric heating of the material, diffusion connection of the applied material with the base, ease of automation, the possibility of combining operations. Using various materials and environmental management as electrodes, this method can be used to carry out processes that are alternative to CTH, but at the same time spend much less resources. Using graphite as an electrode and saturating the surface of the part with carbon, you can carry out the cementation process (CESA). At traditional cementation it is possible to form surface layers of the increased hardness to 1,0 and more mm. However, due to the fact that in order to eliminate leashes and gutters it is necessary to grind a significant part of the surface layer, and the hardest, this method can not always achieve the desired result. Thus, the problem of developing energy-efficient and energy-saving, and at the same time environmentally friendly technologies for forming surface layers of parts, alternatives to HTO, which sufficiently preserve the advantages of HTO and devoid of its disadvantages is quite relevant.

Eco friendly technology of carbonization by the electrospark method is offered. The procedure for determining the constants of the equation of the depth of the hardened layer during electrospark alloying of steel samples with a graphite electrode is presented. The dependences of the depth of the reinforced layer for the surfaces of native steel parts on the duration of processing and discharge energy are determined. The form of analytical dependence is investigated, which allows to determine the influence of combined technologies on the quality parameters of working surfaces of reinforced parts. A mathematical model describing the influence of the discharge energy on the depth of the hardened layer during the CESA process is investigated. A procedure has been developed to determine the constants for the equation that predicts the depth of the hardened layer (diffusion activation energy and the maximum depth of the hardened layer). The algorithm of search of rational technological parameters of quality assurance of working surfaces of details which provides forecasting of energy constants of process CEIL for formation of the strengthened layer of necessary depth is developed.

*Думанчук М.Ю., к.т.н., доц., Арістархов С.А., Круподер Є.В., студ., СНАУ*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ ПОВЕРХОНЬ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ**

Підтримка якості та надійності сільськогосподарської техніки під час експлуатації багато в чому зумовлює ефективність роботи всього агропромислового комплексу. Одним з основних показників якості є надійність. Чим більша надійність машини, тим вище її корисність, здатність реалізувати потреби виробництва. Тому проблема підвищення надійності машин набуває першочергового значення і перетворюється на один з головних засобів здійснення економічної політики у сфері виробництва, створення та використання технічних засобів. Постійне та планомірне зниження виробництва продукції, якою у нашому випадку є сільськогосподарська техніка, стає джерелом зростання фонду накопичення, подальшого розширення виробництва та національного доходу.

Особлива роль підвищенні надійності сільськогосподарської техніки приділяється системі її обслуговування та ремонту. Її вдосконалення допоможе якнайкраще використовувати потенційну надійність, закладену на стадії конструювання та виробництва технічних засобів, а також досягти високої економічної ефективності їх використання.

Колінчастий вал - одна з найважливіших частин двигуна внутрішнього згорання. Вони виготовляються зі сталі за допомогою кування та чавуну шляхом лиття.

Складність конструктивної форми колінчастого валу, його недостатня жорсткість, високі вимоги до точності оброблених поверхонь викликають особливі вимоги щодо вибору методів базування, закріплення та обробки валу, а також вибору обладнання.

Колінчастий вал зазнає великих навантажень і піддається скручування, вигину та меха-



нічного зношування. Крутний момент, що розвивається на колінчастому валу, передається на трансмісію автомобіля, а також використовується для приводу різних механізмів двигуна. Сили, що діють на колінчастий вал, складаються з сил тиску газів і інерційних сил мас, що рухаються. Особливо великі сили виникають у момент вимкнення зчеплення. Основними несправностями валів є зношування опорних шийок через пошкодження вкладишів або деформація - викривлення валу через перегрівання. В результаті цього збільшуються зазори в підшипниках, у той час як умови мастила погіршуються, природне зношування шийок спостерігається при великих навантаженнях на двигун автомобіля. Крім зносу шийок під підшипники колінчасті вали надходять у ремонт, мають зазвичай знос різьблення під храповик-(залежно від конструкції вала), зноси отворів у фланці під болти кріплення маховика, під настановні пальці або напрямні шпильки, отвори під шарикопідшипник провідного валу. Всі ці навантаження та сили, що діють, на колінчастий вал призводять до прояву дефектів та виникнення зношування.

Часті несправності колінчастих валів:

- знос колінчастого валу по корінних або шатунних шийках;
- вигин;
- мікротріщини;
- знос посадкових поверхонь під маховик, сальник (сальник), передню шестерню.

Серед існуючих методів відновлення деталей великої уваги заслуговують електроерозійне легування (ЕЕЛ) та нанесення полімерних композитів (ПК), які останнім часом все частіше використовуються у ремонтному виробництві та доповнюють одна одну.

ЕЕЛ поверхні це процес перенесення матеріалу на оброблювану поверхню іскровим електричним розрядом. Метод має низку специфічних особливостей:

- матеріал анода (легуючий матеріал) може утворювати на поверхні катода (легована поверхня) надзвичайно міцно зчеплений з поверхнею шар покриття. В цьому випадку не тільки відсутня межа розділу між нанесеним матеріалом та металом основи, але відбувається навіть дифузія елементів аноду в катод;
- процес легування може відбуватися так, що матеріал анода не утворює покриття на поверхні катода, а дифузійно насичує цю поверхню своїми складовими елементами;
- легування можна здійснювати в строго зазначених місцях (радіусом від часток міліметра і більше), не захищаючи решту поверхні деталі;
- технологія ЕЕЛ металевих поверхонь дуже проста, а необхідна апаратура малогабаритна та транспортабельна.

Незважаючи на те, що ЕЕЛ позитивно впливає на зносостійкість поверхневого шару, його недоліки нерідко обмежують використання цієї технології для широкого кола деталей машин. До таких недоліків відносяться збільшення шорсткості поверхні виробів після ЕЕЛ, нерівномірність поверхневого зміцнення та ін.

*Kondratenko D.S., Konoplianchenko Ie.V., Asoc. Prof, PhD, Vasilenko O.O., Asoc. Prof, PhD, SNAU*

## **IMPROVING THE REPAIR PROCESS BY INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF PRESS JOINTS WITH ENERGY EFFICIENT METHODS**

Improving the efficiency of dynamic equipment used in the agro-industrial complex, such as compressors, pumps, steam and gas turbines, etc., can be solved by using new upgraded components (plain bearings, end seals, couplings, etc.) that meet modern standards. development and provide high reliability of operation of units on all technological modes. In turn, the reliability and durability of the components used, largely depends on the quality parameters of the working surfaces of the contact parts: microstructure, phase composition, microhardness, roughness, residual stress, etc.

Press connections are widely used among the assembly units of agricultural machinery for the transmission of workloads due to the frictional forces of rest between the connected surfaces.

The most typical cases of breakage of press and key joints are violations of the strength of adhesion of their components, fatigue damage and breakage caused by fatigue. The relative micro-displacements of the connected surfaces observed during the wear process occur due to the deformation of the parts under load and vibration conditions that accompany the operation of machinery and equipment. The intensity of wear increases with the operation of parts in aggressive environments. At the same time damage of connecting surfaces occurs in the conditions of fretting corrosion which, as a rule, proceeds with their insignificant oscillating relative shifts. Significant enhancements of oxidation and frictional sticking are due to the dynamic nature of the load, when the contact sharply increases the temperature gradient and the deformation gradient.

In the course of work separate surfaces of details of cars are exposed to fretting wear of destruction, in sharply intensified oxidation or setting. Fretting wear (FW) occurs in threaded, keyed and pin connections, fitting of tension parts, etc. Fretting corrosion (FC) is observed at various press landings on rotating shafts, in places of landing of turbine blades, in splined, keyed, bolted and riveted connections. As a result, FC reduces the fatigue strength of parts, which can cause serious accidents. Thus, the study of the problems of FW and the study of the causes of its occurrence is an urgent task that needs to be addressed in a timely manner. The technical result, which is to increase the efficiency of the above compounds, largely depends on many factors, namely the study of fretting, research into the causes of such wear, analysis of the nature of wear, interaction and damage to surfaces of bodies interacting in frictional contact and etc. Achieving this result is one of the most important tasks in ensuring the reliability and durability of machine parts at the stage of their repair and modernization.

The paper considers the peculiarities of the process of formation of multicomponent wear-resistant nanostructures on structural steel grade by electrospark alloying (ESA) with simultaneous saturation of surface layers with carbon (carbonization), sulfur (sulfidation) and aluminum (alloying), which can be used for prevention of frictional setting, increase of resistance to atmospheric corrosion and, thus, protection of surfaces of details of press connections from fretting corrosion.

As a result of the carried out researches technological recommendations of formation by ESA method on parts with tension connection of contacting surfaces by the special coverings providing reduction of influence of fretting process on reliability and durability as combination "semi-coupling-shaft" are developed. Simultaneous conduction on the surfaces of the hub, in the area of its ends, by the ESA method of alliteration, sulfidation and cementation improves fretting corrosion resistance, prevents setting of contact surfaces, increases microhardness and wear resistance of the surface and tightness of the joint.

*Zakharchenko O.O., Volina T.M., Asoc. Prof, PhD, Sumy National Agrarian University*

### **IMPROVING OF THE TRACTOR REPAIR EFFICIENCY BY INTRODUCING RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR FUEL EQUIPMENT PARTS WORKING SURFACES RESTORING**

Statistical analysis shows that the largest number of machines fails due to wear of the friction surfaces of critical parts. For example, in the fuel equipment of diesel engines it is friction pairs in the plunger pair. They work under the action of high gas pressure, inertial forces and temperature, which contributes to intensive wear. The efficiency of the friction pair largely depends on the quality of the working surfaces formed in the process of manufacturing parts. Of particular importance is the technology of finishing operations, as this is the final stage of the process. For parts of diesel friction pairs, the final technological operation is the technology of surface hardening, which provides the required quality of working surfaces, namely hardness, roughness and performance properties (wear resistance, serviceability, abrasion resistance). An effective method of improving the quality and performance of the surfaces of the parts of the plunger pair is to strengthen them by var-

ious technological methods. Chrome plating, nitriding, laser and detonation treatment are used to strengthen the surface, and phosphating and sulfiding are used to improve workability. However, these technologies are insufficient and do not always ensure the stable operation of the friction pair before the overhaul of the diesel engine. The surface hardening technologies used are characterized by a long cycle of many successive technological operations, which increases the cost and duration of manufacturing parts. And also ecological purity of technological process is not always provided.

Therefore, research and improvement of advanced technologies for the restoration of parts of the friction pairs of fuel equipment to ensure the high quality of their working surfaces and improve performance is an important scientific task that is of great practical importance. The methodological basis of the work is a systematic approach to the study of the finishing of the technological process of parts, the laws of formation of the coating and its characteristics, taking into account the influence of technological parameters.

The research is based on the basic principles of mechanical engineering technology, the theory of wear of parts, mathematical modeling and methods of technological quality assurance of reinforced parts. The existing technologies for improving the performance properties of parts and the requirements for critical parts of fuel equipment are analyzed. The analysis of technologies of providing properties of details of plunger pair, and also essence and advantages of process of reception of coverings by aluminochromophosphating is resulted. The influence of technological parameters of the hardening process on the operational properties of parts is investigated. The analysis of the operating conditions of fuel equipment parts of diesel engines revealed the types of defects and damage of critical parts, such as plunger pairs of fuel pumps, and establish a list of technological solutions to ensure the performance of their working surfaces by different methods. The method based on the combined technology of saturation of working surfaces of friction pairs with melts of salts of such elements as aluminum, chromium, phosphorus was chosen as a priority method. The results of research show that tribotechnical properties of surface layers, obtained by the new technology in 2 - 2.5 times higher in comparison with traditional galvanic technology of surface hardening, and in comparison with untreated - in 3 - 4 times higher that testifies to increase of bearing capacity of working surfaces of plunger pairs. In the process of friction, a coating consisting of oxides and phosphides of aluminum, chromium, iron due to thermomechanical reactions in the friction zone undergoes secondary transformations with the formation of a film that shields the outer layer of the part from destruction. Due to the improvement of surface hardening technology, the number of technological cycles is reduced by 10 times with the provision of ecological purity of the technological process and the creation of a surface layer with specified operational properties.

*Kalivod V.G., Vasylychenko M.V., Herasimenko V.O., Asoc. Prof, PhD, SNAU*

### **IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY AT THE FORMATION OF WEAR-RESISTANT COATINGS ON TRIBO SURFACES PARTS DURING AGRICULTURAL MACHINERY REPAIR**

At the stage of repair of agricultural machinery there are questions of ensuring the environmental friendliness of the process of restoration of parts. These issues concern both the direct impact of renewable technologies on the environment and the working conditions of workers. The development of production has put a number of regions on the brink of ecological catastrophe. Regulations adopted in our country are aimed at ensuring working conditions that meet the requirements of preserving the lives and health of workers in the workplace. They contain a number of important provisions that provide workers with guarantees of labor protection rights. Modern equipment should have not only high efficiency (higher productivity, low cost of production, low energy consumption, etc.), but also a high level of environmental safety. Equipment failures should not cause accidents or catastrophes. At the same time, enterprises must adhere to a high level of maintenance and control over the condition of equipment. In the conditions of scientific and technological progress, rapidly growing production, introduction of new equipment and technologies, growing role of man in pro-

duction and social significance of safe and healthy working conditions, the problem of environmental safety becomes especially relevant. The global nature of the environmental threat requires colossal efforts from mankind to establish intelligent interaction with nature to save life on Earth. Only by realizing the current ecological situation will humanity be able to successfully evolve. Millions of people work in conditions that do not meet the requirements of the legislation on pollution, noise, vibration and other factors of production. A natural consequence of this is the employee's right to health and safe working conditions, which are also enshrined in the Code of Labor Laws of Ukraine as a separate principle and in the form of subjective law. The owner or his authorized body is obliged to take measures to facilitate and improve the working conditions of workers through the introduction of advanced technologies, advances in science and technology, means of mechanization and automation of production, ergonomics requirements, positive experience in occupational safety and health. production facilities, reduction of noise intensity, vibration, radiation, etc.

During operation, the working surfaces of machine parts are subject to wear. Abrasive wear is the predominant type of wear of agricultural machinery parts. Often, for more effective protection against abrasives, the surface of parts is subjected to various types of hardening: surfacing with hard and wear-resistant materials, plasma spraying, chemical heat treatment, etc. In this case, the restoration of worn parts of parts that are subject to abrasive wear during operation, are often carried out by methods that adversely affect the environment. Repair welding and surfacing of machine parts and mechanisms today is one of the main technological methods of restoring the performance properties of parts and strengthening their surfaces. This type of restoration has a significant impact on the environmental safety of the repair process. Therefore, the issues of improving environmental safety in the formation of wear-resistant coatings on the tribo surfaces of parts of agricultural machinery during its repair, which is the subject of this work are extremely relevant and need research. New technological solutions have been proposed, which include the application of electro-erosion alloying (ESA) to steel and cast iron parts. The ESA coating is applied in two stages. In the first stage, the layer is applied using the modes that provide the greatest thickness and continuity of the surface. On the second - the same electrode, with the energy of the discharge and the corresponding productivity, form a surface with a roughness of about 2-4 times higher than in the previous stage. In addition, it is proposed to apply a layer of metal-polymeric material on the surface formed by the ESA method, which is reinforced with wire before polymerization.

*Lyashenko K.I., Herasimenko V.O., Asoc. Prof, PhD, SNAU*

### **IMPROVING THE EFFICIENCY OF EQUIPMENT REPAIR BY TECHNOLOGICAL SUPPORT OF THE STABILITY OF THE CUTTING TOOL BY THE ESA METHOD**

Recently, in order to improve the environmental safety of machine-building enterprises, the development and implementation of environmentally friendly and resource-saving technological processes that increase resource and reliability, ensure the efficiency of parts and tools in harsh operating conditions. Working tools such as harrows, cultivators, plows, etc. act as the cutting tool in tillage equipment. As a rule, all the destruction of parts begins with the destruction of their surfaces. Therefore, the most common cause of machine failures is not breakage, but wear and damage to the working surfaces of their parts and working parts. During operation, the working bodies of tillage equipment are exposed to the environment, and during the technological operations as the main cause of failure is abrasive wear.

In many cases, changing the physical and chemical properties of the surface layer of structural materials and products is a sufficient and cost-effective way to improve their performance, because the weakest element in the system material - working environment is the surface of the material. It follows how important it is to develop methods and technologies for applying protective coatings on the surface of materials. The use of reinforcing and protective coatings significantly improves the quality of products in agricultural machinery, ensures reliable operation of components and parts in difficult operating conditions of equipment, reduces material and energy costs for machine opera-

tion, reduces the cost of expensive construction materials. Therefore, research aimed at creating new and improving the quality of existing protective technologies is relevant and timely.

The technology of increasing the stability of the working surface of the cultivator paw by nitrocementation of steel parts by the method of electrospark alloying (ESA), which increases the depth of the reinforced layer, is proposed. The proposed new method of nitrocementation is carried out by the ESA method, which includes applying to the reinforced surface of the saturating special technological medium, which uses a pasty carburetor containing nitrogen-carbon components and, without waiting for it to dry, is treated with a graphite electrode.

To ensure the nitrocementation process, we used the EIL unit of the Elitron-52A model, which provides a discharge energy  $W_p$  in the range of 0.05-6.8 J. The discharge energy  $W_p = 0.13$  was used for research; 0.52 and 3.4 J. The analysis of design features and the reasons of wear of the cutting tool - working bodies of cultivators are carried out. As a result of the research, a method of nitrocementation of steel surfaces of parts is proposed.

The quality indicators of the obtained coatings on the surface of steel 20 and steel 40 during nitrocementation were analyzed. It was found that with the increase of the discharge energy to 3.4 J, the thickness of the white layer increases to 110 and 120  $\mu\text{m}$ , respectively; microhardness of the surface layer up to 9731 and up to 9932 MPa, respectively.

It is established that the presence of nitrogen during cementation of steel significantly increases the depth of hardening during cementation by electrospark alloying.

Analysis of research results showed that the replacement of steel 20 with steel 40 causes an increase in the thickness, microhardness and continuity of the "white layer". The magnitude of the surface roughness increases slightly.

Replacement of the substrate from steel 20 to steel 40 does not bring significant changes in the quality of the surface layer, ie both steels can be recommended for use, which is much cheaper to replace steel 65G, production of which is suspended in Ukraine.

Thus, the aim is to increase the durability of steel parts by developing a new, environmentally friendly and efficient process of nitrocementation of their surfaces, implemented by ESA in a special technological environment containing nitrogen through the use of the electrode of a graphite tool.

*Shnyko S.V., Kharchenko V.V., Shulga E.V., Parkhomenko M.V., Konoplianchenko Ie.V., Assoc. Prof, PhD, SNAU*

## **THE PROCESS RATIONAL PARAMETERS RESEARCH OF THE PARTS TRIBOSURFACES HEAT RESISTANCE INCREASE AT STAGE OF EQUIPMENT REPAIR**

In the conditions of complex mechanization of agriculture the problem of ensuring the maintainability of the machine-tractor park and technological equipment is of special attention. Ensuring the operability of the machine-tractor park (MTP) is achieved through maintenance and repair of machinery. Up to 30% of its book value is spent annually on maintenance and repair of equipment. At the same time, in addition to the costs of ensuring the operability of the MTP, agriculture is forced to bear significant losses from machine downtime due to technical malfunctions. Up to 45-55% of these losses are spare parts. Therefore, in the current state of agriculture of our state, the issues of saving material and labor resources spent on maintenance and repair of machines are of particular importance. An effective way to reduce the cost of repairing machines is to restore worn parts. The cost of restored parts, as a rule, is not more than 35-40% of the cost of new ones, while the restoration of parts saves a lot of metal.

In modern conditions, using more and more advanced technologies - in order to increase the strength characteristics of parts and structures produced, extend their service life with constant quality and maintain their size, consumer properties, engineering thought is looking for new approaches and methods to solve these problems . One of such methods is diffusion penetration of particles of

other metals into the structure of basic materials in order to give them additional strength, thermal and wear-resistant characteristics, adding their positive qualities and properties in solving this problem.

During operation of machinery and equipment, parts exposed to high temperatures and corrosion need protection. One of the properties of this protection is heat resistance. To ensure this property, there is a method of chemical heat treatment - alliteration, ie saturation of the surface of the part with aluminum. To create between the iron and aluminum and its alloys of metal bonds are used many methods of alliteration, ie. coating of iron with a layer of aluminum. During casting, the surface is saturated with aluminum, which gives it resistance to atmospheric corrosion, scale resistance and many other performance properties.

Low-carbon steels are most often allied, medium-carbon steels and cast iron are less often allied. To increase heat resistance, heat-resistant and scale-resistant alloys and steels, including various metals such as niobium, molybdenum, titanium, etc., are allied. Aliteration has received a wide range of applications in industry. This paper will consider one of these methods - alliteration - one of the most advanced, which allows to ensure corrosion and heat resistance of the working surfaces of machine parts.

The analysis of the existing methods of increasing the corrosion and heat resistance of the tribo surfaces of machine parts based on alliteration technology is carried out. The description of the quality indicators of the obtained intermetallic coatings allows to single out the method of electrospark alloying with an aluminum electrode as a priority method of alliteration, which differs significantly in the energy saving and environmental safety of the process.

