

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ



ЗБІРНИК ТЕЗ

VII Всеукраїнської науково-практичної конференції
**«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та
технічного сервісу сільськогосподарських машин і
знарядь»**

31 березня 2021 року

м. Житомир

Організаційний комітет конференції

Тимошенко Микола Михайлович – голова оргкомітету, доктор економічних наук, доцент, директор Житомирського агротехнічного коледжу.

Члени оргкомітету

1. **Алфьоров Олексій Ігорович** – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри експлуатації, надійності, міцності та будівництва імені В. Я. Аніловича Харківського НТУСГ ім. Петра Василенка.
2. **Аулін Віктор Васильович** – доктор технічних наук, професор кафедри експлуатації та ремонту машин Центральноукраїнського НТУ.
3. **Бекбосинов Серик** – кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри аграрної техніки та технології Казахського НАУ м. Алмати, Республіка Казахстан.
4. **Борак Костянтин Вікторович** – кандидат технічних наук, заступник директора з навчальної роботи Житомирського агротехнічного коледжу.
5. **Братішко В'ячеслав В'ячеславович** – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, декан механіко-технологічного факультету НУБіП України.
6. **Войтов Віктор Анатолійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій і логістики Харківського НТУСГ ім. Петра Василенка.
7. **Герук Станіслав Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, чл.-кор. ІАН України, завідувач кафедри агроінженерії, Житомирського агротехнічного коледжу.
8. **Голуб Геннадій Анатолійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри тракторів, автомобілів та біоенергосистем НУБіП України.
9. **Дворук Володимир Іванович** – доктор технічних наук, професор кафедри теоретичної та прикладної фізики НАУ м.Київ.
10. **Засць Максим Леонідович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри процеси, машини та обладнання в агроінженерії Поліського національного університету.
11. **Кравцов Андрій Григорович** – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету технологічних систем і логістики Харківського НТУСГ ім. Петра Василенка.
12. **Крук Ігор Степанович** – кандидат технічних наук, доцент, проректор з наукової роботи БДАТУ м. Мінськ, Республіка Білорусь.
13. **Куликівський Володимир Леонідович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем Поліського національного університету.
14. **Лімонт Анатолій Станіславович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії Житомирського агротехнічного коледжу.
15. **Ловейкін В'ячеслав Сергійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України.
16. **Ловкіс Віктор Болеславович** – кандидат технічних наук, доцент, декан агро механічного факультету БДАТУ м. Мінськ, Республіка Білорусь.
17. **Ляшук Олег Леонтійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя.
18. **Мазяров Володимир Порфірович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортно-технологічних машин і комплексів ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА м. Чебоксари, Російська Федерація.
19. **Мельничук Сергій Володимирович** – кандидат технічних наук, чл.-кор. ТАН України, доцент кафедри автомобільний транспорт Житомирського агротехнічного коледжу.
20. **Міненко Сергій Вікторович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем Поліського національного університету.
21. **Науменко Олександр Артемович** – кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри технічних систем та технологій тваринництва ім. Б.П. Шабельника НТУСГ ім. Петра Василенка.
22. **Новицький Андрій Валентинович** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України.
23. **Пушкаренко Микола Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент, декан інженерного факультету ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА м. Чебоксари, Російська Федерація.

- 24. Ружи́ло Зинові́й Володи́мирович** – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України.
- 25. Роговський Іван Леонідович** – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, директор НДІ техніки і технологій НУБіП України.
- 26. Ромасевич Юрій Олександрович** – доктор технічних наук, професор кафедри конструювання і обладнання НУБіП України.
- 27. Руденко Віталій Григорович** – завідувач відділенням агроінженерія Житомирського агротехнічного коледжу.
- 28. Рудзінський Володимир Васильович** – доктор технічних наук, професор, академік ТАН України, завідувач кафедри автомобільний транспорт Житомирського агротехнічного коледжу.
- 29. Савченко Василь Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем Поліського національного університету.
- 30. Танась Войцех** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри рільничого машинознавства Природничого університету, м Люблін, Республіка Польща.
- 31. Федірко Павло Петрович** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри ремонту машин і енергообладнання Подільського ДАТУ.
- 32. Федій Всеволод Савелійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Житомирського агротехнічного коледжу.
- 33. Ярош Ярослав Дмитрович** – доктор технічних наук, доцент, декан факультету інженерії та енергетики Житомирського НАЕУ.