The technological support of the process is studied and the technological modes of the equipment are proposed, which allow to obtain the coating of the corresponding quality. In order to apply in practice, it is recommended to carry out the process of alliteration by electrospark alloying (ESA), using modes (discharge energy up to 6.8 J and productivity up to 2.9 cm<sup>2</sup> / min), which provide the formation of a layer up to 128 μm thick and microhardness up to 7300 MPa. In order to increase the thickness of the ESA layer, it is recommended to apply a consistency substance containing aluminum powder (≈54% Al) on the steel alloy surface and at the same time make ESA with an aluminum electrode. To reduce the roughness of the obtained coatings, it is recommended to reduce the discharge energy at the finishing modes of ESA.

*JU Yao, Xinxiang Vocational and Technical College, Xinxiang, China, Ievgen KONOPLIANCHENKO, ZHANG Zhengchuan, Sumy National Agrarian University, Ukraine*

### **ALCONIFECRSI HIGH-ENTROPY ALLOY COATING ON THE SURFACE OF H13 STEEL BY LASER CLADDING**

**Abstract:** With the continuous progress of mechanical processing technology, the corresponding mold, cutting tools and other mechanical equipment need to work for a long time in a variety of harsh environment, such as friction, corrosion, high temperature, so that the performance of these molds, tools and materials and the ability to protect the stronger requirements. A method of deposition of AlCoNiFeCrSi high-entropy alloy coating on H13 steel surface by laser cladding technology is proposed, which not only meets the requirement of material lightweight, but also meets the standard of high strength and high corrosion resistance for material surface properties.

**Key words:** High-Entropy Alloy, Laser Cladding, Multi-Principal Alloy, Alloy Coating

With the rapid development of modern machinery industry and material technology, more and more molds, cutting tools and other mechanical equipment need to work for a long time in a variety of harsh environment, such as friction, corrosion, high temperature, so that the performance of these molds, tools and materials and the ability to protect put forward stronger requirements. However, most of the traditional alloys use one or two elements as the main elements, and add appropriate amount of other elements for alloying, has been unable to fully meet and adapt to the development of the new situation.

High-entropy alloy emerges with the development of The Times. In 2004, Professor Ye Junwei, a Chinese scholar from Taiwan, proposed the design concept of a new multi-principal element high-entropy alloy with nearly equal molar ratio (equal molar ratio) and significant high mixing entropy effect. It shows excellent properties such as high strength, high toughness, good wear resistance, corrosion resistance and thermal stability. High-entropy alloy contains strong research value. At present, the common high-entropy alloy products have several forms of block, coating and film. Compared with the high-entropy alloy block made by smelting, sintering and other processes, the high-entropy alloy coating and high-entropy alloy film can significantly reduce the cost of materials and achieve practical performance. Because the high-entropy alloy coating has a thicker thickness than the high-entropy alloy film, it can better adapt to the needs of high strength applications.

Due to the complex alloy composition of high-entropy alloy, there are many optional elements, and it is a kind of multi-principal component alloy. Conventional alloy solute and solvent atoms fill the gap with the same bonding. However, as a kind of multi-principal alloy, high-entropy alloy has no difference between solvent and solute. It diffuses mainly through a vacancy mechanism, where each element randomly occupies a lattice position in the crystal. The highly active atoms are more likely to diffuse into vacancies, and the solid solution will produce greater distortion and stress than the traditional alloy, increasing the strength of the alloy.

High-entropy alloys, due to their excellent corrosion resistance and low environmental impact. Many experts at home and abroad have successfully prepared high-entropy alloy coatings with excellent performance on the surface of metal materials by using many different processes. At present, there are many methods to prepare high-entropy alloy coatings. At present, the common methods include laser cladding, laser surface alloying, laser remelting, electron beam cladding, plasma cladding, thermal spraying, magnetron sputtering and vapor deposition. In laser surface alloying and laser remelting technology, the melting of the base material will occur in the process of machining. Plasma cladding technology has a high demand on matrix shape and size. Magnetron sputtering and vapor deposition techniques can not be applied in the field of high strength coating on substrate surface. The principle of thermal spraying technology is relatively simple, but the efficiency is very high, and the application is very wide. Laser cladding technology heat concentration, short acting time, cladding layer and substrate bonding strength is very high, with high strength and good wear resistance, corrosion resistance and other properties.

A method of deposition of AlCoNiFeCrSi high-entropy alloy coating on H13 steel surface by laser cladding technology is proposed, which not only meets the requirement of material lightweight, but also meets the standard of high strength and high corrosion resistance for material surface properties.

*Du Xin, Henan Institute of Science and Technology, China, Ievgen Konoplianchenko<sup>1</sup>, Viacheslav Tarelnyk, Sumy National Agrarian University, Ukraine*

## **DEVELOPMENT DIRECTIONS AND PERSPECTIVES OF EDS TECHNOLOGIES**

Electro Spark Deposition (ESD) technology is widely used in various fields as a very promising surface engineering technology. With the development of modern technology, people have a deeper understanding of the strengthening mechanism of ESD technology, and ESD technology has been further developed. Researchers have done a lot of work in the development of ESD coatings. Based on the conventional alloy coatings, they have further researched and prepared new coating materials with better performance, improved surface quality and optimized the coating manufacturing process. Discoveries and new theories in materials provide greater scope for exploration in ESD research.

ESD of cemented carbide coating has the advantages of high hardness, high strength, wear resistance, corrosion resistance, oxidation resistance, and low expansion coefficient. It is widely used in cutting tools, gauges, metal molds, extractive tools, etc. ESD can rapidly deposit carbide

materials on the metal surface and form amorphous alloys and ultrafine crystalline alloys to improve surface properties.

Wang (J. Wang et al., 2014) deposited **WC-4Co** ceramic carbide on cast steel material and used the surface wettability theory which combined with the microstructure of the surface. It was found that the surface generated tiny particles of **Fe<sub>2</sub>C**, **Si<sub>2</sub>W**, **Fe<sub>3</sub>W<sub>3</sub>C**, **Co<sub>3</sub>W<sub>3</sub>C**, and deposited into a thickness of 20 μm. Tarel'nik (V. V. Tarel'nik & Kuchmii, 1997) used EG-4 graphite electrode to deposit on the surface of steel R6M5, and he found in situ reaction phenomena. You (You et al., 2007) used graphite electrode to deposit on the substrate surface of titanium alloy and generate in situ **TiN** coating. Its Vickers hardness was 5 times that of the substrate and reached 16 700 MPa HV0.05. Zhang (P. Zhang et al., 2011) used **TC4** as the electrode and 45 steel as the substrate. The deposition layer of **TiN** was generated by in situ reaction at a high temperature when nitrogen was used as the protective gas. The nano-hardness of the surface was 4 times that of the substrate.

ESD technology has high discharge temperature and fast cooling, but it also has its shortcomings, such as the limited thickness of the deposited layer, the low surface quality of the deposited layer, and poor bonding strength of the deposited layer. In order to improve these shortcomings, the method of multi-layer metal deposition is usually used to achieve the effect of improving the surface properties. Alternatively, several materials are compounded into electrodes and deposited to improve the deposition efficiency.

Maryam Kazemi (Kazemi et al., 2020) used HA/TiN dual-layer deposited on **Ti-6Al-4V** material to utilize the corrosion behavior and biocompatibility in dental and orthopedic implants. Chen (B. Chen, Fan, Tang, & Li, 2018) deposited two kinds of tungsten steel rods, **Ti-6Al-4V** and **YG10**, as electrode materials on the surface of H13 steel alternatively, and the microhardness and thickness of each deposited layer were significantly increased compared to the substrate. Tang (Tang, 2016) deposited Ti and B4C powder on 40Cr steel substrate by ESD to generate **TiC-TiB<sub>2</sub>** composite coating, the coating has better tribological properties, which of wear resistance is five times that of the substrate.

High entropy alloys are new alloy systems with five or more primary elements. A simple solid solution is formed in each principal element, and its lattice distortion leads to strong solid solution strengthening, which results in high strength, high hardness, and high corrosion resistance. ESD preparation of high entropy alloy coatings play with the high mixed entropy effect of multiple primary elements. Due to the fast solidification characteristics of ESD, it is easier to form simple face-centered cubic (FCC) or body-centered cubic (BCC) solid solution phases (Yong ZHANG et al., 2021). Due to the fast solidification characteristics of ESD deposition, it is easier to form simple face-centered cubic (FCC) or body-centered cubic (BCC) solid solution phases. And which forms fine grain organization. It plays the role of solid solution strengthening and fine grained strengthening, which is the benefit to obtain excellent performance coatings.

It plays the role of solid solution strengthening and fine grained strengthening, which is beneficial to obtain excellent performance coatings. Li (Li, Yue et al., 2013) prepared a multi-element high entropy alloy coating **AlCoCrFeNi** on AISI 1045 carbon steel substrate using ESD technique, and the substrate obtained has a simple BCC structure, the microhardness of the coating is 2 times higher than that of the substrate material, that the corrosion resistance of the coating is better than that of the substrate. Karlsdottir (Karlsdottir et al., 2019) used **CoCrFeNiMo** high entropy alloys electrode to generate the coating on the surface of the steel substrate, the layer had additive BCC and potentially  $\sigma$  phase. The surface of Vickers hardness is 593HV, and it had relatively high wear and corrosion resistance. Wang (Y. F. Wang et al., 2018) prepared the deposited layer of **FeCoCrNiCu** high-entropy alloys electrode on the surface of 45Mn2 alloy steel. The layer produced a simple FCC structure, and the deposited layer had good corrosion resistance.

The liquid metal is rapidly cooled above the crystallization temperature to below the



crystallization temperature, which forms the amorphous alloy tissues. Some of the tissues reach ultrafine nano-crystals. Due to the significant increase in the number of grain boundaries, it emerges that some excellent new tissues and structures with good mechanical properties.

Zamulaeva (Zamulaeva, et al., 2008) utilized **WC(8% Co)** nanopowder deposited on Armco iron surface, The upper layer of coatings deposited with nanostructured material, which exhibit a uniform amorphous structure, higher wear resistance, and reduced friction coefficient. Gao (Y. Gao et al., 2012) utilized **Ni-Cr** alloy electrode to deposit on **3Cr2Mo (P20)** steel substrate. The nanocrystalline structure in the upper part of the coating was found and increased the substrate wear resistance and corrosion resistance. Wei (Wei et al., 2017) used coarse-grained **Fe<sub>2</sub>B** electrode to generate nanocrystalline **Fe<sub>2</sub>B** coating on the surface of the substrate of AISI 1045 steel. The toughness of the coating was increased. Zhang (Yi Zhang et al., 2019) utilized Chromium carbide cermet (**Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>20%Ni5%Cr**) powder alloy electrode deposited on **Cr12MoV** steel. In the nanocrystalline microstructure, the coating surface was strengthened.

ESD has used materials with good biocompatibility and corrosion resistance for medical applications, such as titanium alloy and stainless steel. It is required that environmental protection, non-toxic and non-allergic reactions in blood and tissue fluids. It has high strength and hardness. It is commonly used in healing bone defects and injuries. Currently, titanium alloys and ceramic materials based on calcium phosphate compounds are used in medicine, such as hydroxyapatite (HA).

Jiang (Jiang et al., 2011) used silicon as an electrode material to prepare an intermediate layer in TA2 material, which prevented oxidation of titanium plates and ensured the bond strength of cast titanium porcelain. Boshitskaya (Boshitskaya et al., 2014) deposited **TiAl<sub>3</sub>** or **TiN-3AlN** layer on VT-6 titanium alloy. Then, laser fusion of a subsequent hydroxyapatite layer was used to create biocoating, which had high corrosion resistance and biocompatibility. Durdu (Durdu et al., 2017) utilized **Ti6Al4V** material deposited on the surface of St35 steel and then after micro-arc oxidation (MAO) treatment to generate hydroxyapatite (HA). HA-based bioceramic coatings were formed. Esmaili (Esmaili et al., 2021) utilized Fe37Cr15Mo2B26C7Nb3Si3Al6Mn1 was used as an electrode and deposited bioceramic coatings on the surface of 316 stainless steel by ESD technology. And the biocompatibility of the coatings was analyzed.

Researchers had optimized the machining process to improve the surface quality of ESD, reduce micro-cracking and improve surface wear resistance. In particular, a lot of researches have been conducted on ESD voltage, pulse frequency, discharge capacitance, deposition time, duty cycle, protective gas flow, and metal surface wetting angle. At present, the research hotspots are in the ESD of the subsequent treatment process and the study of the composite process. These researches provide new ideas for ESD automation processing to obtain better surface quality(V. B Tarellyk et al., 2019).

ESD deposition produces the problem such as surface micro-cracking, it is useful that Laser processing improved other properties such as tribological properties of ESD coatings(V. B. Tarellyk et al., 2020). Radek (Radek & Bartkowiak, 2010) used the **WC-Co-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** electrode which was made of nanostructured powder and deposited on the surface of C45 carbon steel, then laser surface melting was performed. Better surface quality can be obtained. The micro-cracks or pores of the laser-modified outer layer could not be observed. The surface micro-hardness increased from 784 **HV<sub>0.04</sub>** to 843 **HV<sub>0.04</sub>**, the critical force adhesion of the coating increased from 6.33 N to 8.94 N. Gao (Y.-x. Gao & Wang, 2021) used alloy powder Ni-based alloy deposited on the surface of P20(3Cr2Mo) steel substrate, and the surface was remelted by a JHM-1GY-300D type pulsed laser welding machine to obtain a uniform distribution of ultrafine grains. The surface quality and surface hardness were improved, and the wear resistance had been nearly doubled. And the surface wear was analyzed mainly as abrasive wear.

ESD coupled with ultrasound can yield better surface quality of the coating. The discharge gap

was effectively improved, so the coating grain size was refined, cracks in the coating, and bubbles inside the coating were reduced.

The electrode was incorporated into ultrasonic (C. Chen, Tang, & Xu, 2011), Chen used die steel 718 as the electrode to deposit on the surface of H13 substrate. It was studied that the effect of processing process parameters on the surface deposition thickness. Zhao (Zhao et al., 2019) used copper-based **NiCrBSi** powder electrodes to generate coatings on ASTM 1045 steel, which has good continuity and few defects. The coating has good continuity and few defects, and the introduction of ultrasound makes the metal powder to be uniformly dispersed and melted and results in better coating quality. Ultrasonic technology has strict requirements for electrode size and material. Although the surface remanufacturing of the mold is more restricted, it has good performance in surface fine-machining.

Electro spark deposition technology has been developed for more than 70 years and has received a lot of attention from researchers and scholars because of its small investment, easy operation, and remarkable effect. The technology has made great progress, but there is still a need to solve the problems, such as the limited thickness of deposited layer, large surface roughness, relatively low productivity, unstable strengthening process, reliability needs to be improved, etc. The existence of these problems has limited the promotion and application of the technology.

ESD is one of the hot spots in remanufacturing engineering, which has a great prospect of development and application. To reduce the problems of ESD technology and further improve the performance of deposited coatings, its future development may be carried out in the following aspects: 1) strengthening the research on the mechanism of ESD deposition; 2) process research to improve the thickness and surface finishing of ESD deposition; 3) intelligence and automation of ESD process; 4) exploring more application areas of ESD.

*Konoplianchenko Ie.V., Yaremenko V.P., Sumy National Agrarian University, Ukraine, Song Zhaoyang, Henan Institute of Science and Technology, China*

## **RATIONAL MECHATRONICS ASSEMBLY TECHNICAL SYSTEMS KINEMATICS SYNTHESIS**

From the whole variety of connections included in assembly units, units and products, it is possible to single out typical ones that have common characteristics in terms of service purpose and the shape of their interface surfaces. The division of assembly joints according to the shape of the mating surfaces makes it easier to automate their assembly. Therefore, the assembly process of typical joints can be considered as a series of typical processes of joining parts along their surfaces: spherical, conical, cylindrical, threaded, flat, etc. In this case, the position of any part in space is determined by three movements and three rotations in the coordinate system. Therefore, the process of automatic assembly of any assembly unit is a spatial problem that can be solved using dimensional chains of relative rotations of the surfaces of the assembled parts - assembly machine system. When assembling vacuum tube assembly systems, it becomes possible, by creating standard subroutines for each type of connection, to receive control programs for assembling the entire product.

To automate the synthesis process of a rational version of the mechatronic structure, mathematical models of geometric and kinematic movements of assembly elements and executive bodies of robotic assembly equipment were developed. Mathematical models of geometric displacements of assembly elements are recorded by the conditions for making connections in accordance with the developed design and technological classification. Also, mathematical models of the executive bodies of automated assembly equipment have been developed. On the basis of the developed classifications of the types of joints of assembly elements and industrial robots, it became possible to select a robot with an appropriate degree of mobility in an automated mode. The use of the design and technological direction allows to increase the clarity and simplicity of information coding. The presence of an illustrated identifier for the types of connections at the enterprise leads to their unifi-

cation during the design and technological preparation of production. The use of a technology classifier simplifies the design of an assembly workflow. However, when using this direction, it is difficult to refine the design of the product for manufacturability, since the technological equipment used during assembly depends not only on the type of operation performed, but also on the sequence of assembly of the product. When you change the assembly sequence, the manufacturability of the production facility changes.

The classifier is based on both geometric parameters that determine the trajectory of movement of parts during assembly, and structural and technological features that characterize surfaces for their intended purpose and technology for their assembly. Separation of codes, connected elements and types of connections made it possible to reduce the number of code characters. The classifier has a reserve for further expansion in the development and use of new types of compounds. The assembly technological process is presented in the form of a number of typical processes for joining parts (correspond to certain subclasses of types of joints). The degree of mobility of the assembly elements is coded and determined by three rotations and three movements along three coordinate axes. Therefore, the automatic assembly of any assembly unit can be represented using models of geometric and kinematic displacements.

The use of the developed methodology for classifying assembly units makes it possible to unify the manufactured products, reduce the time required for technological preparation of production, and when using industrial robots, create unified software modules for each subclass of connection types.

*Думанчук М.Ю., к.т.н., доц., Лях В.С., студ., Головченко М.Л., студ., Ігнатченко О.М., студ., СНАУ*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ПАР ТЕРТЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ВІД ЗНОШУВАННЯ**

Ефективність роботи сільськогосподарської техніки залежить, головним чином, від її надійності – здатності виконувати задані функції з мінімальними витратами праці та матеріальних засобів протягом тривалого часу. Простої техніки, спричинені усуненням відмов, призводять до затягування агротехнічних термінів проведення польових робіт, внаслідок чого втрачається до 15-30% урожаю сільськогосподарських культур. За наявності в нашій країні величезних посівних площ навіть невелике зниження показників надійності завдає значних збитків сільському господарству. Запізнення із посівом ярих культур (наприклад, у разі відмови техніки) на 5 днів веде до зниження врожаю на 3,3 ц/га.

Працездатність і ресурс сільськогосподарських машин значною мірою визначаються інтенсивністю зношування деталей, що труться. Досвід експлуатації свідчить, що 80-90% деталей машин виходять з ладу через знос. Відомо, що правильно обравши матеріал та покриття трибосполучень, можна значно підвищити зносостійкість та довговічність вузлів тертя при експлуатації. Оптимізація вибору покриттів вузлів тертя мобільних сільськогосподарських машин є найбільш перспективним та економічним шляхом підвищення їх працездатності та ресурсу.

Захистити поверхневий шар матеріалів, надати йому нові експлуатаційні властивості можна за допомогою високих технологій інженерії поверхні, зокрема нанотехнологій завдяки використанню молекулярних плівок (епіламів) – покриттів з унікальним поєднанням властивостей.

Епілам – це склад нанесення молекулярної плівки, яка наноситься з розчину і залишається на поверхні твердого тіла після випаровування розчинника. Склад, з якого наноситься плівка, являє собою розчинник (фторвуглець, спирт, вода, трихлоретилен та ін.) та одну або кілька поверхнево-активних речовин (ПАР).

Термін епілам виник у 20-ті роки ХХ ст. і визначає склади, що наносяться поверхня трибосполучень для запобігання розтіканню мастильного матеріалу із зони тертя. Вперше були

запропоновані швейцарським ученим П. Воогом для обробки деталей годинника, щоб запобігти розтіканню олії з вузлів тертя годинникових механізмів. Перший вітчизняний епілам ЕН-3 був розроблений в СРСР Г.І.Фуксом та Л.В. Тимофєєвої. Подальші дослідження було продовжено у Державному інституті прикладної хімії.

При нанесенні тонкоплівкового покриття з розчинів епіламів на поверхні твердих тіл створюються шари орієнтованих молекул ФТОР-ПАВ, що радикально змінюють енергетичні властивості поверхні. При цьому різко змінюються умови змочування, збільшується крайовий кут змочування  $\varphi$ , запобігає розтіканню мастила, робота адгезії для поверхонь з покриттям на 20-25% нижче в порівнянні з поверхнею без покриття, а енергія змочування знижується приблизно в 1,5 рази.

Покриття епіламом підвищують триботехнічні властивості як пар тертя, підшипників і трибосполучень, так і самих мастильних матеріалів. Механізм протизносної дії цього шару полягає в упорядкуванні структури мастильного матеріалу. Завдяки цьому спостерігається підвищення несучої здатності олійної плівки, стабілізується у певних межах коефіцієнт тертя. Крім того відбувається зміна структурного та фазового стану поверхонь контактуючих тіл та їх топографії, змінюються параметри мікрощорсткості та, відповідно, умови трибоконтракту у бік збільшення площі фактичного контакту та зниження фактичного питомого навантаження.

Сьогодні епілами, використовуються при виробництві механізмів, приладів, електронних компонентів, радіотехнічних пристроїв, засобів зв'язку, та ін.

*Думанчук М.Ю., к.т.н., доц., Лях В.С., студ., Головченко М.Л., студ., Ігнатченко О.М., студ., СНАУ*

## **РОЗРОБКА МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН В АПК**

В даний час будь-яке промислове виробництво оснащено засобами механізованого міжопераційного транспорту. Для машин безперервної дії характерне безперервне переміщення насипних або штучних вантажів заданою трасою без зупинок для завантаження або розвантаження, при цьому робочий і зворотний рух вантажонесучого елемента відбуваються одночасно. Транспортуючі машини відрізняються високою надійністю, зручністю експлуатації та обслуговування, мають велику довжину транспортування, працюють в автоматичному режимі в комплексі з технологічним обладнанням, забезпечують високу продуктивність завдяки безперервності процесу транспортування.

Більшість відповідальних деталей та вузлів: конвеєрів, ескалаторів, транспортерів, пневматичних та гідравлічних транспортуючих пристроїв працюють на умовах корозійного, абразивного та інших видів впливу робочих середовищ. Підвищення надійності та довговічності обладнання, що транспортує, залишається актуальним завданням і потребує комплексного підходу.

Найбільш поширеною причиною відмов машин є не поломка, а знос та пошкодження робочих поверхонь їх деталей та робочих органів. Руїнування деталі починається, як правило, з поверхні, тому від її якості залежить стійкість до зношування.

Найважливішими завданнями ремонтно-обслуговуючого виробництва є підтримка працездатності, відновлення ресурсу машин та обладнання, забезпечення їх високої надійності та можливості ефективного використання. Для вирішення цих завдань передбачається покращення якості ремонту за рахунок впровадження сучасних методів його організації та оптимальних технологічних процесів зміцнення та відновлення деталей. Ресурс відновлених деталей, як правило, значно вищий, завдяки використанню ефективних способів відновлення та покращеним властивостям зміцнених поверхонь.

Сучасна зміцнююча технологія має у своєму розпорядженні численні методи поліпшення структури та властивостей поверхневого шару деталей, кожен з яких має оптимальні об-

ласті застосування, переваги та недоліки.

Значний інтерес представляє метод електроерозійного легування (ЕЕЛ), що все більш широко застосовується в промисловості для підвищення зносостійкості та твердості поверхні деталей машин, у тому числі й працюючих в умовах підвищених температур та агресивних середовищ, для підвищення жаро- та корозійної стійкості, а також для відновлення зношених поверхонь деталей машин під час ремонту та ін.

На нашу думку, якість цементованого шару можна підвищити як за рахунок вибору найбільш раціональних режимів обробки, так і за рахунок подальшої обробки БУФО.

Підвищення якості цементованого шару шляхом вибору найбільш раціональних режимів ЕЕЛ

Для зниження шорсткості поверхні покриття, нанесеного методом ЕЕЛ, достатньо як ключову операцію після легування відповідним матеріалом провести «м'яке» легування графітом. І тут утворюється не шар графіту, а певний дифузійний шар, причому відбувається викид металу катода (деталі) у місцях застосування імпульсів, тобто, розпилення найбільш виступаючих частин поверхні. В результаті відбувається згладжування гребінців і, отже, знижується шорсткість поверхні.

З метою зниження шорсткості поверхні деталей машин, зі збереженням якості поверхневого шару (відсутність мікротріщин, наявність шару підвищеної твердості, 100%-а суцільності та ін.) і таким чином розширення області їх застосування, нами пропонується після ЕЕЛ вуглецем (графітовим електродом) проводити легування цим же електродом, але поетапно. На кожному наступному етапі необхідно використовувати режим ЕЕЛ з такою енергією розряду, при якій шорсткість поверхні цього ж, але нелегованого (вихідного) матеріалу була б у 2-3 рази нижчою, ніж на попередньому етапі. При цьому якщо величина шорсткості знижується вдвічі, то легування проводити за 1 прохід, а якщо в три рази, то за 2 проходи. Один прохід відповідає 100% обробки всієї поверхні виробу з продуктивністю, що відповідає використаній енергії розряду.

*Pidlisnyi V.V., Rubanyk E.V., master's students, Sumy National Agrarian University, Ukraine*

### **INCREASE THE EFFICIENCY OF TRACTOR ENGINES BY CRANKSHAFT STRENGTHENING TECHNOLOGY IMPROVING**

Spraying coatings on the surface of parts in order to their necessary properties - resistance to abrasion, corrosion resistance, etc., or in order to restore them is a cost-effective measure of conservation of energy and material resources. Especially common technologies of gas-thermal coatings, which include gas-flame, electric arc and plasma spraying. It should be noted that gas-thermal coating can be used in almost all industries, while the development of equipment and process are based on the basic laws of energy conversion, efficient use of different types of energy, heat transfer and gas dynamics. Among the above gas-thermal methods of spraying electric arc is the most economical. Due to the high thermal efficiency, electric arc spraying of metal is 3-4 times more productive than gas-flame and 2-3 times more than plasma at the same energy consumption. In turn, spraying with wire materials is 8-10 times cheaper than powder. At the same time, the quality of coatings obtained by the electric arc method by traditional technology is inferior to the quality of plasma coatings in such indicators as adhesion to the base and density.

In addition, electric arc spraying is characterized by a wider scatter of sprayed particles in the fractional composition, insufficient concentration of the flow of particles during spraying. In this regard, the above research is aimed at improving the technological and qualitative indicators of the process of electric arc spraying while maintaining its economic efficiency is relevant.

To date, there are several main ways to increase the competitiveness of electric arc metallization compared to the plasma method for spraying electrode materials (solid and flux-cored wires). These include: The impact on the gas-dynamic interaction of the flow of spray gas with an electric arc (melting area of the metal) is aimed at increasing the speed of their flight, the utilization factor

of the material. This effect can be realized by technological parameters of using chemical energy of fuel to improve the energy properties of the spray gas flow, or the use of various gases for spraying, regulating the rate of gas exit from the nozzle, choosing wire feed rates, and design parameters, including mutual location wires. Control of thermal processes underlying electric arc spraying. The main attention is paid to the processes of heat transfer from the electric energy source to the spraying material, the preservation of the heat capacity of the particle until the formation of the coating. Control of these processes is achieved by changing the design of the atomizers (usually by choosing the angle of the electrode, which determines the stability of combustion and electric arc voltage), and removed the technological and physicochemical parameters of spraying: heat output in the arc time of interaction of particles with environment. maintaining the heat capacity of the particle until the formation of the coating. Control of these processes is achieved by changing the design of the atomizers (usually by choosing the angle of the electrode, which determines the stability of combustion and electric arc voltage), and removed the technological and physicochemical parameters of spraying: heat output in the arc time of interaction of particles with environment. maintaining the heat capacity of the particle until the formation of the coating. Control of these processes is achieved by changing the design of the atomizers (usually by choosing the angle of the electrode, which determines the stability of combustion and electric arc voltage), and removed the technological and physicochemical parameters of spraying: heat output in the arc time of interaction of particles with environment. Analysis of the operation of existing structures of sprayers and technological features of spraying processes indicate the feasibility of changing the design to ensure stable combustion of the arc. However, it is noted that the influence of the stability of arc combustion in the gas flow is insufficiently studied.

Experiments have shown that changing the speed of the central wire affects the shower current set when spraying metal. The value of the speed of the side wire determines the average particle size and amplitude of oscillations of the arc voltage during spraying.

УДК 621.316.9

*Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ*

### **ПРОКЛАДКА ПРОВОДІВ ВТОРИННИХ ЛАНЦЮГІВ**

Прокладку із твердим кріпленням до панелі застосовують рідко. Для кріплення потоків проводів використовують тонкі бляшані смужки-пряжки, що приварюють до сталевих аркушів панелей крапковим електрозварюванням. При розмітці на панелях приварюють у двох крапках смужки, довжина яких повинна бути трохи більше подвійної ширини потоку проводів, що закріплюють.

При прокладці проводів на панелі наклеюють смуги електрокартону або лакотканини уздовж траси потоку. Провода додатково ізолюють від металевих смужок лакотканиною або електрокартоном. Відстань між точками кріплення потоку проводів до панелі на прямих ділянках приймається 175-200 мм по горизонталі й 250-300 мм - по вертикалі. З'єднують провoda тільки в складальних затисках або на виводах приладів й апаратів; з'єднання проводів між затисками не допускається. У межах однієї панелі апарати з'єднують між собою без виводу з'єднуючих проводів на складальні затиски. З'єднувати мідний й алюмінієвий провoda в одному затиску під один гвинт не допускається. З'єднання між виводами апаратів виконують нероз'ємними перемичками, що послідовно обгинають гвинти виводів, що з'єднують, за допомогою обмежуючих шайб-зірочок.

Прокладка проводів «напрямую» скорочує трудомісткість монтажу й застосовується для панелей, на яких установлені прилади, виконані з переднім приєднанням. При цьому способі прокладки провoda не перетинаються в складальних затисках і легко замінюються у випадку ушкодження або зміни схем; панелі мають гарний вигляд, тому що вузли проводки розташовані позаду й додатково закриті декоративною кришкою. Умови обслуговування панелей полегшені, оскільки прилади й складальні затиски змонтовані на фасадній стороні панелі.

У панелях на відстані 40 мм від кожного затиску просвердлюють отвори діаметром 10 мм, у які вставляють ізоляційні втулки. Дроти прокладають прямо по задній стороні панелі, простягаючи з отвору в отвір. Кінці проводів протаскують через ізоляційні втулки на передню сторону панелі, де їхньої жили приєднують до затисків. У місцях перетинання дротів стягають бандажем з ізоляційної стрічки.

Цей спосіб вимагає установки всіх приладів й апаратів, призначених для переднього приєднання, на лицьовій стороні панелі, що не завжди можливо. Тому він не одержав ще широкого поширення.

При більшому числі проводів у потоці застосовують для їхнього монтажу коробка й перфоровані лотки, які з'єднують між собою болтами або зварюванням у безперервний електричний ланцюг і прикріплюють до панелей дужками на гвинтах 4-5 мм або приваркою.

Короби й лотки повинні мати антикорозійне фарбування або покриття. Дроти в коробах прокладають без кріплення й додаткової ізоляції з коефіцієнтом заповнення коробка 0,7. Проведення в лотках на горизонтальних ділянках не закріплюють, а на вертикальні закріплюють через 1 м.

Для прокладки проводів вторинних ланцюгів застосовують також перфоровані підстави на профілях і доріжках. Доріжки являють собою металеву стрічку шириною 150-200 мм і товщиною 0,5-1 мм із перфорацією по довжині. Проведення закріплюють в один ряд по всій ширині профілю (доріжки).

При монтажі приладів або апаратів на дверях камер або шаф у місці переходу проводів по осі шарнірів з нерухомої частини на рухливу робиться вставка з мідних проводів із багатодротовими гнучкими жилами, яка називається гнучким компенсатором.

Гнучкі компенсатори виконують різними способами. Якщо можна встановити складальні затиски, компенсатори монтують саме так, при цьому гнучкими проводам і з'єднують лише ряди затисків; довжина перемички гнучкого з'єднання повинна бути не більше 250 мм.

*Kozytsky A.G., master's student, Konoplyanchenko E.V., Ph.D., Assoc. Prof., SNAU, Ukraine*

### **ANALYSIS OF THE TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS INFLUENCE OF THE TRANSMISSIONS PARTS FRICTION SURFACES WITH SPECIFIED PROPERTIES ELECTROSPARK COATINGS**

The central task in the modern development of technology is to ensure a high level of its operational properties, increase the durability and reliability of components and parts of equipment through resource-saving technologies to reduce the intensity of their wear. The analysis of a design was carried out and features of operation of details applied in transmissions of autotractor equipment were considered. The reasons of formation and characteristic malfunctions of details are considered. The main criteria of robot ability are given. A study of the causes of loss of performance of slotted joints in the transmissions of tractors. The classification of renewable surfaces and characteristic defects of details is given

The study of the causes of loss of performance of slotted joints in the transmissions of tractors found that the main cause of loss of performance of slotted joints is their wear, while the wear rate of involute slots is generally higher than the wear rate of straight slots. The system approach to the problem of restoration of machine parts is considered. The technological heredity during restoration is investigated and the classification of methods of restoration of details is resulted. Features of technology of restoration of splined shafts are separately considered.

The research of methods of surface strengthening of tribo surfaces of steel details of cars is carried out. The issues of surface hardening, hardening by plastic deformation, chemical-heat treatment are considered. Electrospark cementation is considered separately as a method of improving the quality of working surfaces of machine parts. The analysis and shortcomings of traditional cementation are given and the advantages of electrospark alloying are indicated. Electrospark alloying with a graphite electrode is a separate direction that allows you to form on the parts of machines func-

tional surfaces of high wear resistance without changing the original size of the part. A study of the effect of electrocementation on the quality of the reinforced layer. Alloying was carried out in different modes on the installation with a manual vibrator "EIL-8A" and installation "EIL-9" in automated mode in the range of discharge energies ( $W_p$ ) from 0.6 to 6.8 J. Microstructural analysis showed that the microhardness of the reinforced layer as it deepens, it gradually decreases and turns into the microhardness of the base.

Researches of influence of advanced technology on operational indicators of the strengthened tribo surfaces of details of transmissions of autotractor equipment are carried out. Ultrasonic treatment and grinding were used as additional methods. Researches of wear resistance of working surfaces at use of various combined technologies are carried out. As a result, it can be noted that the technological method of surface hardening (EIL graphite electrode followed by ultrasonic treatment) is the most effective method.

Thus, as a result of the conducted researches regularities of influence of power parameters of the EIL equipment on qualitative parameters of surface layers at cementation are established, namely: with increase in energy of the category depth of the strengthened layer increases. In the first approximation, there is an exponentially increasing relationship between the depth of the hardened layer and the energy of the discharge; with increasing processing time the depth of the hardened layer increases and in the first approximation between the depth of the reinforced layer and the processing time there is an exponentially increasing relationship; it is not advisable to increase the processing time to achieve a given depth of the reinforced layer, because this option increases the cost of work; regardless of the test material and the mode of cementation, the microhardness of the reinforced layer, the maximum on the surface, as it deepens, it gradually decreases and turns into the microhardness of the base; the roughness increases with increasing discharge energy, and the continuity of the hardened layer is at 100%.

УДК 621.316.9

*Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ*

## **МОНТАЖ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТА ВТОРИННИХ ЛАНЦЮГІВ**

Вимірювальні трансформатори використовуються для вмикання вимірювальних приладів і реле в кола високої напруги. Вимірювальні трансформатори є понижувальними. Тому вони дозволяють використовувати звичайні прилади для вимірювання великих напруг, струмів, потужностей і при цьому підвищують безпеку обслуговуючого персоналу.

Первинну обмотку вимірювального трансформатора вмикають у високовольтне коло; до вторинної приєднують прилади і реле. Трансформатори струму призначені для вимірювання великих струмів, коли неможливе вмикання приладів безпосередньо на струми контролюючих кіл. Вони складаються з замкнутого сердечника і двох обмоток -первинної і вторинної. Вторинну обмотку ізолюють від первинної та заземлюють її з огляду на забезпечення безпеки обслуговуючому персоналу. Кількість витків у первинній і вторинній обмотках повинна бути такою, щоб струм у вторинній обмотці при номінальній в первинній становив 5А. Виділяють п'ять класів точності трансформаторів: 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 10. Трансформатори класів 0,5; 1; 3 використовують переважно в промислових установках, а класу точності 0,2 - тільки для лабораторних вимірювань.

За конструктивними особливостями трансформатори поділяють на опорні, прохідні, шинні, вбудовані, роз'ємні, втулочні й ін. Вони бувають одно і багатовиткові, з однією вторинною обмоткою або декількома, з литою і фарфоровою ізоляцією.

Лінійними виводами первинної обмотки є мідні пластини з отворами для болтових з'єднань. Початок і кінець вторинних обмоток з'єднують з зовнішніми колами спеціальними контактними пластинами та гвинтами.

У колах напругою до 500В для вимірювання струмів, потужності й обліку енергії використовують котушечні опорні трансформатори струму простої конструкції, які складаються



із осердя, на яке намотано первинну і вторинну обмотку.

Трансформатори напруги призначені для живлення котушок напруги електровимірювальних приладів, реле, кіл сигналізації, керування та автоматики.

За конструкцією та принципом роботи вони нагадують силові трансформатори, відрізняючись від них невеликою потужністю (наприклад, потужність найпоширенішого трансформатора НОМ-10 становить всього 720ВА).

Трансформатори напруги розрізняють: за кількістю фаз (однофазні і трифазні); обмоток (дво- і триобмоточні); класом точності (1 і 3 - в мережах і підстанціях промислових підприємств; 0,5 - для обліку електроенергії); способом охолодження (з масляним і повітряним охолодженням); родом установки (внутрішні та зовнішні).

Трансформатори напруги знижують високу напругу до 100В, яка живить прилади, кола вторинних пристроїв і релейний захист.

Обмотка високої напруги (ВН) складається з двох послідовно з'єднаних котушок і має два електростатичні екрани для захисту від перенапруг. На кришці змонтовані виводи первинної і вторинної обмотки, розміщена проба для доливання масла. На бакові 4 закріплено болт для заземлення трансформатора.

Вимірювальний трансформатор струму - це знижувальний електричний трансформатор, що дає змогу вимірювати струм у колах зі значними струмами та з високою напругою за допомогою електричних приладів з відносно невеликими границями вимірювань. Цей трансформатор зменшує величину струму, що проходить по його первинній обмотці, та ізолює електричне коло, у яке ввімкнено електричний прилад, від кола, де проходить первинний вимірюваний струм.

Трансформатори струму можуть бути стаціонарними чи переносними. Залежно від виконання первинної обмотки вони можуть бути котушковими або одновитковими. У одновиткових трансформаторів цей єдиний виток первинної обмотки частіш за все виконано у вигляді стрижня чи шини, по яких проходить вимірюваний струм.

На основі одновиткових трансформаторів струму виконано більшість прохідних трансформаторів струму, які встановлюють в місцях уведення лінії енергопостачання у будівлі, чи в місцях переходу лінії з одного помешкання в інше.

Прохідні трансформатори можуть мати й декілька витків первинної обмотки. Для роботи у мережах надвисоких напруг (200...500 кВ) виробляють дво- і кількакаскадні трансформатори струму. Будову і схему з'єднань одного з таких трансформаторів, розрахованого на експлуатацію в мережах напругою 220 кВ.

Вторинна обмотка трансформатора струму у більшості випадків розрахована на номінальний струм 5 А. Саме такий струм має проходити по струмових обмотках вимірювальних приладів, якщо у первинній обмотці трансформатора він дорівнюватиме номінальному. Для виконання вимірювань струму на відкритих трансформаторних підстанціях, де довжина проводів, що з'єднують вторинну обмотку трансформатора з вимірювальними приладами, може бути досить великою (іноді сотні метрів) виготовляють трансформатори струму з номінальним струмом вторинної обмотки, який дорівнює 1 А. Це необхідно для того, щоб не виконувати з'єднання цих трансформаторів з приладами проводами значного перерізу.

Всі трансформатори струму розраховано на те, що їхні вторинні обмотки будуть замкнені на амперметри, чи струмові обмотки ватметрів, лічильників та інших приладів, що мають, як і амперметр, досить малий опір. Тобто трансформатори струму працюють у режимі, наближеному до режиму короткого замикання. Це і є нормальним режимом їхньої роботи. Величина опору, позначена на табличці вимірювального трансформатора струму, - це найбільша величина опору всіх обмоток приладів, приєднаних до вторинної обмотки трансформатора, при якому клас точності трансформатора відповідає тому класові, що вказаний на тій самій табличці. При більшому ж опорі з'явиться похибка, і клас точності трансформатора струму вже не буде гарантований.

Найбільш небезпечним і недопустимим режимом трансформатора струму є його робота при розімкнутій вторинній обмотці.

При цьому збільшиться магнітний потік у магнітопроводі трансформатора, а на розімкнутих кінцях його вторинного кола з'явиться напруга у кілька сотень, а за несприятливих умов - і тисяч вольт, що являє собою небезпеку для людини. Тому, якщо у вторинному колі трансформатора струму необхідно зробити які-небудь перемикання, наприклад замінити прилад, його вторинну обмотку обов'язково попередньо необхідно замкнути, а розімкнути лише після того, як прилад буде замінено і приєднано.

Для того щоб уникнути небезпечного переходу високої напруги з первинної обмотки на вторинну в разі електричного пробоя ізоляції між обмотками, вторинну обмотку необхідно заземлити.

Для оперативних вимірювань струму у місцях, де немає ані трансформаторів струму, ані встановлених приладів (вимірювальних), найзручніше користуватись трансформаторними кліщами, які складаються з трансформатора струму з роз'ємним магнітопроводом, вимірювального приладу, приєданого до вторинної обмотки цього трансформатора, механізму роз'єму магнітопровода та ізоляційної ручки.

Вимірювальний трансформатор напруги - це знижувальний електричний трансформатор, що дає змогу вимірювати напругу в мережах зі значною напругою за допомогою електричних приладів з відносно невеликими границями вимірювань. Цей трансформатор зменшує величину напруги до безпечного рівня та ізолює електричну мережу, до якої приєднано первинну обмотку, від електричного кола, в яке ввімкнено вимірювальні прилади або їхні окремі кола (наприклад, кола напруги ватметрів, лічильників, фазометрів тощо).

Трансформатори напруги служать для перетворення напруги установки або ділянки мережі в напругу (110 В), зручне для виміру стандартними приладами, живлення захисту, автоматики, телемеханіки й сигналізації, а також для ізоляції приладів й експлуатуючого їхнього персоналу від високої напруги.

*Rubanyk E.V., Pidlisnyi V.V., master's students, Sumy National Agrarian University, Ukraine*

## **RESEARCH OF TECHNOLOGY OF INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF DISC HARVES DUE TO STRENGTHENING EFFECTS BY CONCENTRATED ENERGY SOURCES**

Physical-mechanical and geometrical parameters change in any agricultural tool, regardless of the intensity of use. During operation, the technical and economic indicators of the structure as a whole gradually deteriorate to the point where its further operation is impossible or becomes economically impractical. In addition, depending on the type of soil, the nature of wear of the working bodies also differs. Leading foreign firms achieve increased reliability of working bodies of tillage equipment, such as plowshares through the use of special materials (alloy steels), design features of working bodies (increased dimensions compared to domestic due to strengthening (both by heat treatment and application of wear-resistant materials)). The cost of these parts is quite high, which causes an increase in the cost of agricultural production. Therefore, there is a need to provide the farmer with relatively inexpensive spare parts for tillage equipment with high wear resistance. This issue can be solved by creating competitive technologies for strengthening parts of agricultural machinery during their restoration and by manufacturing these parts with doubled or tripled resource

An important reserve for increasing the durability of parts and components of agricultural machinery is the use of highly efficient technologies for size restoration, strengthening the surfaces of parts, based on the use of concentrated energy sources. Research of specific features of laser influence on materials, use of laser systems at creation of technologies of strengthening and restoration of details is an actual task in repair science and practice. In mechanical engineering, laser surfacing has already proven itself as an effective way to improve the performance of the working surfaces of machine parts. However, it has not yet been widely used in machine-building and repair enterprises. This is due to the lack of systematic data on the relationship of parameters of physicochemical processes in surfacing with the characteristics of laser radiation, not studied the use of cheap surfacing

materials, no recommendations on how to apply powder mixtures on renewable surfaces, unsubstantiated areas of technology, no development of technological processes of laser surfacing of specific parts of agricultural machinery during restoration.

Laser processing of materials and machine parts is a new scientific and technical direction of engineering technology and other industries. Lasers owe a number of unique properties of radiation to application in the field of metalworking. The main properties of laser radiation are its direction, coherence, high power density (energy), as well as monochromatic radiation. Numerous results of research have shown that the effect of laser radiation on materials is mainly subject to the general laws of heat treatment. Modern laser systems make it possible to obtain a radiation power density of the order of  $q = 8 \cdot 10^{14} \text{ W/m}^2$ , which allows to achieve heating rates of  $2..3 \cdot 10^4 \text{ deg/s}$  and cooling due to heat dissipation in the core of cold metal  $6..8 \cdot 10^3 \text{ deg/with}$ . Among other methods of hardening, laser surfacing is increasingly used in industry and repair production. The process of laser surfacing is to apply to the surface of the part of the surfacing material or feed it directly into the area of the laser beam with subsequent melting. It should be noted that there are extreme conditions for obtaining a strong adhesion of the surfacing layer to the substrate: the molten bath must have a temperature not lower than the melting point of the base material. One of the acceptable methods of applying powder materials on the surface of the part by laser surfacing can be a slip coating. The slip coating is a composite mixture consisting of a powder material and a liquid adhesive. Due to the latter, the powder mixture is retained on the surface of the part and under the action of a concentrated energy source is its melting. The study of coatings deposited using powder mixtures of composite composition based on powders PG-FBH6-2 and PG-H70H17S4R4 revealed a significant reduction in the dependence of layer hardness on surfacing parameters, including surfacing speed, radiation diameter, granularity of powder material.

УДК 621.316.9

*Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ*

### **ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Найбільш характерні неполадки трансформаторів і причини їх виникнення розглянемо в даній роботі: природне старіння та знос ізоляції, систематичне перевантаження трансформаторів, динамічні зусилля при наскрізних коротких замиканнях, старіння ізоляції або зволоження масла, обгоряння виводів, руйнування з'єднань внаслідок низької якості паяння або зварювання виводів, порушення регулювання перемикаючого пристрою.

Найбільш характерні неполадки силових трансформаторів: виткове замикання, замикання на корпус, (пробій), міжфазне замикання, обрив кола, відсутність контакту, трансформатор перегрівається, збільшення струму холостого ходу та ін. Послідовність розбирання трансформатора залежить від його конструкції. Під час повного розбирання трансформатора з розширювачем зливають масло до рівня нижчого від ущільнення прокладки кришки трансформатора і знімають розширювач, попередньо від'єднавши його від кришки. Якщо на патрубку, що виходить від розширювача до кришки, встановлено газове реле, розбирання починають з демонтажу реле. Розбирати трансформатор слід обережно.

Кришку з виймальною частиною знімають стропильними захватами та піднімальними механізмами. Припіднявши кришку на 10-15 мм, оглядають положення ущільнювальної прокладки та її зберігають для повторного використання. Тривалість перебування виймальної частини трансформатора поза межами масла не повинна перевищувати 12 год при вологій погоді та 16 год при сухій. Починають відлік часу з початку зливання масла з бака трансформатора. Виявлені дефекти фіксують у дефектаційній карті стандартного зразка. При дефектації трансформаторів старих конструкцій з пошкодженими обмотками, відомостей про які може не виявитися, знімають ескізи обмоток і виводів. Для цього використовують різні пристрої, в тому числі дуже прості за конструкцією і зручні у використанні пристрої (шукач, прилад живлення, індикатор).

Прилади для визначення місць виткового замикання в обмотках трансформаторів: секційний шукач; щільовий шукач; секційний прилад живлення; індикатор. Прилад живлення виконують у двох варіантах: з П-подібним осердям, аналогічно секційному шукачу, але з більш сильною котушкою і кнопкою у торці для короткочасного вмикання, або у вигляді стержневої конструкції, довгий стержень з суцільною обмоткою витків по всій довжині. Індикатор складається з мікроамперметра, вмонтованого в одному корпусі з випрямлячем, підсилювачем та регулятором чутливості.

Замикання в секційних однопроводових обмотках виявляють наступним чином. Включають стержневий прилад живлення в мережу напругою 36, 127 або 2205 і вставляють його в обмотку, яку перевіряють, потім з протилежної приладу живлення сторони вставляють почергово в кожну секцію шукач. Прилад дає змогу визначити місце замикання витків в обмотках будь-якого діаметру.

Визначення місця замкнення витків в обмотках силових трансформаторів: по вертикалі обмотки; радіальному напрямі; по горизонталі обмотки; положення оператора; секційне джерело живлення; стержневе джерело живлення; шукач; індикатор. Найчастіше пошкоджуються обмотки силових трансформаторів. Використовувані в трансформаторах обмотки розрізняються за конструкцією, способом намотування, наявністю паралельних проводів у витку та схемах з'єднань окремих елементів обмотки. У сучасних трансформаторах використовують одно-, дво- і багат шарові циліндричні обмотки, а також неперервні та гвинтові обмотки, виконані круглими або прямокутними проводами.

У сучасних трансформаторах часто застосовують неперервні обмотки, які складаються з окремих котушок, які намотані прямокутним проводом. Намотування такої обмотки проводять без розриву, з переходом із однієї котушки в іншу неперервно, без паяння. Неперервні обмотки характеризуються високою механічною міцністю і надійністю, тому їх широко використовують в якості обмоток *ВН* і *НН* у силових трансформаторах різних потужностей і напруг.

УДК 621.316.9

Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ

## **ЯК НАГРІВ ВПЛИВАЄ НА ВЛАСТИВОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

Протікання струму по провіднику супроводжується виділенням тепла, яке нагріває електричну машину. Інші джерела тепла - втрати в сталі статора і ротора, що викликаються дією змінного магнітного поля, а також механічні втрати на тертя в підшипниках.

В цілому близько 40 - 45% всієї споживаній з мережі електричній енергії так чи інакше перетворюється в тепло, створюючи перевищення температури обмоток двигуна над навколишнім середовищем. При збільшенні навантаження на валу електродвигуна струм в обмотках зростає. Відомо, що кількість тепла, що виділяється в провідниках, пропорційно квадрату струму, тому перевантаження двигуна приводить до зростання температури обмоток. Як це діє на ізоляцію?

Перегрів змінює структуру ізоляції і різко погіршує її властивості. Цей процес називається старінням. Ізоляція стає крихкою, її електрична міцність різко знижується. На поверхні виникають мікротріщини, в які проникає волога і грязь. Надалі відбувається пробій і вигорання частини обмоток. При збільшенні температури обмоток термін служби ізоляції різко знижується.

Класифікація електроізоляційних матеріалів по нагрівостійкості: електроізоляційні матеріали, вживані в електричних машинах і апаратах, по їх нагрівостійкості підрозділяють на сім класів. З них в асинхронних короткозамкнутих електродвигунах потужністю до 100 кВт застосовують п'ять.

Непросочені волокнисті матеріали з целюлози, шовки і бавовняні відносять до класу *У* (допустима температура 90°C), просочені волокнисті матеріали з целюлози, шовки і бавовня-

ні з ізоляцією дротів на основі масляних і поліамідних лаків - до класу А (допустима температура 105°C), синтетичні органічні плівки з ізоляцією дротів на основі полівінілацетатних, епоксидних, поліефірних смол - до класу Е (допустима температура 120°C), матеріали на основі слюди, азбесту і скловолокна, вживані з органічними пов'язуючими і просочуючими складами, емалі підвищеної нагрівостійкості - до класу В (допустима температура 130°C), матеріали на основі слюди, азбесту і скловолокна, вживані в поєднанні з неорганічними пов'язуючими і просочуючими складами, а також відповідні даному класу інші матеріали - до класу F (допустима температура 155°C).

Електродвигуни проектують з урахуванням того, щоб при номінальній потужності температура обмоток не перевищувала допустиме значення. Звичайно є невеликий запас по нагріву. Тому номінальному струму відповідає нагрів дещо нижче за граничну норму. Температуру навколишнього середовища при розрахунках приймають рівною 40°C. Якщо електричний двигун працює в таких умовах, коли температура завжди свідомо нижча за 40°C, його можна перенавантажувати. Величину перевантаження можна підрахувати з урахуванням температури навколишнього середовища і теплових властивостей двигуна. Так можна поступати тільки в тому випадку, якщо навантаження електродвигуна строго контролюється і можна бути упевненим, що вона не перевищить розрахункового значення.

Іншим чинником, від якого істотно залежить термін служби ізоляції, є дія вологи. При підвищеній вологості повітря на поверхні ізоляційного матеріалу утворюється плівка вологи. Поверхневий опір ізоляції при цьому різко знижується. Утворенню плівки води великою мірою сприяють місцеві забруднення. Через тріщини і пори волога проникає всередину ізоляції, знижуючи її електричний опір.

Дроти з волокнистою ізоляцією, як правило, невологостійкі. Їх стійкість до дії вологи підвищується шляхом просочення лаками. Емальволокниста і емалева ізоляції більш стійкі до дії вологи. Слід зазначити, що швидкість зволоження істотно залежить від температури навколишнього середовища. При однаковій відносній вологості, але при вищій температурі ізоляція зволожується у декілька разів швидше.

Механічні зусилля в обмотках виникають при неоднакових теплових розширеннях окремих частин машини, вібрації корпусу, при пусках двигуна. Звичайно магнітопровід нагрівається менше, ніж мідь обмотки, їх коефіцієнти розширення різні. В результаті мідь при робочому струмі подовжується більше на десяти долі міліметра, чим сталь. Це створює механічні зусилля усередині паза машини і переміщення дротів, що викликає стирання ізоляції і утворення додаткових зазорів, в які проникає волога і пил.

Пускові струми, в 6 - 7 разів номінальні, що перевищують, створюють електродинамічні зусилля, пропорційні квадрату струму. Ці зусилля діють на обмотку, викликаючи деформацію і зсув окремих її частин. Вібрація корпусу також викликає механічні зусилля, що знижують міцність ізоляції.

Стендові випробування двигунів показали, що при підвищених віброприскореннях дефектність ізоляції обмоток може підвищитися в 2,5 - 3 рази. Вібрація також може бути причиною прискореного зносу підшипників. Коливання двигуна можуть виникати із-за не співвідповідності валів, нерівномірності навантаження, неоднаковості повітряного зазору між статором і ротором і несиметрії напруг.

Вплив пилу і хімічно активних середовищ на властивості ізоляції електродвигунів: зносу ізоляції також сприяє пил, що міститься в повітрі. Тверді частинки пилу руйнують поверхню і, осідаючи, забруднюють її, чим також знижують електричну міцність. В повітрі виробничих приміщень присутні домішки хімічно активних речовин (вуглекислий газ, сірководень, аміак і ін.). У хімічно агресивних середовищах ізоляція швидко втрачає свої ізоляційні властивості і руйнується. Обидва ці чинники, доповнюючи один одного, сильно прискорюють процес руйнування ізоляції. Для підвищення хімічності обмоток електродвигунів застосовують спеціальні просочувальні лаки.

Комплексна дія всіх чинників на обмотки електродвигунів: обмотка двигуна часто випробовує на собі одночасну дію нагріву, зволоження, хімічних компонентів і механічної дії.

Залежно від характеру навантаження двигуна, умов навколишнього середовища і тривалості роботи дія цих чинників може бути різною. У машинах, що працюють із змінним навантаженням, переважаюча дія може надати нагрів. У електроустановках, що працюють в тваринницьких приміщеннях, найбільш небезпечною для двигуна виявляється дія підвищеної вологості в поєднанні з парами аміаку.

Можна представити можливість конструювання такого двигуна, який міг би протистояти всім цим несприятливим чинникам. Проте такий двигун, мабуть, був би дуже дорогим, оскільки було б потрібно посилення ізоляції, значне поліпшення її якості і створення великого запасу міцності. Поступають інакше. Для забезпечення надійної роботи двигуна застосовують систему заходів, що забезпечують нормативний термін служби. Перш за все за рахунок застосування якісніших матеріалів покращують технічні характеристики двигуна і його здатність протистояти дії руйнуючих ізоляцію чинників. Удосконалюють засоби захисту двигунів. І, нарешті, забезпечують технічне обслуговування для своєчасного усунення несправностей, які надалі можуть привести до аварій.

При монтажі електродвигунів керуються ПУЕ, і інструкціями заводу-виробника.

УДК 621.316.9

*Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ*

### **СУЧАСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ**

Об'єднання електростанцій, які здійснюють паралельну роботу на загальну мережу, називають енергетичною системою. Вперше була створена енергосистема в Швейцарії в 1892 (фірма «Ерлікон»), в Україні ж вони були створені в 1903 році. Сучасні енергетичні системи складаються з:

- 1) електричних станцій, що виробляють електричну та теплову енергію;
- 2) трансформаторних підстанцій, що служать для перетворення електричної напруги окремих елементів системи до економічно цільового рівня відповідно до дальності передачі електроенергії і величиною переданої потужності;
- 3) ліній електропередач високої напруги, за якими електрична енергія передається на великі відстані до центрів навантаження окремих районів;
- 4) розподільних мереж різних напруг, що подають енергію безпосередньо споживачам;
- 5) споживчих установок, що складаються з двигунів, електричних печей, світильників та ін.

Подібна енергетична система містить десятки тисяч різних елементів, що працюють спільно при різних напругах на різних частотах. Наприклад, високовольтна мережа Лененерго (заснована у 1926 р.) має у своєму складі 159 підстанцій на 330 кВ, 220 кВ, 110 кВ та 35 кВ. Загальна протяжність її 3311 км. На підстанціях встановлено 475 трансформаторів загальною потужністю понад 19 000 МВА.

Входять до складу енергосистеми електростанції, лінії електропередач, підстанції та теплові мережі пов'язані в одне ціле спільністю режиму та безперервністю процесу виробництва та розподілу електричної та теплової енергії. Створення енергосистем має велике народногосподарське значення. При спільній роботі на загальну електромережу ряду електростанцій загальне навантаження системи доцільно розподіляється між ними, досягається більш економічне використання обладнання окремих електростанцій та енергетичних ресурсів (палива, води), а також зменшуються втрати електроенергії в мережах і, отже, зменшується вартість електроенергії. Крім цього, значно збільшується загальна надійність електропостачання споживачів.

Створення великих єдиних енергосистем дозволяє регулювати відпуск електроенергії відповідно до різних часових поясів країни або різних країн і з різними піковими по годинах доби навантаженнями (покриття максимумів навантаження).

Створення великих єдиних енергосистем дозволяє регулювати відпуск електроенергії

відповідно до різних часових поясів країни або різних країн і з різними піковими годинами доби навантаженнями (покриття максимумів навантаження). У великих енергетичних системах існує головний диспетчерський центр, в який надходить безперервний потік відомостей про потужність, навантаження та розподіл енергії по всьому регіону (частини країни або всій країні). Така система може включати сотні електростанцій, підстанцій, трансформаторів і тисячі кілометрів високовольтних ліній передачі. Диспетчерський центр здійснює прийом великої кількості необхідних відомостей, підтримує зв'язок з іншими системами і є сполучним центром об'єднаних систем. З нього виробляються всі перемикання у високовольтній мережі. Диспетчерський центр оснащений системами автоматизації та телеуправління.

Зростання енергетики пов'язані з формуванням єдиної енергетичної системи. ЄЕС – найскладніша, штучно створена система, функціонування та управління якої є складною науково-технічною та економічною проблемою. Це пов'язано з послідовною централізацією електропостачання, ускладненням структури електрооб'єднань, збільшенням залежності електроенергетики від світової паливно-енергетичної кон'юнктури.

УДК 621.316.9

Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ

## БЕЗПОСЕРЕДНЄ З'ЄДНАННЯ МУФТАМИ

Муфти приводів здійснюють з'єднання валів, кінці яких підходять один до іншого впритул чи розведені на невелику відстань, причому з'єднання повинне допускати передачу крутного моменту від одного вала до іншого. Вали здебільшого розташовані так, що геометрична вісь одного складає продовження геометричної вісі іншого вала. Рідше геометричні осі валів розташовані під деяким кутом одним до одного.

Необхідність застосування муфт викликана різними обставинами: одержанням довгих валів, виготовлених з окремих частин; компенсацією шкідливого впливу неспіввісності валів, зв'язаної з неточністю виготовлення чи монтажу; доданням одному з валів деякої рухливості; зменшенням динамічних навантажень; включенням і вимиканням одного з валів при постійному обертанні іншого вала і деякими іншими. Муфти застосовують також для з'єднання валів із зубчастими колесами, шківками пасових передач і інших деталей. Застосовувані в сучасному машинобудуванні муфти приводів за призначенням, принципом дії і конструкцією надзвичайно численні і різноманітні.

Можна рекомендувати наступну схему класифікації муфт, відповідно до якої муфти приводів підрозділяються на чотири класи. Клас 1 – *муфти, що нерозчіплюються*, у яких ведуча і ведена напівмуфти з'єднані між собою постійно. Цей клас муфт найбільш розповсюджений. Клас 2 – *керовані муфти*, дозволяють зчіплювати і розчіплювати ведучий і ведений вали як під час їхньої зупинки, так і під час роботи (на ходу). Клас 3 – *самодіючі муфти*, при яких ведучий і ведений вали зчіплюються чи розчіплюються автоматично при зміні заданого режиму роботи муфти. Клас 4 – інші види муфт, що не можуть бути віднесені до класів 1, 2 і 3, і різні спеціальні, наприклад *комбіновані*, муфти, що складаються з нерозчіплюємої і керованої чи самодіючої муфти.

Класи 1, 2 і 3 розділяються на групи, а групи – на підгрупи і види. Муфти класу 1 підрозділяються на дві групи: механічні (механічної дії) та інші.

**Група механічних муфт класу 1** підрозділяється на наступні підгрупи: жорсткі - для жорсткого і нерухомого з'єднання співосних валів; *компенсуючи самовстановлювальні* - для з'єднання валів з невеликими взаємними зсувами і перекосами геометричних осей, викликаними неточністю виготовлення чи монтажу, а також пружними деформаціями валів; *пружні* - для зменшення динамічних навантажень, переданих через вали.

Муфти класу 2 розрізняють чотирьох груп: механічні, гідродинамічні, електромагнітні й ін. Кожна з цих груп підрозділяється на підгрупи.

**Група механічних муфт класу 2** підрозділяється на дві підгрупи: синхронні, що допус-

кають зчеплення і розчіплювання ведучого і веденого валів тільки при рівних чи майже рівних кутових швидкостях; фрикційні (асинхронні), вони дозволяють зчіплювати і розчіплювати ведучий і ведений вали при різних кутових швидкостях.

Муфти класу 3 розрізняють три групи: механічні, гідродинамічні й ін. Група механічних муфт класу 3 підрозділяється на три підгрупи: відцентрові, обгонні і запобіжні.

Підгрупи муфт поділяються на види. Кожен вид має кілька різновидів муфт, які розрізняються між собою конструктивними особливостями.

Більшість муфт нормалізовані. Деякі нестандартні муфти виготовляють за нормами заводу і проектних організацій. Відповідно розміри муфт приймають за ГОСТом чи по каталогах заводів і проектних установ. Основна характеристика при підбиранні муфт за ГОСТом, чи каталогу довіднику - переданий муфтою крутний момент, враховуючий найбільш важку умову її навантаження і називають розрахунковим крутним моментом:

$$T_k = kT,$$

де  $T$  – крутний момент, переданою муфтою при сталому режимі роботи (номінальний момент);  $k$  – коефіцієнт динамічності чи режиму роботи, що враховує додаткові динамічні навантаження на муфту; його значення залежать від роду приводного двигуна і призначення робочої машини;  $k = 1...6$  (значення  $k$  приведені в довідковій літературі). Так як муфти підбирають за ГОСТом чи відомчим нормаліям, то розрахунок їх здійснюють як перевірочний.

УДК 621.316.9

*Рясна О.В. ст. викладач, Неплій С., студентка, Крисько В., студент, СНАУ*

## **ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІТРОУСТАНОВКОЮ – МАЙБУТНЄ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ**

Проблеми, пов'язані з обмеженими запасами традиційних джерел енергії і забрудненням навколишнього середовища, змусили український уряд шукати альтернативні джерела енергії. Прийнятий у квітні 2009 року Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання альтернативних джерел енергії» № 1220-VI ( «Закон про «зелений» тариф), створив необхідні передумови для переходу до використання в країні відновлюваних джерел енергії і, зокрема, енергії вітру.

Українська вітроенергетична асоціація (УВЕА) була створена для об'єднання всіх зацікавлених у розвитку вітроенергетичного сектора України. Офіційно асоціація була зареєстрована в Києві в червні 2008 року. З 2011 року всі ВЕС, введені в експлуатацію в Україні були побудовані за рахунок приватного фінансування

На даний час необхідно прийняти ключові рішення, які мають безпосередній вплив на енергетичне майбутнє України. УВЕА буде прагнути до того, щоб вітроенергетика стала повноправною технологією в енергетичному балансі країни. Створення енергопостачання, що сприяє досягненню справді сталого майбутнього, заснованого на необмежених, що не забруднюють навколишнє середовище і конкурентоспроможних технологіях використання відновлюваних джерел є завданням, що стоїть не тільки перед Україною, але всією світовою спільнотою. Вітроенергетика - це шлях до миру.

Для вироблення електроенергії вітроустановкою потрібно мати або низько обертовий генератор або мультиплікатор з великим передаточним числом. Враховуючи те, що вітрові потоки дуже нерівномірні генератор виробляє електроенергію нерівномірно за частотою і величиною напруги [1]. Вітросилові агрегати комплектуються з індукторними генераторними установками. При цьому вони бувають: з рухомою і нерухомою обмоткою збудження, а відповідно з контактними щітками і кільцями і безконтактні; трифазні і однофазні; зі з'єднанням фазових обмоток статора за схемою «зірка» або «трикутник».

Генератори постійного струму застосовують нині досить рідко, особливо в вітроустановках середньої і великої потужності. Трифазна напруга в генераторі з рухомою обмоткою збудження індуктується у фазових обмотках статора при перетинанні їх змінним магнітним по-



лем, що створюється електромагнітом ротора.

Обмотка збудження ротора підключена до незалежного джерела струму і намагнічує його. При цьому сусідні полюсні наконечники ротора намагнічуються різнойменними полюсами. Під час обертання ротора мимо кожного виступу статора по чергово проходить північний і південний полюси електромагніта. Нерухомі фазові обмотки перетинаються змінним магнітним потоком як за величиною, так і за напрямом, і у витках обмоток індукуються змінна електрорушійна сила [2,3].

При мінімальних обертах вітроколеса для самозбудження генератора він збуджується від незалежного (стороннього) джерела струму. Тоді його напруга дорівнює ЕРС зовнішнього джерела збудження і становить

$$U = E = C_e \cdot \omega \cdot \Phi, \quad (1)$$

де  $C_e$  - сталий коефіцієнт для даного типу генератора;

$\omega$  - кутова швидкість обертання ротора;

$\Phi$  - магнітний потік збудження.

Зі збільшенням електронавантаження напруга генератора зменшується на величину спаду напруги в статорі:

$$U = E - IR_{cm} = C_e \cdot \omega \cdot \Phi - IR_{cm} \quad (2)$$

Оскільки в процесі роботи генератора оберти ротора залежать від частоти обертання вітроколеса, підтримувати постійну напругу генератора на різних режимах його роботи можна, змінюючи магнітний потік в обмотці збудження ( $\Phi$ ) включенням у мережу живлення на короткий проміжок часу додаткових резисторів, а також збільшуючи частоту обертання чи зменшуючи навантаження.

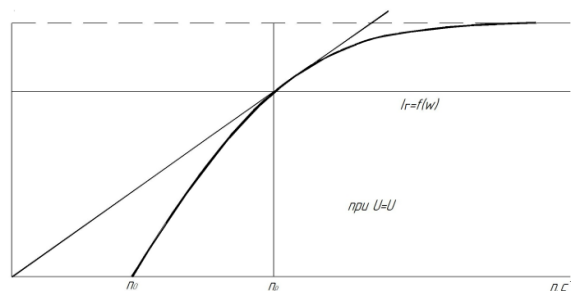


Рис. 1 Швидкісна характеристика генератора змінного струму

На рис. 1 наведено графік, що характеризує залежність величини струму від частоти обертання ротора генератора  $I_r = f(\omega)$  за сталої напруги. Зі швидкісної характеристики, зображеної на графіку видно, що за початкової частоти обертання  $n_0$  генератор починає виробляти номінальну напругу без навантаження ( $I_r = 0$ ) при живленні обмотки збудження від зовнішнього джерела. З поступовим збільшенням частоти обертання і навантаження, але за незмінної напруги на клеммах генератора, спочатку різко зростає струм до розрахункового ( $I_p$ ), потім його зростання сповільнюється і зовсім припиняється внаслідок самообмеження. За максимальної величини струму, що досягається при невеликій частоті обертання ротора, відбувається його інтенсивне охолодження вмонтованим вентилятором.

З вище наведеної теорії видно, що для тихохідних вітроустановок такі генератори можна прилаштувати, але з великим передаточним числом мультиплікатори, а значить зменшувати ККД самої вітроустановки.

Для самозбудження генератора, який встановлений на тракторах і автомобілях потрібно щонайменше 1500 об/хв. Значить, щоб електрогенератор працював на вітроустановку потрібно встановити мультиплікатор з передаточним числом щонайменше 1/20, а це додаткові енергозатрати і звичайно фінансові. Потрібно йти іншим шляхом. збільшувати число пар полюсів статора електрогенератора [3].

Створюються вітряки і встановлюються на місцевості, де дмуть часті й сильні вітри. Кі-

лькість і якість таких двигунів зростає щорічно, налагоджене серійне виробництво. Щоб найкраще використати вітряну енергію, важливо враховувати добові та сезонні зміни вітру, розподіл швидкості вітру в залежності від висоти над поверхнею землі, кількість поривів вітру за короткі відрізки часу. Сучасна технологія дозволяє використовувати тільки горизонтальні вітри, що розташовані близько до поверхні землі та мають швидкість від 12 до 65 км/год. В результаті розрахунків і лабораторних досліджень був випробуваний тихохідний генератор, який добре зарекомендував себе в роботі вітросиловою установкою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бабієв Г.М., Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні. // ЕЛЕКТРИЧНИЙ Журнал,- Запоріжжя: ВАТ "Гамма",1998 №1, - С.63-64.
2. Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних та відновлюваних джерел.//Бюл. "Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії", Київ: АТ "Укренергозбереження",1999.- №2, - С.30-38.
3. Скиннер Б. „Хватит ли человечеству ресурсов? М.:Мир, 2000 р. – 264 с.

УДК 621.316.9

*Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ*

#### ВИДИ ОСВІТЛЕННЯ

Штучне освітлення можна поділити на робоче, аварійне, чергове і охоронне. В даній роботі буде розглянуто робоче та аварійне освітлення.

Для загального штучного освітлення на сьогодні в основному використовують світлодіодні та розрядні джерела світла, оскільки при однаковій потужності відповідно до теплових джерел, світлодіодні та розрядні мають більшу світлову віддачу та термін експлуатації

На сьогоднішній день існує дві системи штучного освітлення, а саме загальне і комбіноване.

У приміщеннях громадських, житлових та адміністративних будівель і споруд, підприємств із зоровою роботою нижче IV розряду, зазвичай використовують систему загального освітлення.

У виробничих приміщеннях, в яких виконується зорова робота I - IV розрядів (металовиробництво, ремонт комп'ютерів, мобільних телефонів радіо- та телеапаратури, годинників, тощо), необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення.

Зорова робота на підприємстві по переробці молока відноситься до VI розряду, тому необхідна лишень система загального освітлення.

Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне.

Мабуть найголовнішим завданням під час проведення світлотехнічного розрахунку являється визначення величини необхідної кількості світлового потоку світильників для забезпечення стабільного нормованого значення мінімальної дозволеної освітленості робочої площини.

На сьогоднішній день існує три основні методики розрахунку штучного освітлення:

– першим і мабуть найпоширенішим є коефіцієнт використання (світлового потоку), його часто застосовують для розрахунку рівномірного загального освітлення горизонтальних поверхонь;

– другим досить складним методом являється точковий метод за допомогою якого зазвичай розраховують локалізоване та комбіноване освітлення, також за часту освітлення похилих площин;

– третім, і в свою чергу найпростішим являється метод питомої потужності який, оскільки хоч він і простий проте не надто точний, тому його зазвичай використовують для приблизних розрахунків.

В нашому випадку найбільш оптимальним методом для розрахунку рівномірного загального освітлення, вважається метод коефіцієнта використання (або метод світлового потоку), оскільки він є відносно не складним та досить точним.

Аварійне освітлення можна поділити на такі види:

- евакуаційне освітлення;
- резервне освітлення.

В свою чергу евакуаційне освітлення можна розділити на: антипанічне освітлення, освітлення зон підвищеної небезпеки та освітлення шляхів експлуатації.

Аварійне освітлення підключається до джерела живлення, не залежно від джерела живлення робочого освітлення.

Мінімальне значення індексу кольоропередавання  $R_a$  для застосовуваних джерел світла аварійного освітлення знаходиться в межах 40.

Енергетична система є важливою для функціонування теперішнього суспільства, кожна розвинена країна має свою енергетичну систему від якої залежить як функціонування країни так і підприємств розташованих на її території. З часом потреби в електроенергії в розвинених країнах зростають за рахунок збільшення потреб побутових споживачів, а також підприємств й наукових закладів, що впроваджують нові технології в свою діяльність. Її пошкодження призведе до великих втрат, як зі сторони споживача так і постачальника.

Зі збільшенням споживання розширюється енергетична система, яку повинен обслуговувати кваліфікований персонал, отже необхідно оптимізувати їх процеси тобто, час реагування, знаходження пошкоджень або дефектів, таких як пошкодження ізоляторів, опор, зміна провісу повітряних ліній, пошкоджень опор, перевірка стану кріпильних елементів, стану ізоляції проводів. Для цього необхідно збирати, зберігати та обробляти інформацію, що пов'язана з системою в динамічному режимі, що є небезпечною, якщо це виконує безпосередньо людина, оскільки більшість операції можливо виконувати тільки під напругою або на великій висоті, що потребує додаткового захисного спорядження.

Дані систем в подальшому використовують для її моделювання, що дозволяє вивчити систему в різних режимах роботи без використання самої системи тим самим даючи можливість прогнозування стану системи та її оптимізації.

Однією з прогресивних форм організації робіт на об'єктах електричних мереж є комплексне їх виконання, при якому роботи групуються та комплекси за номенклатурою, періодичністю та часом виконання; роботи провадяться бригадами централізованого обслуговування, оснащеними спеціальними машинами, засобами механізації, інвентарем; персонал і засоби механізації концентруються на об'єкті, що ремонтується, що дозволяє скоротити тривалість ремонтів і технічного обслуговування, час відключення об'єкта, зменшити непродуктивні перїзди, більш ефективно використовувати трудові та матеріальні ресурси.

Виконання робіт з ремонту та технічного обслуговування ПЛ, пов'язаних з наближенням до струмоведучих частин, для забезпечення безпеки персоналу проводиться з відключенням та заземленням ПЛ, що обслуговуються. Для збереження або обмеження можливості відключення ПЛ нормального режиму роботи мережі при виробництві ремонтів можуть бути застосовані методи робіт під напругою.

У зв'язку з розосередженням об'єктів та різною періодичністю виконання робіт у ряді випадків доцільно виконання однотипних робіт спеціалізованими бригадами на одній або кількох ПЛ (наприклад, розчищення траси, фарбування опор, заміна приставок тощо).

Вибір методів та обсягів ремонту та технічного обслуговування виробляє підприємство, що здійснює експлуатацію електричної мережі на основі техніко-економічного порівняння, з урахуванням наявних ресурсів та місцевих умов.

Періодичність, терміни робіт з ремонту та технічного обслуговування об'єктів електричних мереж встановлюються Правилами технічної експлуатації, нормативно-технічною документацією, інструкціями виробників обладнання та рішенням головного інженера регіональної мережевої компанії, ПЕМ залежно від технічного стану об'єкта, місцевих умов та досвіду експлуатації.

Організація та планування ремонту об'єктів електричних мереж здійснюється на основі оцінки їх технічного стану, при цьому контроль стану виконується з періодичністю та в обсязі, встановленими нормативно-технічною документацією; обсяг та момент початку ремонту визначається технічним станом об'єктів електромереж.

*Пирогов В. О., аспірант, СНАУ*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИДІЇ ФРЕТИНГ-КОРОЗІЇ ДЕТАЛЕЙ ПАР ТЕРТЯ**

У сучасному насосному і компресорному машинобудуванні широко використовуються пружні муфти з гнучкими елементами для передачі крутного моменту від приводу на енергетичний агрегат. У процесі роботи пружних муфт на контактуючих поверхнях деталей, що утворюють різні пари тертя, одночасно виникає фретинг-корозія. При протіканні процесу фретинг-корозії відбувається поступове руйнування контактуючих поверхонь сполучених деталей. Розвиток фретинг-корозії представляє велику небезпеку, оскільки може служити джерелом втомного руйнування деталей і, в кінцевому результаті, - виходу пружної муфти з ладу.

Відомі способи захисту деталей від фретинг-корозії, які полягають в нанесенні на ділянки деталей, що контактують, захисних покриттів. Наприклад, спосіб нанесення високотемпературного фретинг-стійкого захисного покриття на лопатку газотурбінного двигуна методом повітряно-плазмового напилення [1]. У [2] запропонований спосіб нанесення на поверхню тертя деталей, які працюють в умовах фретинг-корозії, захисного покриття, що являє собою градієнтну тверду корозійностійку композицію, який включає обробку пучками заряджених частинок і подальше оксидування або пасивацію деталей.

Загальними недоліками розглянутих способів є висока трудомісткість і собівартість нанесення покриття, необхідність використання складного і дорогого обладнання, при цьому товщина покриттів перевищує допустимий зазор.

Тому метою роботи є підвищення ефективності захисту поверхонь деталей, наприклад, пружної муфти, від фретинг-корозії за рахунок застосування ефективнішого механізму фізико-хімічного впливу на поверхні тертя – епіламіювання, підвищення зносостійкості сполучених деталей, зниження собівартості процесу за рахунок застосування простішого і дешевшого обладнання, а також за рахунок зменшення трудомісткості обробки.

Епіламіювання – це процес нанесення поверхнево-активної речовини з вмістом фтору (ФТОР-ПАР) – епіламу – на поверхню твердого тіла, в результаті чого на обробленій поверхні утворюється спеціальне захисне покриття у вигляді мономолекулярної плівки [3]. На оброблюваній поверхні при епіламіюванні формується шар орієнтованих молекул, які перешкоджають розтіканню масла із зони тертя. Плівка має надзвичайно низьку поверхневу енергію, що спричиняє істотне зниження коефіцієнта тертя і, як наслідок, підвищення зносостійкості пар тертя деталей машин і устаткування. Молекули епіламу закріплюються на поверхні твердого тіла за рахунок сил хемосорбції. Завдяки тому, що зв'язок епіламу з поверхнею хімічна, а не фізична, адгезія захисної мономолекулярної плівки дуже висока.

Одна з важливих переваг епіламіювання полягає в тому, що воно не змінює структуру оброблюваної поверхні, а лише модифікує її, надаючи поверхні антифрикційних, антиадгезійних, гідрофобних, захисних та інших корисних властивостей [4]. Практично, незмінними залишаються і геометричні розміри оброблюваних деталей, оскільки товщина захисного покриття становить  $\sim(4-8)$  мкм. При проведенні епіламіювання молекули епіламіювального складу при контакті з твердим тілом (металом, гумою і т.п.) проникають в його прикордонний шар і утворюють на поверхні мономолекулярну плівку, яка дозволяє знизити коефіцієнт тертя в 2-3 рази, а поверхневу енергію зменшити в  $\sim 1000$  разів. Це створює поверхням тертя наявність антифрикційних і антиадгезійних властивостей. Сформована бар'єрна плівка витримує температуру до  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , не руйнується при ударних навантаженнях до  $300\text{ кг/мм}^2$ . Молекули епіламу заповнюють мікронерівності і мікротріщини, знижуючи поверхневу крихкість. Найактивніше вони взаємодіють з молекулярною структурою основи саме в місцях по-

рушення кристалічної решітки, створюючи свого роду латки і зміцнюючи взаємодіючі поверхні. Таким чином, сама плівка запобігає зносу взаємодіючих поверхонь, а її структура у вигляді ворсу утримує змащувальні матеріали в зоні контакту, виключаючи сухе тертя.

Отже, застосування епіламіювання до пар тертя значно підвищить зносостійкість сполучених деталей за рахунок зниження параметрів шорсткості поверхонь тертя, знизить собівартість процесу за рахунок застосування простішого і дешевшого обладнання, а також за рахунок зменшення трудомісткості обробки.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. US № 2008066288, Кл. В23Р 25/00, В23Р 15/02, опубл. 20.03.2008
2. Способ получения градиентной твердой коррозионностойкой композиции на поверхности образцов из твердых сплавов и легированных сталей / К. Н. Полещенко, В. А. Мухин, П. Б. Гринберг, В. Ф. Борбат, И. Б. Козорог, С. Н. Поворознюк : пат 2268323 РФ: С1, Кл. С23С 28/00, С23С 14/48, С23С 14/58; опубл. 20.01.2006.
3. Думанчук М.Ю. Новий спосіб зниження фретинг-корозії кріпильних деталей пружних муфт. Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк: Вид-во ЛНТУ. 2020. №70. С. 43-49. <https://doi.org/10.36910/6775.24153966.2020.70.6>
4. Тарельник В.Б., Марцинковский В.С., Братушак М.П. Проблемы захисту гнучких муфт турбокомпресорів від фретинг-корозії. Вісник СНАУ. – Випуск 12, 2005. С. 231-240.

УДК 621.316.9

*Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ*

### АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

В наш час розвиток промислового виробництва молочних продуктів потребує залучення масового використання автоматизованих систем управління технологічними процесами і його впровадження в процес переробки продукції. Збільшення виробництва продукції тваринництва, зокрема молока, супроводжується зміцненням виробничої бази із застосуванням досконалішого устаткування. Велике використання автоматизованих систем управління пов'язане з економічним ефектом і енергетичним забезпеченням при цьому нам необхідно досягти зменшення втрат енергоресурсів та сировини, зменшення трудомісткості виробництва, підвищення якості і різноманітності продукції в залежності від стану і організації підприємств.

В харчовій промисловості випуск молока займає одне з головних місць, тому автоматизація має велике значення в цій галузі, вона є засобом підвищення продуктивності праці, підвищення якості продукції, зменшення витрат сировини, підвищення ефективності надійної роботи, раціонального використання енергії.

Для розподілу і передачі електроенергії потрібне розширення електростанцій, побудова нових для ефективності в роботі, зменшення кількості втраченої енергії, а також реалізація в різних сферах діяльності і експлуатація мереж, що сприяють використанню технічним і економічним вимогам. Завдання, що виникають при цьому, є складовою усієї енергосистеми, пов'язаною з експлуатацією, і безперервним ростом об'ємів виробництва, тому запровадження нової технології має складний характер і потребує капітального перегляду стану підприємства для доцільності заміни і використання в повсякденному житті, сільськогосподарському виробництві, у різних сферах і загалом у молокопереробній.

Одним з важливих аспектів експлуатації енергосистеми є вироблення електричної енергії у кількості, необхідній для покриття встановленого об'єму навантаження підприємства. Організація мережі і її складових повинна мати можливість збільшення, а також розширення, відповідати пропускну здатності електромереж зростаючим навантаженням.

І ще одним з найважливіших завдань системи вважається підтримка на належному рівні

технічних параметрів якості електроенергії, місця приєднання споживачів в нормальних умовах експлуатації повинні бути виконані за стандартами і правильними технологіями. Вимоги до надійної роботи електромереж виконуватися згідно з правилами та з урахуванням відповідальності приєднаних споживачів і числа загального обладнання що використовуються. Надійність характеризується довговічністю елементів, їх практичності та здатністю системи електропостачання, до складу яких входять лінії, електричні апарати, силові трансформатори, які мають за мету забезпечити підприємство і окремі об'єкти електроенергією належної якості без аварійних відключень, що в процесі можуть призвести до порушення виробництва, вчасно поставлених до виконання планів, аварій в електричній і технологічній частинах обладнання і апаратів та їх складових. Напрямом здійснення надійної і безперебійної роботи всієї системи так і окремих її частин, полягає в проведенні і запровадженні ряду експлуатаційних протиаварійних заходів. Пісця цього можна виконувати проектування нових ліній і понижувальних підстанцій у споживачів або на підприємстві, що забезпечують зберігання в достатній мірі електропостачання і його автоматизації.

Надійність системи електропостачання залежить від побудови її схеми, ступеня резервування і надійності окремих елементів з врахуванням їх переважувальної здатності.

Для підвищення надійності електропостачання об'єктів та збільшення часу автономної роботи їх систем електропостачання може бути використання альтернативних джерел електричної енергії. Отже, виходячи з цього розробка заходів забезпечення надійності системи електропостачання є актуальною.

УДК 621.316.9

*Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ*

## **ПОНЯТТЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВІДМОВ**

Будь-яке електрообладнання в кожен конкретний момент часу знаходиться в одному з двох станів або в робочому, або в неробочому. Під неробочим станом розуміється стан коли обладнанню необхідний попереджувальний або аварійний ремонт, аварійний простій (через несправність даного елемента) або залежний простій (через несправність іншого елемента системи, пов'язаного з даним). Робочий стан складається з наступних частин:

- нормальний - стандартний режим роботи який був закладений виробником;
- аварійний - з моменту виникнення неполадки до моменту її усунення;
- післяаварійний - з моменту усунення відмови до приведення обладнання в нормальний режим роботи.

Основним в теорії надійності є поняття відмови, тобто події, через яку порушується працездатність об'єкта або він перестає відповідати вимогам, встановленим нормативно-технічної документації.

За характером виникнення відмови діляться на раптові і поступові. Раптові відмови характеризуються різкою, стрибкоподібною зміною основних параметрів системи (елемента) внаслідок впливу різних факторів. Раптовий відмова зазвичай з'являється внаслідок накопичення дрібних несправностей і пошкоджень. Поступові відмови є наслідком плавних змін параметрів системи, зазвичай при її старінні і зносі.

Для більшості елементів системи електропостачання поступовому збільшенні характеристик вище номінального значення зазвичай проходить непоміченим, і неполадка в електропостачанні трапляється тільки тоді, коли елемент вже не в змозі виконувати функції закладені розробниками, тобто як при раптовій відмові (як приклад - поступове старіння ізоляції яке згодом приводить до короткого замикання). Тому будь-яку відмову, через яку перервалось стабільне електропостачання, можна розглядати як раптову.

Відмови бувають стійкими, в випадках коли для їх усунення необхідний ремонт або елемент більше не підлягає відновленню, або нестійкими, якщо вони можуть самоусунутися. Короточасні тимчасові відмови часто називають збоями. Часті збої одного і того ж характе-

ру зазвичай називають випадковими відмовами. Випадкові відмови можуть виникати в схемах електропостачання, як результат миттєвих порушень нормального режиму роботи.

Причиною більшості відмов електроенергетичного обладнання зазвичай є пошкодження або несправності. Під пошкодженнями, як правило, розуміють руйнування обладнання, поломку деталей, порушення цілісності електричних і магнітних кіл, псування ізоляції.

До несправностей зазвичай відносять розрегулювання механізмів і захисних пристроїв без їх руйнування, псування і т.п.

Пошкодження і несправності в системах електропостачання також виникають через дефекти обладнання, тобто через невідповідність фактичних характеристик, зазначених на технічному паспорті з заводу виробника (брак продукції), через аварійних (непрогнозованих) впливів навколишнього середовища або в результаті неправильного транспортування, монтажу, обслуговування і ремонту. При цьому залежно від причини виникнення розрізняють конструкційні, виробничі і експлуатаційні відмови.

До конструкційних відносять відмови, що виникають в результаті помилок в процесі проектування обладнання, порушення встановлених норм і правил проектування. Виробничі відмови виникають внаслідок порушення або недосконалість технологічного процесу виготовлення або ремонту об'єкта.

Причиною експлуатаційних відмов, як правило, є порушення правил і умов експлуатації зазначених в технічному паспорті об'єкта.

УДК 621.039.4

*Тарельник Н.В., к.е.н., доцент, СНАУ*

### **ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЯКЕ ПІДЛЯГАЄ РАДІАЦІЙНОМУ ОПРОМІНЮВАННЮ**

Сьогодні в Україні працюють чотири АЕС, на яких діють 15 енергоблоків типу ВВЭР (водо-водяний енергетичний реактор) загальною потужністю 13880 Мвт. Аналіз енергетичних потреб країни й можливостей їх задоволення свідчать про доцільність і необхідність розвитку в Україні атомної енергетики. Вибір саме такого шляху відповідає й світовій тенденції.

Електроенергетика є одним з основних споживачів насосного обладнання (НО). На будь-якій електростанції експлуатується велика кількість найрізноманітніших насосів.

У порівнянні з енергетичними установками на органічному паливі умови роботи матеріалів в атомних енергетичних установках звичайно є більше складними й багатofакторними. Більшість відповідальних деталей насосних агрегатів АЕС працюють при високих швидкостях, тисках, температурах, а також в умовах абразивного, корозійного, водневого й іншого видів впливу робочих середовищ. Крім цього, ядерний реактор, який представляє найважливішу частину АЕС, вносе свої корективи в вибір конструктивних матеріалів деталей НО. Використовувані матеріали повинні бути радіаційно-стійкими, добре поглинати нейтрони, а також бути жаростійкими й жароміцними.

Найважливішими задачами ремонтно-обслуговуючого виробництва АЕС є підтримка працездатності та відновлення ресурсу машин і устаткування, забезпечення їх високої надійності і можливості ефективного використання. Для вирішення цих задач передбачається поліпшення якості ремонту за рахунок впровадження сучасних методів його організації та використання раціональних технологічних процесів зміцнення і відновлення деталей. Таким чином, під час відновлення відповідальних деталей НО (корпусів насосів, шийок валів, робочих коліс і ін..) для АЕС виникають значні труднощі і подолання яких є актуальним та своєчасним.

Нами запропонований новий спосіб відновлення зношених поверхонь сталевих деталей насосного обладнання, що використовують на атомних електростанціях і яке підлягає радіаційному опромінюванню. Спосіб належить до галузі електрофізичної та електрохімічної обробки, зокрема до електроіскрового легування (ЕІЛ), і може бути застосованим для ремонту

деталей машин атомних електростанцій. Спосіб ЕІЛ має ряд специфічних особливостей: матеріал анода (легувальний матеріал) може утворювати на поверхні катода (легованій поверхні) шар покриття, надзвичайно міцно зчеплений з поверхнею; легування можна здійснювати у строго зазначених місцях (радіусом від часток міліметра і більше), не захищаючи при цьому решту поверхні деталі; технологія ЕІЛ металевих поверхонь дуже проста, а необхідна апаратура компактна і транспортабельна. Спосіб включає нанесення покриття на зношену поверхню деталі методом ЕІЛ одним і тим же металевим електродом – інструментом з матеріалу (сталь 12Х18Н10Т або нікель), який не містить спеціальних добавок кобальту та інших елементів, які утворюють довго живучі ізотопи в активному робочому середовищі. ЕІЛ здійснюють у два етапи. При цьому перед першим етапом нанесення покриття металевим електродом-інструментом на зношену сталю поверхню методом ЕІЛ наносять шар покриття графітовим електродом - інструментом з енергією розряду  $W_p = 0,02$  Дж і продуктивністю  $0,3 \text{ см}^2 / \text{хв.}$ , далі виконують перший етап нанесення шару покриття на отриману поверхню методом ЕІЛ металевим електродом – інструментом при енергії розряду  $0,20-0,55$  Дж і продуктивності  $1,6-2,5 \text{ см}^2 / \text{хв.}$ , яке забезпечує товщину поверхні  $0,09-0,16$  мм та її суцільність  $100 \%$ , після чого отриману поверхню піддають другому етапу нанесення шару покриття методом ЕІЛ тим же металевим електродом – інструментом з енергією розряду  $0,55-0,90$  Дж і продуктивністю  $2,5-3,4 \text{ см}^2 / \text{хв.}$

УДК 621.316.9

*Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ*

## МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНИЙ ГЕНЕРАТОР

Магнітогідродинамічний генератор, який може тепло перетворювати безпосередньо на електрику. У цьому значно підвищується ККД, оскільки немає проміжних перетворень, отже, немає "зайвих" втрат. У МГД-генераторах газ, що являє собою плазму, що складається з безлічі позитивно і негативно заряджених частинок (електронів та іонів), пропускається між магнітами, які "сортують" заряджені частинки. Позитивні відхиляються в один бік, а негативні – в інший.

Ці частинки накопичуються двох пластинах – електродах і створюють різницю потенціалів, тобто створюють електричне джерело енергії. Нагадаємо, що закон Фарадея про електромагнітну індукцію говорить, що у провіднику, що рухається в магнітному полі, індукується електрорушійна сила.

При цьому провідник може бути твердим, рідким або газоподібним. У нашому випадку плазма є газоподібним провідником. Область науки, що вивчає взаємодію між магнітним полем і струмопровідними рідинами та газами, називається магнітогідродинамікою. Тому генератори, що працюють на плазмовому провіднику, отримали назву магнітогідродинамічних генераторів - МГД. Тут є багато своїх проблем, які потрібно вирішувати спільними зусиллями фізиків, енергетиків, матеріалознавців та ін.

Важко перетворити великі маси газу на плазму. Для цього потрібна висока температура та висококалорійне паливо. За високої температури важко зберегти матеріали, з яких побудований генератор. Існують інші подібні труднощі.

Життя Землі у всьому її різноманітті безпосередньо пов'язані з діяльністю Сонця. Мільярди років гігантські потоки сонячної енергії прямують до Землі. Вже кілька століть налічує геліотехніка, яка займається питаннями використання сонячної енергії.

Нещодавно виникла приваблива перспектива: знайти спосіб використання тієї частини сонячної енергії, яка не доходить до нашої планети, розсіюється в космосі.

фізичні дослідження в космосі показали, що за рахунок поглинання рентгенівського та ультрафіолетового випромінювання Сонця в іоносфері Землі безперервно виробляється (генерується) електричний струм. Він проходить (тече) навколо Землі у західному напрямку в області екватора на віддаленні кількох земних радіусів від Землі. Його енергія у вигляді



джоулева тепла розсіюється в навколишньому просторі; земля має магнітне поле, а плазма іоносфери перетинає силові лінії цього поля і тому в плазмі, як у провіднику, знаходиться електрорушійна сила; у тіньовій частині, де Сонце на даний час не висвітлює Землю, плазма іоносфери охолоджується, концентрація її частинок зменшується за рахунок рекомбінації – утворення з електронів та іонів нейтральних атомів, а з атомів – молекул. Через плазму іоносфери протікає круговий електричний струм, що взаємодіє з магнітним полем Землі, при цьому відбувається поділ зарядів: частина позитивних іонів концентрується на внутрішній оболонці іоносфери, частина електронів – на зовнішній. У результаті Землі створюється негативний заряд. Електропровідні Земля та іоносфера, розділені між собою діелектриком – шаром неелектропровідного повітря, є гігантським сферичним конденсатором. При товщині шару повітря приблизно в 100 км постійно генерується різниця потенціалів між Землею та іоносферою, яка досягає приблизно 100 млн вольт. Оскільки в іоносфері існує круговий електричний струм, можна зробити висновок, що в різних її точках завжди існує різниця потенціалів. Вона дорівнює добутку напруженості поля на відстань між цими точками. Для використання цієї різниці потенціалів для здійснення корисної роботи на Землі необхідно мати всього два провідники, що з'єднують ділянки іоносфери з відповідними точками на поверхні Землі, і корисне навантаження, підключене до цих провідників - проблемою.

УДК 621.316.9

Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ

## ПЕРЕВАГИ СИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Синхронні електродвигуни відносять до групи практично не регульованих. Вони застосовуються головним чином для приводів середньої і великої потужності, що не вимагають регулювання швидкості обертання, наприклад, для приводів компресорів, насосів, вентиляторів. Перевагою синхронного електродвигуна є можливість роботи з коефіцієнтом потужності, що дорівнює одиниці і навіть з випереджаючим струмом, що дозволяє здійснювати компенсацію реактивної потужності електроприймачів, але вони коштують дорожче асинхронних [1].

Доцільність їх застосування виправдовується економічністю, одержуваної від компенсації реактивної потужності.

У синхронному електродвигуні швидкість обертання залишається строго постійною, що не залежить від навантаження і величини струму збудження, Тому механічна характеристика синхронного електродвигуна є абсолютно жорсткою і становить пряму, паралельну осі моментів (рис. 1а).

У роботі електроприводів з синхронним електродвигуном великі значення мають так звані кутові характеристики синхронного електродвигуна, які представляють собою залежність електромагнітного моменту електродвигуна від кута зсуву осі полюсів ротора і полюсів обертового поля статора (кут зсуву вектора напруги статора щодо вектора ЕРС, індуктивованого до обмотки статора полем ротора). Ця залежність має характер синусоїди (рис. 1 б).

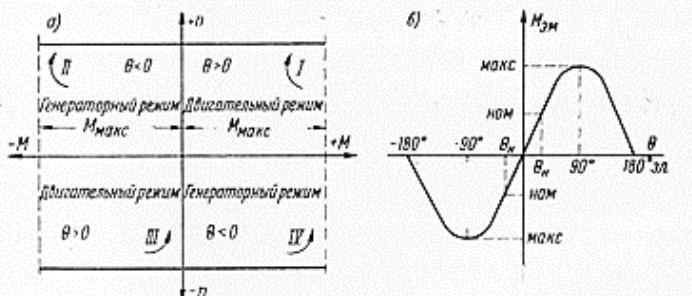


Рис. 1. Механічна характеристика (а) і кутова характеристика (б) синхронного електродвигуна

При холостому ході осі полюсів ротора і поля статора збігаються: кут і  $M=0$ . При збільшенні навантаження кут зростає, відповідно зростатиме і момент електродвигуна [2].

Максимальне значення моменту настає: у міру подальшого зростання кута момент почне зменшуватися, що відповідає випадання електродвигуна з синхронізму і його зупинці. Тому стійка робота електродвигуна можлива при кутах, що не перевищують  $90^\circ$ . З огляду на можливі поштовхи навантаження, зазвичай кут, відповідний номінальному навантаженню, приймається рівним 1.

При цьому перевантажувальна здатність електродвигуна буде саме такою.

Момент синхронного електродвигуна пропорційний першого ступеня напруги, тому електродвигун менш чутливий до коливань напруги мережі, ніж асинхронний. Перевантажувальну здатність синхронного електродвигуна в експлуатаційних умовах можна підвищити збільшенням струму збудження.

Гальмування синхронних електродвигунів здійснюють в динамічному режимі, для цього до кілець ротора подається постійний струм, а обмотка статора замикається на опір. Механічні характеристики синхронного електродвигуна в цьому режимі будуть подібні характеристикам асинхронного електродвигуна при динамічному гальмуванні.

Пуск синхронного електродвигуна, як правило, здійснюється аналогічно асинхронного. Для цієї мети на роторі, крім обмотки збудження, є короткозамкнена пускова обмотка. Пускова обмотка має невеликий об'єм і тому тривала робота електродвигуна в асинхронному режимі неприпустима. При досягненні швидкості, близької до синхронної (95-98% від неї), яку часто називають "підсинхронною" в обмотку збудження подається постійний струм і електродвигун входить в синхронізм [2].

У процесі пуску обмотку збудження електродвигуна замикають за допомогою спорогенезу контакту контактора  $K$  на активний опір  $R$ , в 10-12 разів більше опору самої обмотки. Опір відіграє ту ж роль, що і пусковий реостат в асинхронному електродвигуні з фазним ротором: воно зменшує струм при пуску в обмотці збудження і збільшує пусковий момент.

Застосовується також пуск синхронних електродвигунів з збудником, глухо сполученим з обмоткою збудження. Такий спосіб пуску застосовуємо для електроприводів, пускаємо вхолосту або з малим навантаженням (приводи насосів, вентиляторів, компресорів, дробарок, кульових млинів та ін.). При такому пуску управління синхронним електродвигуном стає таким же простим, як і управління асинхронним електродвигуном з короткозамкненим ротором. Це дозволяє більш широко застосовувати синхронні електродвигуни в практиці нерегульованих приводів [3].

Синхронний двигун дещо складніше, ніж асинхронний, але володіє порядком переваг, що дозволяє застосовувати його у ряді випадків замість асинхронного.

1. Основною гідністю синхронного електродвигуна є можливість отримання оптимального режиму по реактивній енергії, який здійснюється шляхом автоматичного регулювання струму збудження двигуна. Синхронний двигун може працювати, не споживаючи і не віддаючи реактивної енергії в мережу, при коефіцієнті потужності ( $\cos\phi$ ) рівним одиниці. Якщо для підприємства необхідне вироблення реактивної енергії, то синхронний електродвигун, працюючи з перезбудженням, може віддавати її в мережу.

2. Синхронні електродвигуни менш чутливі до коливань напруги мережі, чим асинхронні електродвигуни. Їх максимальний момент пропорційний напрузі мережі, тоді як критичний момент асинхронного електродвигуна пропорційний квадрату напруги.

3. Синхронні електродвигуни мають високу перевантажувальну здатність. Крім того, перевантажувальна здатність синхронного двигуна може бути автоматично збільшена за рахунок підвищення струму збудження, наприклад, при різкому короткочасному підвищенні навантаження на валу двигуна.

4. Швидкість обертання синхронного двигуна залишається незмінною при будь-якому навантаженні на валу в межах його перевантажувальної здатності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Трефилов, В.А. Основы электропривода учеб, пособие / В.А. Трефилов. - Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2007. - 158 с.
2. Гуржій А.М., Бойкова В.О., Поворознюк Н.І. Електротехніка з основами промислової електроніки. - К.: Форум, 2000
3. Попов Ю.П., Шовкошитний І.І. Основы электротехники, радио та мікроелектроніки. - Л.: Оріяна-Нова, 2001.
4. <https://hi-news.pp.ua/tehnka-tehnologyi/shema.html>

УДК 621.9.048:621.9.044

*Коноплянченко В.Є., к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет*

### **НОВИЙ СПОСІБ ЦЕМЕНТАЦІЇ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ**

На протязі свого терміну служби механічне обладнання зазнає шкідливих наслідків процесу зношування, що в більшості випадків означає втрату матеріалу деталей до стадії, коли вони більше не можуть ефективно виконувати призначені їм функції. Цей процес відбувається з різною швидкістю, залежно від технологічного призначення обладнання, навантажень, експлуатаційних особливостей, матеріалу деталей та впливу навколишнього середовища. З метою підвищення зносостійкості вузлів тертя велика увага приділяється як матеріалу контактуючих поверхонь, так і способам їх формування. Протягом останніх десятиліть інженерія поверхонь стала ключовою технологією передових застосувань, пропонуючи нові підходи до формування поверхонь деталей з особливими фізичними, хімічними або механічними властивостями. Розроблені нові методи обробки поверхні, які успішно застосовуються в промисловості для підвищення зносостійкості деталей машин. Задачею сьогодення є створення нових високопродуктивних методів модифікації поверхні, на базі енергоефективних та ресурсозберігаючих технологій.

Для надання поверхневому шару сталі високої твердості та зносостійкості, для підвищення границі контактної витривалості та границі витривалості при згинанні та крученні традиційно використовують спосіб цементациї, який виконують методом хіміко-термічної обробки (ХТО). Спосіб полягає у дифузійному насиченні поверхневого шару сталі вуглецем при нагріванні у відповідному середовищі - карбюризаторі. Як правило, цементацию здійснюють при температурах, в межах 930-950°C, коли є стійким аустеніт, що розчиняє вуглець у великій кількості. Кінцевих властивостей цементовані вироби набувають у результаті гартування та низького відпуску, що здійснюються після цементациї. Зазвичай, цементациї піддають низьковуглецеві (0,1-0,18%), частіше леговані сталі.

Процес гартування виробів при ХТО супроводжується утворенням в них значної залишкової напруги у результаті нерівномірного розподілення температури по перерізу та неоднакової зміни об'єму різних зон. Через сумісну дію температурної та структурної напруги у цементованому шарі виникають напруги стиснення, а у серцевині - напруги розтягнення. Залишкові напруги спричиняють деформації виробів, іноді досить значні [1]. Крім того, суттєвим недоліком способу є необхідність захисту окремих ділянок деталі, які не підлягають зміцненню, спеціальними покриттями, обмазками та ін., висока трудомісткість, собівартість, велика тривалість процесу та екологічна безпека.

Нами запропонований для використання в технологіях, що займаються зміцненням сталевих поверхонь, новий спосіб цементациї сталевих деталей електроіскровим легуванням (ЕЛ), який дозволяє підвищити продуктивність процесу цементациї та зносостійкість її поверхневого шару.

Спосіб відрізняється тим, що в якості матеріалу аноду застосовують порошок графіту, а катодом є деталь з низьковуглецевої або середньовуглецевої легованої сталі.

Запропонований новий спосіб ЦЕЛЛ значно з 1,0-5,0 хв./см<sup>2</sup> до 0,028 - 0,056 хв./см<sup>2</sup> збі-

льшує продуктивність процесу і з 0,9-14,0мкм до 0,5-1,1мкм, зменшує шорсткість (Ra) сформованого поверхневого шару. При цьому товщина сформованих шарів може досягати 0,15 мм, а мікротвердість HV до 960 при суцільності 100%.

УДК 621.316.9

Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ

## АВТОМАТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ВКЛЮЧЕННЯ РЕЗЕРВУ

У наш час електричні вимірювання й електричні прилади посідають одне з чільних місць у житті цивілізованого людства. За частотою застосувань електричні вимірювання поступаються хіба що лише вимірюванням довжини, маси та температури. Електричні вимірювання застосовуються не лише для вимірювань власне електричних величин (напруги, струму, потужності, енергії, опору, частоти, зсуву фаз, ємності та ряду магнітних величин), а й при використанні перетворювачів для вимірювання багатьох неелектричних величин (тиску, температури, швидкості, параметрів вібрації, рівня рідин та сипучих матеріалів, витрати рідин та газоподібних речовин, величин пружних деформацій, відстаней тощо).

Найбільшого розмаїття електровимірювальних приладів досягнуто в енергетиці. Без яких є неможливою робота сучасних електричних станцій, де нормальна дія кожного енергоблоку може підтримуватись персоналом лише на основі аналізу інформації, що надходить від багатьох десятків приладів, які контролюють безліч параметрів енергоблоку.

Проаналізувавши переваги, що може дана система ми можемо сказати, що АВР може бути більш виправданим засобом підвищення надійності електропостачання, успіх якої при її використанні становить близько 82-92%. Усі АВР відповідають таким вимогам:

1. Слід перевірити умови перевантаження джерела резервного живлення та самостійного пуску електродвигунів. Якщо при цьому буде здійснене збільшення навантаження ніж допустиме, необхідно виконати автоматичне розвантаження резервного джерела живлення, шляхом вимкнення споживачів, які потребують менше за все енергії, оскільки їх процес не вимагає швидкого реагування і може зачекати до відновлення.

2. При сталому короткому замиканні, установка АВР повинна забезпечити одноразовість дії, що повинно запобігати введенню резервного живлення багаторазового. Небезпечними є багаторазове увімкнення на коротке замикання для вимикача, оскільки це передбачає серйозні його пошкодження, а в певних випадках до вибухів та вигорання немалої ділянки проводу. Це є неприпустимо через можливе порушення нормальної роботи споживачів, які використовують ресурси від резервного джерела.

3. Апарат має бути встановлений так, щоб була можливість його дії при вимкненні релейного захисту джерела, що було пошкоджене при зникненні з будь-яких причин напруги на шинах споживачів та помилковому відключенні працюючого джерела живлення, а також при короткому замиканні на під'єднанні до них. З досвіду експлуатаційних показників, короткі замикання на шинах у більшості випадках зникають самостійно, після перепідключення та подачі напруги не відновлюються. Дія АВР показує свою ефективність при даних ситуаціях і є виправданою з технічної сторони та енергетичної забезпеченості.

4. Увімкнення резервного джерела від АВР має виконуватися лише після відключення вимикача робочого елемента зі сторони під'єднання споживача для запобігання подання напруги на елемент який пошкоджений. Частіше за все запуск АВР виконується від допоміжних контактів у частині керування вимикача.

5. Вимикач повинен мати надійний захист та щонайменший період спрацювання, щоб зменшити розміри пошкодження обладнання та проміжок часу падіння навантаження на резервне джерело живлення при увімкненні на тривале коротке замикання.

У випадку коли напруга по якійсь з причин буде раніше подана, ніж завершиться даний процес, то є вірогідність повторної появи дуги в місці де було пошкодження, тому з цього

виходить, що дія АВР не буде мати успіху. Повернення ізоляції шин до нормального стану після вимкнення нестійкого ушкодження відбувається не відразу, а лише через певний проміжок часу, що є необхідним для деіонізації середовища.

В енергетиці електровимірювальні прилади використовують не тільки для поточного контролю роботи енергообладнання, а й для пошуку його пошкоджень. Причому саме за допомогою електричних вимірювань візуально недосяжні пошкодження обладнання знаходять найшвидше і найточніше.

УДК 621.316.9

*Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ*

## **РОЗВИТОК ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ (ПЛ)**

Перша лінія передачі напругою 110 кВ була споруджена на П-подібних дерев'яних опорах. Але дерево швидко гниє, його треба обробляти антисептиком (з 1932 р - термін служби становить 30-40 років), при цьому відстань між опорами 50...100 метрів. Перші металеві опори були споруджені в 1925 (Шатура-Москва), відстань між ними 200 м. Потім стали споруджувати опори просторової конструкції – Верхньо-Свірська ГЕС – Ленінград (220 кВ). Пізніше застосували порталну конструкцію опор - проліт збільшився до 350 м (вище проводів підвішувався заземлений сталевий трос для забезпечення грозоупорності ліній передачі). Потім стали використовувати залізобетонні опори.

У 1955 р. в Італії була побудована лінія через Мессинську протоку. Її довжина між опорами становить 3650 м. Лінія в Норвегії між скелястими берегами фіорду має довжину між опорами 4800 м. Звичайними є прольоти від 50 до 100, 150, 350 м-коду.

В даний час продовжується вдосконалення конструкцій опор ліній передач. Опори високовольних ліній для напруги 1150 Кв, висота опор має бути 45 м, щоб висота проводу від землі була 17-23 м, а відстань між фазами 23 м. Оптимальний переріз проводів дорівнює 300 мм<sup>2</sup>, фаза складається з 8 сталеві алюмінієвих проводів, розташованих по вершинах правильного багатокутника. Ще ХІХ в. М.О. Доливо-Добровольський говорив, що майбутнє передачі електроенергії високої напруги за постійним струмом. Це дає можливість підвищувати динамічну і статичну стійкість об'єднаних енергетичних систем. Нижче наводяться переваги ліній передачі постійного струму: транспортування електроенергії здійснюється по двох дротах замість трьох (при трифазному струмі) – скорочується витрата кольорового металу на 1/3; опори значно легші, оскільки вага проводів зменшується; зникають втрати на перемагнічування проводів, оскільки постійний струм не змінює напрямку; передача потужності може регулюватися апаратними засобами; генератори можуть працювати в несинхронному режимі при з'єднанні лініями передач енергетичних систем.

Перетворювальна високовольна підстанція (800 кВт). Недоліки ліній передачі постійного струму: - наявність двох підстанцій з перетворювачами струму, значно збільшує витрати на електропередачу; - електропередача діє як транзитна, без відбору електроенергії в дорозі. Економічно вигідна ПЛ на постійному струмі від 1500 кВ і вище, ККД лінії на постійному струмі 85%. ПЛ постійного струму надвисокої напруги, крім передачі великої кількості енергії на далекі відстані, в оптимальному поєднанні з ПЛ змінного струму відіграють велику роль в ЄЕС. Для вирішення питань економічної передачі енергії доцільно звернутись до питання зменшення опору ліній передачі. Істотно знизити опір провідників можна шляхом їхнього глибокого охолодження. Такі провідники отримали назву гіперпровідників. У 1911 р. голландський фізик Камерлінг-Оннес відкрив явище надпровідності. Ідея надпровідних ліній була прийнята з великим ентузіазмом. Але отримати низькі температури не дуже просто. Рідкий гелій дає  $t^{\circ} = 4.2 \text{ K}$ , а рідкий водень –  $t^{\circ} = 20 \text{ K}$ . Понад чотири десятки років надпровідні провідники було неможливо застосовуватися у практичних конструкціях.

У середині 50-х років ХХ ст. були відкриті сплави ніобію з оловом, які переходили в надпровідний стан при температурі двадцять кельвінів (20 К); керамічні склади -  $T_{кр} = 35 \text{ і}$

78 К. Дослідження показали, що надпровідники успішно можна застосовувати передачі постійного струму (при змінному – втрати більше). Найважливішою умовою роботи ліній електропередач є їхня надійність. Розроблено цілу систему захисту ЛЕП. Від атмосферних розрядів застосовуються блискавкозахисту у вигляді сталевих тросів, розташованих вище проводів, грозові розрядники, котушки, що дугогасять, ОПН – обмежувачі перенапруг напівпровідникові та ін. Щоб уникнути системних аварій, які можуть виникнути при пошкодженні опор, проводів, ізоляторів ліній передач, застосовується релейний захист – швидкодіючі реле та прилади. Широко застосовуються АПВ (автоматичні пристрої повторного включення) та АВР (автоматичні пристрої включення резерву).

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ «ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ»

<i>Адам'як О.П., Семірненко Ю.І., Сумський національний аграрний університет, Україна</i> ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ЗБИРАННЯ СОЛОМИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	3
<i>В'юненко О.Б., к.е.н., доцент, Сумський національний аграрний університет</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АНАЛІЗУ ВЕЛИКИХ ДАНИХ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	4
<i>Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Заровний Р.В., магістрант, СНАУ</i> ОСНОВНІ ВИМОГИ ТА ФАКТОРИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА.....	5
<i>Котолуп В.О., магістрант, Руденко В.П., доцент, СНАУ</i> ЗНАЧЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	6
<i>Плавинський В.І., ст. викладач, Батюк Л.М., зав. навч. лабораторії., СНАУ</i> АКТИВНЕ ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНА- ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ.....	7
<i>Похмура В.В., Семірненко Ю.І., СНАУ, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ НА СХИЛАХ.....	8
<i>Похмура В.В., Семірненко Ю.І., СНАУ, Україна</i> ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	9
<i>Савойський О.Ю., старший викладач, Люттик В. О., магістрант, СНАУ</i> ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА НАСІННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ.....	10
<i>Савойський О.Ю., старший викладач, Люттик В. О., магістрант, СНАУ</i> ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЖИТА.....	11
<i>Семірненко Ю.І., Хурсенко О. В., Сумський національний аграрний університет, Україна</i> ПЕРЕВАГИ ГРАНУЛЮВАННЯ СУХИХ КОРМІВ.....	12
<i>Семірненко С.Л., Бойко С.І., Сумський національний аграрний університет, Україна</i> ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК РОЗВИТКУ МЕХАНІЗАЦІЇ В САДІВНИЦТВІ.....	14
<i>Семірненко С.Л., Федоренко Д. О., студ., СНАУ, Україна</i> АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЮВАННЯ СУХИХ КОРМІВ.....	15
<i>Барабаш Г.І., к.т.н., доцент, Мікуліна М.О.,к.е.н., доцент, СНАУ</i> ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗБИРАННЯ ГРЕЧКИ.....	16
<i>Семірненко С.Л., Федоренко Д. О., студ., СНАУ, Україна</i> МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВОК ГРАНУЛЮВАННЯ.....	18
<i>Семірненко С.Л., Масло М.С., Сумський національний аграрний університет, Україна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОШКОДЖЕННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ПРИ МЕХАНІЗОВАНОМУ ВИРОЩУВАННІ.....	19
<i>Семірненко С.Л., Масло М.С., Сумський національний аграрний університет, Україна</i> ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ УДАРНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПОШКОДЖЕНІСТЬ БУЛЬБ КАРТОПЛІ.....	20
<i>Семірненко С.Л., Муренко О.М., студ., СНАУ, Україна</i> ПОЗИТИВНІ ЯКОСТІ ГЕЛІОСУШАРКИ В ПРОМИСЛОВОСТІ.....	21
<i>Семірненко С.Л., Муренко О.М., студ., СНАУ, Україна</i> РОЗБІР КОНСТРУКЦІЙ ГЕЛІОСУШАРОК, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	22
<i>Барабаш Г.І., к.т.н., доцент, Мікуліна М.О.,к.е.н., доцент, СНАУ</i> НЕОБХІДНІСТЬ ВСТАНОВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ СІВБИ ГРЕЧКО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	23

<i>Бедрик С.М, студ., Саржанов О.А, к.т.н. доцент, СНАУ</i>	
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ .....	25
<i>Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Філонов Р.К., магістрант, СНАУ</i>	
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ .....	26
<i>Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Тимченко Р.О., магістрант, СНАУ</i>	
ПРОБЛЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В ЗЕРНОСХОВИЩАХ .....	27
<i>Бедрик С.М, студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	28
<i>Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Тимченко Р.О., магістрант, СНАУ</i>	
ЗМІНА ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПРИ ЗБЕРІГАННІ .....	29
<i>Плавинський В.І., ст. викл., Саєнко А.В., ст. викл., Філонов Р.К., магістрант, СНАУ</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ПРИ ПРИГОТУВАННІ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ.....	30
<i>Семірненко Ю.І., Янченко Д.В., Сумський національний аграрний університет, Україна</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ПЛЮЩИЛЬНИХ ВАЛЬЦІВ САМОХІДНОЇ КОСАРКИ.....	31
<i>Дибченко М.Р., магістрант, Павлов О.Г., ст. викладач, СНАУ</i>	
ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В СИСТЕМІ ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА .....	33
<i>Грицай В.В., магістрант, Колодій Т.М., зав.лаб., Коноплянченко Є.В., к.т.н., доц., СНАУ</i>	
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА .....	34
<i>Ярошенко П.М., доцент, Сумський національний аграрний університет</i>	
ПРО ВИКОРИСТАННЯ БАЛАСТНИХ ВАНТАЖІВ НА ТРАКТОРАХ КЛАСУ 70 КН .....	35
<i>Руденко В.А. к.т.н., доц., Плавинський В.І., ст. викл., Калнагуз О.М., ст. викл., Коваленко П.В., магістрант, СНАУ</i>	
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ КАЧАНОВІДОКРЕМЛЮЮЧИХ АПАРАТІВ. ....	37
<i>Мартинюк А.В., к.т.н., доц., Марченко М.В., к.т.н., доц., Хмельницький національний університет Соларьов О.О., к.т.н., доц., Сіренко Ю.В., ст. викл., Калнагуз О.М., ст. викл., СНАУ</i>	
ТРАЕКТОРІЯ КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ ТРАКТОРА .....	39
<i>Семірненко Ю.І., Янченко Д. В., Сумський національний аграрний університет, Україна</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ МАСИ СІНА ПРИ ВОРУШІННІ .....	40
<i>Головченко Г.С., ст. викладач, СНАУ</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ У ПОХИЛОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПОТОЦІ КОМПОНЕНТІВ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ: ЦУКРОВИЙ БУРЯК – ДИКА РЕДЬКА З НАДХОДЖЕННЯМ З ПОЧАТКОВОЮ ШВИДКІСТЮ.....	41
<i>Боровик В.І., магістрант, Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ҐНОЮ .....	43
<i>Полосьмак В.С., студ., Соколів С.П., ст.викладач, Сумський НАУ</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГОСТІ НА ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО СУШКИ .....	44
<i>Полосьмак В.С., студ., Соколів С.П., ст.викладач, Сумський НАУ</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ ВИБОРУ МАШИН ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ.....	45
<i>Крутась С.О., студ., Соколів С.П., ст.викладач, СНАУ</i>	
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ОРАНЦІ ҐРУНТІВ ТА ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	46
<i>Грицай В.В., студ., Колодій Т.М., зав.лаб., Коноплянченко Є.В., к.т.н., доц., СНАУ</i>	
СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....	48
<i>Боровик В.І., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ЗБИРАННЯ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ ВРОЖАЮ .....	49



<i>Головченко Г.С., ст. викладач, СНАУ</i> ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОЇ МАСИ ЯК ОБ'ЄКТА ОЧИЩЕННЯ.....	50
<i>Ігнатенко М.В., студент, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СІВБИ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	52
<i>Чередниченко М.С., студент, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЛІСНИХ І ГУСЕНИЧНИХ РУШІЙ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ НА УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ .....	53
<i>Козаченко О.В., д.т.н., проф., Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Калмиков Р.С., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна</i> АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ЛЕЗА З ҐРУНТОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ .....	54
<i>Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Челомбітько Б.С., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна</i> ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЗА ПАРАМЕТРАМИ КАРТЕРНОЇ ОЛИВИ.....	57
<i>Козаченко О.В., д.т.н., проф., Седих К.В. к.т.н., Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Іванов Д.В., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна</i> ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРУЖНОЇ СТІЙКИ ДИСКАТОРА.....	59
<i>Ступак Я. В. магістрант, Зубко В.М., д.т.н., професор, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДИСКУВАННЯ.....	61
<i>Шелест М.С., асистент, СНАУ</i> МОБІЛЬНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОСІВУ АГРОКУЛЬТУР.....	62
<i>Штанько І.О., магістрант, Зубко В.М. д.т.н., професор, СНАУ</i> МЕТА ПРОВЕДЕННЯ ДИСКУВАННЯ, АНАЛІЗ ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЇ ТА ПІДГОТОВКА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ .....	64
<i>Москаленко Є.М., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> СТАН ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ.....	64
<i>Ступак Я. В. магістрант, Зубко В.М., д.т.н., професор, СНАУ</i> МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	66
<i>Боровик В.І., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> МЕХАНІЗОВАНІ ПРОЦЕСИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПРИРОДНИХ БІОРЕСУРСІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА .....	67
<i>Штанько І.О., магістрант, Зубко В.М. д.т.н., професор, СНАУ</i> ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИСКОВИХ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІСЛЯ ПОПЕРЕДНИКА .....	68
<i>Пирог Є.В., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	69
<i>Гримайло В.О., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ДО ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОГО РІПАКУ .....	70
<i>Комашко М.С., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ЩОДО МЕХАНІЗАЦІЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР.....	71
<i>Боровик В.І., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ВИЗНАЧЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ПОКАЗНИКІВ АГРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ .....	73
<i>Мартинюк А.В., к.т.н., доцент, Шляховий С.М., студент, Хмельницький національний університет</i> АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ СІВБИ ОВОЧЕВИХ І ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР .....	74

<i>Пирог Є.В., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІТ - ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	75
<i>Замойський С.М., к.т.н., доцент, Хоміч М.О., студент, Хмельницький національний університет</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБИРАЛЬНО- ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ .....	76
<i>Мартинюк А.В., к.т.н., доцент, Помаля М.Я., студент, Хмельницький національний університет</i> СПОСОБИ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	77
<i>Руденко В.П., к.т.н., доцент, Роздобудько Д.М., магістрант ІТФ СНАУ</i> РОЗВИТОК ПІДХОДІВ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	78
<i>Замойський С.М., к.т.н., доцент, Шумеляк С.М., студент, Хмельницький національний університет</i> УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АПК.....	80
<i>Манжос А.П., студ., Саєнко А.В., ст. викл., СНАУ</i> ХАРАКТЕРИСТИКА АГРЕГАТІВ DUCAT RST ТА LIRA XL ПРИ ПОВЕРХНЕВОМУ ОБРОБІТКУ .....	81
<i>Ждан Д.В., студ., Довжик М.Я., к.т.н., доц., Зубко В.М., д.т.н., доц., СНАУ</i> АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПОСІВНИХ КОМПЛЕКСАХ .....	82
<i>Литвиненко Є.Е., студ., Зубко В.М., д.т.н., доц., СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЛИБИНИ ВИСІВУ ТА ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАТЧИКІВ SMARTFIRMER.....	84
<i>Валюх К.С., студ, Зубко В.М., д.т.н., доц., СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧИСТОТИ ПОСІВНОЇ БОРОЗНИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО.....	85
<i>Ждан Д.В., студ., Довжик М.Я., к.т.н., доц., Зубко В.М., д.т.н., доц., СНАУ</i> АНАЛІЗ ВИСІВАЮЧИХ АПАРАТІВ .....	87
<i>Плавинський В.І., Саєнко А.В. Сумський національний аграрний університет.</i> ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АНТИФРИЗІВ .....	88
<i>Козаченко О.В., д.т.н., проф., Седих К.В. к.т.н., Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Волковський О.М., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна</i> РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ УДОСКОНАЛЕНИМ ДИСКАТОРОМ .....	89
<i>Плавинський В.І., Саєнко А.В. Сумський національний аграрний університет.</i> ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕНЗИНІВ .....	91
<i>Hüseyin Erdem, Zubko Vladislav, Ph.D., SNAU</i> SETTING UP THE HORSCH MAESTRO SOWING MACHINE .....	92
<b>СЕКЦІЯ «ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ»</b>	
<i>Середа О.Г. асистент, Маренкова Т.І. ст. викладач, СНАУ</i> ПРОФЕСІЙНА КУЛЬТУРА ПРАЦІВНИКІВ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА .....	94
<i>Бідюк Д.О., ст. викладач, Маренкова Т.І. ,ст. викладач, СНАУ</i> ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО БІОРОЗКЛАДНОГО ПАКОВАННЯ ДЛЯ ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО .....	95

<i>Бідюк Д.О., ст. викладач, Маренкова Т.І., ст. викладач, СНАУ</i> АНАЛІЗ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗАМОРОЖЕНОГО НАПІВФАБРИКАТУ БІФШТЕКСУ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ У БІОРОЗКЛАДНОМУ ПАКОВАННІ .....	97
<i>Олійник-Карпець А.С., студентка, Радчук О.В. к.т.н, доцент, СНАУ</i> ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ.....	99
<i>Кравець А.О., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i> ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕПАРАТОРІВ БСХМ-50 ТА БСХМ-16.....	100
<i>Барабанова Л.П., студентка, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БОРОШНОПРОСІЮВАЧІВ SOTTORIVA SF ТА РОСС «ВП-0.55» .....	102
<i>Дзюба Я.С., студ. гр. ХТ 2001 ФХТ, Радчук О.В., к.т.н., доцент Сумський НАУ</i> ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ КАКАО-БОБІВ .....	103
<i>Коваленко Д.В., студент, Радчук О.В., к.т.н, доцент, Сумський НАУ</i> ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАКОРДОННОГО УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ .....	104
<i>Коваленко Д.В., студент, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н, доцент, Сумський НАУ</i> ОСНОВНІ ТИПИ ЗЕРНОСХОВИЩ ТА ЇХ ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	105
<i>Кравець А.О., студентка, гр. ХТ 2001 ФХТ, Радчук О.В. , к.т.н., доцент Сумського НАУ</i> ОСОБЛИВОСТІ ТА СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ.....	106
<i>Кононенко А.А., студентка гр. ХТ 2001 ФХТ, Радчук О.В. , к.т.н, доцент, СНАУ</i> УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА. ТІСТОМІСИЛЬНІ МАШИНИ.....	107
<i>Кулібаба С., студентка, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ВИГОТОВЛЕННЯ І ЗБЕРІГАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ .....	108
<i>Кулібаба С., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ ТА ОВОЧІВ.....	109
<i>Манько Л., студентка, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІСУ І ФОРМУВАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ .....	110
<i>Муха Р., студентка, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н, доцент, СНАУ</i> ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА.....	111
<i>Мішан Д, студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i> ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНІ ЗЕРНА .....	112
<i>Касьянова А.В., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, Сумський НАУ</i> ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЛАДІВ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ: МАГНІТНІ ТА ВЕРХНЬОПРИВІДНІ МІШАЛКИ .....	113
<i>Дзюба Я.С., студент, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА: ОСОБЛИВОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ СИЛОСІВ.....	114
<i>Пігуль А.В., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н, доцент, СНАУ</i> АНАЛІЗ ПРОСІЮВАЧІВ БОРОШНА НА ПРИКЛАДІ ВІБРАЦІЙНОГО ТА ШНЕКОВОГО ТИПУ ПРОСІЮВАЧІВ.....	116
<i>Прокопенко І.В., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент Сумського НАУ</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ЗБИВАЛЬНИХ МАШИН У КОНДИТЕРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	117
<i>Стрельникова Є. студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i> ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ .....	118
<i>Стрельникова Є., студентка, Радчук О.В., к.т.н., доцент Сумського НАУ</i> СИТОВІ СЕПАРАТОРИ: ЇХ ОСОБЛИВОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА .....	119
<i>Барбалат М.Ю., студ., Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ СЕПАРАТОРІВ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	120

<i>Міргородська В., студ., Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
КОНСЕРВУВАННЯ ОВОЧІВ ТА ФРУКТІВ.....	121
<i>Гіриченко С.С, студ. ХТ 2101 м ФХТ, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН З ГОРИЗОНТАЛЬНИМ ТА ВЕРТИКАЛЬНИМ ПОЛОЖЕННЯМ ЗМІШУВАЧА.....	122
<i>Ілляшенко Я., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОТЛЕТ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	124
<i>Глуценко Д.В., студентка, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ БОРОШНА .....	126
<i>Кононенко А.А., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н, доцент, СНАУ</i>	
БУНКЕРНІ ТА ПІДЛОГОВІ ЗЕРНОСХОВИЩА ТА ЇХ ПОРІВНЯННЯ.....	127
<i>Мішан Д, студентка гр. ХТ 2001 ФХТ, Радчук О.В., к.т.н., доцент Сумського НАУ</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ .....	128
<i>Манько Л., студентка, Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ХАРАКТЕРИСТИКА СХОВИЩ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ ТА ОВОЧІВ.....	129
<i>Тімонович М. студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ.....	130
<i>Крутась А.В. студентка гр. ХТ 1901 ФХТ, Радчук О.В., к.т.н., доцент Сумського НАУ</i>	
МЕХАНІЧНІ ПРОСІЮВАЧІ .....	132
<i>Ліжньов М., студент, Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
МАШИНИ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ДОМШОК ІЗ ЗЕРНА ОСНОВНОЇ КУЛЬТУРИ.....	133
<i>Кукса А.О., студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЦЕНТРИФУГ .....	134
<i>Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ВІДБОРУ ПРОБ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЇХ ПІДГОТОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	135
<i>Товстоп'ят Д., студ., Савченко-Перерва М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
МАКАРОННІ ВИРОБИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ .....	136
<i>Чепуренко І, студ., Савченко-Перерва М.Ю. к.т.н., доцент, СНАУ</i>	
ВИДАЛЕННЯ ДОМШОК ІЗ ЗЕРНА ОСНОВНОЇ КУЛЬТУРИ.....	137
<i>Наливайко Д.С., студент, Радчук О.В. к.т.н, доцент, СНАУ</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ МОЛОКА .....	139
 <b>СЕКЦІЯ «ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ»</b>	
<i>Батюк М.В., магістрант, науковий керівник к.т.н., доцент Соларьов О.О., СНАУ</i>	
ЗАХОДИ ПОЛІПШЕННЯ СИСТЕМИ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ПІДПРИЄМТСВІ ....	140
<i>Мікуліна М.О., к.е.н., доцент, СНАУ, Україна</i>	
ЛОГІСТИЧНА ІНФОРМАЦІЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ.....	141
<i>Михайлик Д.М., студент, Радчук О.В., к.т.н, доцент, СНАУ</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КУЗОВА АВТОМОБІЛІВ С.-Г. ПРИЗНАЧЕННЯ З ПОКРАЩЕННЯМ ЙОГО ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	142
<i>Мікуліна М.О., к.е.н., доцент, СНАУ, Україна</i>	
ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В СТРУКТУРІ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ.....	143
<i>Колодненко В.М. старший викладач, СНАУ</i>	
РІВЕНЬ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ДЕРЖАВИ ТА ФАКТОРИ ЇЇ ФОРМУВАННЯ.....	144

<i>Колодненко В.М., ст. викл., Бало П.М., ст. викл</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	147
<i>Руденко В.А., к.т.н., доцент, Дзюба І.В., магістрант, СНАУ</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	148
<i>Таценко О. В., ст. викладач, СНАУ</i> ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ВИБІР АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	149
<i>Микуліна М.О., к.е.н., доцент, Поливаний А.Д., студент, СНАУ, Україна</i> ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ.....	152
<i>Руденко В.А., к.т.н., доцент, Дзюба І.В., магістрант, СНАУ</i> ОСОБЛИВОСТІ ТА УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	154
<i>Бало П.М. старший викладач, Колодненко В.М. старший викладач, СНАУ</i> ФІЗІОЛОГІЯ ВОДІЯ ПРИ КЕРУВАННІ АВТОМОБІЛЕМ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ.....	155
<b>СЕКЦІЯ «ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ»</b>	
<i>Свідан Є.І., Терещенко С.О., Шикун В.О., Жовтоноженко А.М., магістранти, СНАУ</i> ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ МЕТОДОМ КОНДЕНСОВАНОГО ІОННОГО БОМБАРДУВАННЯ (КІВ).....	158
<i>Свідан Є.І., Терещенко С.О., Шикун В.О., Жовтоноженко А.М., магістранти, СНАУ</i> ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЛАЗЕРНОЮ ОБРОБКОЮ .....	159
<i>Свідан Є.І., Терещенко С.О., Шикун В.О., Жовтоноженко А.М., магістранти, СНАУ</i> ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВОЇ ОСНАСТКИ.....	160
<i>Лях І. С., Барсук Д. В., Кейбіс Д. В., Мілаш П.Ф., Пархоменко А.О., студенти, СНАУ</i> ПРОБЛЕМИ ЗМІЦНЕННЯ ТА РЕМОНТУ РОБОЧИХ КОЛІС РОТОРНИХ МАШИН.....	161
<i>Лях І. С., Барсук Д. В., Кейбіс Д. В., Олійник А.В., студенти, СНАУ</i> ПРОБЛЕМИ ЗМІЦНЕННЯ ТА РЕМОНТУ НОЖІВ КОРЕНЕРІЗОК .....	162
<i>Лях І. С., Барсук Д. В., Кейбіс Д. В., Олійник А.В., студенти, СНАУ</i> ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ .....	163
<i>Лях І. С., Барсук Д. В., Кейбіс Д. В., Мілаш П.Ф., Пархоменко А.О., студенти, СНАУ</i> АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ .....	164
<i>Винограденко Р. В., Желіба Г. В., Білера Є. А., студенти, СНАУ</i> ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН .....	166
<i>Винограденко Р. В., Желіба Г. В., Білера Є. А., студенти, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТОРЦЕВИХ УЩІЛЬНЕНЬ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОГО ЛЕГУВАННЯ.....	167
<i>Винограденко Р. В., Желіба Г. В., Білера Є. А., студенти, СНАУ</i> УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ.....	168
<i>Панасейко С. В., Корниєнко С. В., студенти, СНАУ</i> УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МОЛОТКІВ КОРМОДРОБАРОК.....	169

<i>Панасейко С. В., Корниєнко С. В., студенти, СНАУ</i> ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ВІД ФРЕТТИНГ-КОРРОЗІЇ МЕТОДОМ МЕТАЛОПЛАКУВАННЯ.....	170
<i>Волошко Т.П., ст. викладач, Омельченко Б., магістрант, Криводід А.Л., магістрант, СНАУ</i> ПРОБЛЕМИ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ РЕНОВАЦІЇ РОТОРІВ ГВИНТОВИХ КОМПРЕСОРІВ КОМБІНОВАНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ. ЧАСТИНА 1.....	171
<i>Калуга В.В., студ., Лобода В.Б., професор, СНАУ</i> КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРІШНІХ ПЕРЕНАПРУГ МЕРЕЖ 6-35 КВ .....	178
<i>Волошко Т.П., ст. викладач, Омельченко Б., магістрант, Криводід А.Л., магістрант, СНАУ</i> ПРОБЛЕМИ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ РЕНОВАЦІЇ РОТОРІВ ГВИНТОВИХ КОМПРЕСОРІВ КОМБІНОВАНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ. ЧАСТИНА 2.....	179
<i>Циганчук А. О., студент, Барсукова Г. В., к. т. н., ст. викладач, СНАУ</i> ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА – ЯК ОДИН ЗІ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ОБЕРТАННЯ НАСОСНОГО АГРЕГАТУ .....	186
<i>Горовий С. О., к.т.н., доцент, СНАУ</i> КОНСТРУКЦІЇ КВАЗІБЕЗВАЛЬНИХ РОТОРІВ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ.....	187
<i>Пісний Є. О. студент, . Чепіжний А.В., к.т.н., ст. викл., СНАУ</i> ДРОНИ ДЛЯ ІНСПЕКЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ .....	190
<i>Пісний Є. О. студент, Чепіжний А.В., к.т.н., СНАУ</i> ІТ В ОБСЛУГОВУВАННІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ .....	191
<i>Савойський О.Ю. Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна</i> ПРОБЛЕМА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	192
<i>Горовий С. О. , доцент кафедри охорони праці та фізики СНАУ</i> СИЛОВІ МОМЕНТИ ПРИ КУТОВИХ ЗМІЩЕННЯХ РОТОРА В ШПАРИННИХ УЩІЛЬНЕННЯХ.....	193
<i>Горовий С. О., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ШИРОКО ВЖИВАНІ ВАРІАНТИ УЩІЛЬНЕНЬ РОТОРІВ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ..	195
<i>Шевченко Є.А., студент; Щербаченко А.М., студент; Кушніров П.В., к.т.н., доц., СумДУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ НАСТРОЮВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ВСТАВОК ТОРЦЕВИХ ФРЕЗ У СПЕЦІАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ .....	197
<i>Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент</i> УДАРНІ МЕХАНІЗМИ У ТЕХНІЦІ .....	198
<i>Кушніров П.В., к.т.н., доц.; Євтухов А.В., к.т.н., доц.; Макаренко Д.Ю., студент, Бойко О.О., студент, СумДУ</i> ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ .....	199
<i>Горовий С.О., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ЦИЛІНДРИЧНА ТА ДИСКОВА КОНФІГУРАЦІЇ РОБОЧОГО КОЛЕСА ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА ТА ЙОГО ПРОСКОПІЧНИЙ МОМЕНТ .....	200
<i>Басов Б.С., аспірант; Кушніров П.В., к.т.н., доц.; Мошна А.С., студентка, СумДУ</i> ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ САМОУСТАНОВЛЮВАНИХ І ПІДВІДНИХ ДОПОМІЖНИХ ОПОР .....	203
<i>Prokopenko O.Yu, Prokopenko Yu.O., Bilous A.V., Asoc. Prof, PhD, SNAU</i> OPTIMIZATION OF THE WEAR-RESISTANT COATINGS PROCESS FORMATION BY THE ESA METHOD AT THE REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY .....	204
<i>Vokovnyua I.M., Vasylychenko M.V., Vasilenko O.O., Asoc. Prof, PhD, SNAU</i> IMPROVING THE EFFICIENCY OF AGRICULTURAL MACHINERY REPAIRS USING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ALUMINIZING COATINGS TECHNOLOGIES .....	205

<i>Думанчук М.Ю., к.т.н., доц., Арістархов С.А., Круподер Є.В., студ., СНАУ</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ З'ЄДНАНЬ ТИПУ «ВАЛ-ВТУЛКА» СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН .....	206
<i>Kovalenko D.S., Shevchenko O.I., Vasilenko O.O., Asoc. Prof, PhD, SNAU</i> IMPROVING OF THE MACHINE PARTS WORKING SURFACES STRENGTHENING PROCESS USING ENERGY- SAVING CARBONIZATION TECHNOLOGIES AT THE STAGE OF MACHINE REPAIR.....	207
<i>Думанчук М.Ю., к.т.н., доц., Арістархов С.А., Круподер Є.В., студ., СНАУ</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ ПОВЕРХОНЬ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ .....	208
<i>Kondratenko D.S., Konoplianchenko Ie.V., Asoc. Prof, PhD, Vasilenko O.O., Asoc. Prof, PhD, SNAU</i> IMPROVING THE REPAIR PROCESS BY INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF PRESS JOINTS WITH ENERGY EFFICIENT METHODS.....	209
<i>Zakharchenko O.O., Volina T.M., Asoc. Prof, PhD, Sumy National Agrarian University</i> IMPROVING OF THE TRACTOR REPAIR EFFICIENCY BY INTRODUCING RESOURCE- SAVING TECHNOLOGIES FOR FUEL EQUIPMENT PARTS WORKING SURFACES RESTORING .....	210
<i>Kalivod V.G., Vasylychenko M.V., Herasimenko V.O., Asoc. Prof, PhD, SNAU</i> IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY AT THE FORMATION OF WEAR- RESISTANT COATINGS ON TRIBO SURFACES PARTS DURING AGRICULTURAL MACHINERY REPAIR .....	211
<i>Lyashenko K.I., Herasimenko V.O., Asoc. Prof, PhD, SNAU</i> IMPROVING THE EFFICIENCY OF EQUIPMENT REPAIR BY TECHNOLOGICAL SUPPORT OF THE STABILITY OF THE CUTTING TOOL BY THE ESA METHOD .....	212
<i>Shnyko S.V., Kharchenko V.V., Shulga E.V., Parkhomenko M.V., Konoplianchenko Ie.V., Asoc. Prof, PhD, SNAU</i> THE PROCESS RATIONAL PARAMETERS RESEARCH OF THE PARTS TRIBOSURFACES HEAT RESISTANCE INCREASE AT STAGE OF EQUIPMENT REPAIR .....	213
<i>JU Yao, Xinxiang Vocational and Technical College, Xinxiang, China, Ievgen KONOPLIANCHENKO, ZHANG Zhengchuan, Sumy National Agrarian University, Ukraine</i> ALCONIFECRSI HIGH-ENTROPY ALLOY COATING ON THE SURFACE OF H13 STEEL BY LASER CLADDING.....	214
<i>Du Xin, Henan Institute of Science and Technology, China, Ievgen Konoplianchenko<sup>1</sup>, Viacheslav Tarelnyk, Sumy National Agrarian University, Ukraine</i> DEVELOPMENT DIRECTIONS AND PERSPECTIVES OF EDS TECHNOLOGIES .....	215
<i>Konoplianchenko Ie.V., Yaremenko V.P., Sumy National Agrarian University, Ukraine, Song Zhaoyang, Henan Institute of Science and Technology, China</i> RATIONAL MECHATRONICS ASSEMBLY TECHNICAL SYSTEMS KINEMATICS SYNTHESIS .....	218
<i>Думанчук М.Ю., к.т.н., доц., Лях В.С., студ., Головченко М.Л., студ., Ігнатченко О.М., студ., СНАУ</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ПАР ТЕРТЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ВІД ЗНОШУВАННЯ .....	219
<i>Думанчук М.Ю., к.т.н., доц., Лях В.С., студ., Головченко М.Л., студ., Ігнатченко О.М., студ., СНАУ</i> РОЗРОБКА МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН В АПК .....	220

<i>Pidlisnyi V.V., Rubanyk E.V., master's students, Sumy National Agrarian University, Ukraine</i> INCREASE THE EFFICIENCY OF TRACTOR ENGINES BY CRANKSHAFT STRENGTHENING TECHNOLOGY IMPROVING .....	221
<i>Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ</i> ПРОКЛАДКА ПРОВОДІВ ВТОРИННИХ ЛАНЦЮГІВ .....	222
<i>Kozynsky A.G., master's student, Konoplyanchenko E.V., Ph.D., Assoc. Prof., SNAU, Ukraine</i> ANALYSIS OF THE TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS INFLUENCE OF THE TRANSMISSIONS PARTS FRICTION SURFACES WITH SPECIFIED PROPERTIES ELECTROSPARK COATINGS.....	223
<i>Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ</i> МОНТАЖ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТА ВТОРИННИХ ЛАНЦЮГІВ ...	224
<i>Rubanyk E.V., Pidlisnyi V.V., master's students, Sumy National Agrarian University, Ukraine</i> RESEARCH OF TECHNOLOGY OF INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF DISC HARVES DUE TO STRENGTHENING EFFECTS BY CONCENTRATED ENERGY SOURCES.....	226
<i>Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ</i> ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ ТРАНСФОРМАТОРІВ.....	227
<i>Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ</i> ЯК НАГРІВ ВПЛИВАЄ НА ВЛАСТИВОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ .....	228
<i>Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ</i> СУЧАСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ .....	230
<i>Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ</i> БЕЗПОСЕРЕДНЄ З'ЄДНАННЯ МУФТАМИ .....	231
<i>Рясна О.В. ст. викладач, Неплій С., студентка, Крисько В., студент, СНАУ</i> ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІТРОУСТАНОВКОЮ – МАЙБУТНЄ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ .....	232
<i>Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ</i> ВИДИ ОСВІТЛЕННЯ.....	234
<i>Пирогов В. О., аспірант, СНАУ</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИДІЇ ФРЕТИНГ-КОРОЗІЇ ДЕТАЛЕЙ ПАР ТЕРТЯ.....	236
<i>Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ</i> АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ .....	237
<i>Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ</i> ПОНЯТТЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВІДМОВ.....	238
<i>Тарельник Н.В., к.е.н., доцент, СНАУ</i> ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЯКЕ ПІДЛЯГАЄ РАДІАЦІЙНОМУ ОПРОМІНЮВАННЮ .....	239
<i>Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ</i> МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНИЙ ГЕНЕРАТОР.....	240
<i>Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ</i> ПЕРЕВАГИ СИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ.....	241
<i>Коноплянченко В.Є., к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет</i> НОВИЙ СПОСІБ ЦЕМЕНТАЦІЇ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ.....	243
<i>Рясна О.В. ст. викладач, СНАУ</i> АВТОМАТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ВКЛЮЧЕННЯ РЕЗЕРВУ.....	244
<i>Шевель Є.О., ст. викладач, СНАУ</i> РОЗВИТОК ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ (ПЛ).....	245



**Наукове видання**

**Збірник тез за матеріалами  
27-ої міжнародної  
науково-практичної конференції  
(24-26 листопада 2021 р.)**

Суми, Сумський НАУ, РВВ, вул. Г. Кондратьєва, 160

---

Підписано до друку 28.11.2021 р. Формат А5.  
Гарнітура Times New Roman. Умовних друкованих аркушів \_\_.  
Тираж 100 примірників. замовлення №342



ООО «ТРИЗ» (Товарищество реализации инженерных задач) объединяет квалифицированных специалистов в области центробежных машин, их систем и узлов. Начало производственной деятельности предприятия – 1990 год.

Имеет сертификат на проведение работ в химической, нефтехимической и газовой промышленности по проектированию, ремонту, модернизации и эксплуатации, авторскому надзору за изготовлением, испытанием, пусконаладке и вибродиагностическим обследованиям насосного, компрессорного, турбинного, турбогенераторного, газового оборудования, их отдельных узлов и систем управления.

Основной вид деятельности - модернизация компрессорного и насосного оборудования по собственной технологии. В настоящее время успешно эксплуатируются более 130 наименований центробежного оборудования, прошедшего модернизацию по технологии «ТРИЗ». Результаты эксплуатации подтверждают высокую экономическую эффективность и надежность модернизированных агрегатов.

Совместно с крупными химическими и нефтехимическими предприятиями Украины и России накоплен огромный практический опыт по диагностике, повышению эффективности и надежности центробежного оборудования, который представлен в целом ряде публикаций, а также в докладах на отраслевых, межотраслевых и международных семинарах и конференциях. Конструкторские разработки защищены патентами.

«ТРИЗ» является учредителем и организатором семинара «Безопасность эксплуатации компрессорного и насосного оборудования», основная цель которого - возобновить традицию ежегодных собраний главных механиков предприятий химической и нефтехимической промышленности.

Нашими постоянными заказчиками являются:

- Одесский припортовый завод;
- концерн «Стирол» г.Горловка;
- ОАО «ДнепроАЗОТ» г.Днепродзержинск;
- НАК «АЗОТ» г.Новомосковск; и другие.

В своей работе «ТРИЗ» применяет современное диагностическое оборудование, располагает мощной компьютерной сетью и пакетами оригинального программного обеспечения для проведения всех видов прочностных, динамических, тепловых, газодинамических и других видов расчетов. Конструкторская документация выполняется с использованием современных графических систем.

Предприятие динамично развивается, постоянно наращивает объемы производства и расширяя собственную производственную базу.