**СПИСОК СКОРОЧЕНИХ НАЗВ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ, ОРГАНІЗАЦІЙ ТА УСТАНОВ,
ЩО БЕРУТЬ УЧАСТЬ У КОНФЕРЕНЦІЇ**

ЖАТК	Житомирський агротехнічний коледж
ПНУ	Поліський національний університет
ННЦ «ІМЕСГ» НААН	Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Національної академії аграрних наук України
ХНТУСГ ім. Петра Василенка	Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
ПДАТУ	Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський
НУБіП	Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ
ЦНТУ	Центральноукраїнський національний технічний університет
НАУ	Національний авіаційний університет, м. Київ
ЛНАУ	Львівський національний аграрний університет
ВНАУ	Вінницький національний аграрний університет
СНАУ	Сумський національний аграрний університет
БГАТУ	Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь
БГТУ	Белорусский государственный технологический университет
НПЦ НАН Беларуси	Республиканское унитарное предприятие «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» г. Минск, Республика Беларусь
БГСА	Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Минск, Республика Беларусь
КНУБ	Київський національний університет будівництва і архітектури
БНТУ	Белорусский национальный технический университет
ХНАУ ім.В.В.Докучаєва	Харківський національний аграрний університет ім.В.В.Докучаєва
НУ «Львівська політехніка»	Національний університет «Львівська політехніка»
ВПУ	Варшавський Політехнічний Університет

ТЕМАТИЧНІ НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

- *Стан та перспективи розвитку машин для рослинництва*
- *Стан та перспективи розвитку машин для тваринництва*
- *Технічний сервіс та надійність машин*
- *Енергетика, енергетичні засоби електротехнології та автоматизації*
- *Закономірності процесів тертя та зношування деталей сільськогосподарської техніки*
- *Транспортний процес в АПК*

ЕФЕКТИВНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ У АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Сільське господарство - великий споживач теплової енергії: в загальному енергоспоживанні основна частка припадає на теплові процеси. Рациональне теплопостачання сільського господарства є важливою економічною та соціальною задачею. Це пов'язано з особливостями сільськогосподарських підприємств як об'єктів теплопостачання.

Перша особливість полягає в тому, що для сільського господарства характерні низька щільність теплових навантажень і велика розосередженість споживачів. Тому в основному поширені децентралізовані системи теплопостачання від паливних котелень. Однак ці системи мають такі недоліки: великі транспортні витрати на доставку палива; втрати палива при транспортуванні та зберіганні; значні витрати ручної праці на обслуговування малопотужних паливних установок (важко піддаються автоматизації); низький коефіцієнт корисної дії.

Друга особливість сільськогосподарських споживачів теплоти - велика нерівномірність навантаження та малий коефіцієнт використання максимуму (для молочних ферм - 0,25...0,35, для свинарських - 0,55..0,75). Нерівномірність теплового навантаження призводить до перевитрат палива в періоди провалів навантаження.

Третя особливість сільськогосподарських споживачів полягає в тому, що для нормальної життєдіяльності тварин, птахів і рослин потрібна оптимальна температура навколишнього повітря. Відхилення температури від оптимальної негативно позначається на протіканні всіх процесів. Особливо шкідливі різкі коливання температури протягом доби.

Перераховані особливості сільськогосподарських підприємств і обумовлені ними труднощі теплопостачання змушують вишукувати інші джерела теплової енергії. Найбільш перспективна для цих цілей електрична енергія. Її використання дозволяє: автоматизувати технологічні процеси, за рахунок чого скоротити втрати теплоти на 20...25%; збільшити прирости та знизити витрати кормів (завдяки більш точній підтримці температурного режиму); підвищити технічний рівень виробництва, продуктивність і культуру праці; зменшити забруднення навколишнього середовища; вивільнити велику кількість технічного персоналу, що обслуговує котельні та теплові мережі; збільшити надійність системи теплопостачання.

До недавнього часу вважалося, що електронагрівачів обумовлює перевитрати енергетичних ресурсів через втрати при двократному перетворенні енергії палива. В результаті всебічних досліджень встановлено, що при електронагріванні первинні енергетичні ресурси, навпаки, часто економляться. Так, тільки в 1982 р. завдяки електронагріву в сільському господарстві було зекономлено близько 1,2 млн. т умовного палива. Широке застосування електроенергії для електрифікації теплових процесів стримується потужністю електричних станцій і пропускною спроможністю сільських електричних мереж, які недостатні для виробництва та передачі додаткової енергії, що необхідна електротермічним установкам, а також обмеженою номенклатурою та обсягом виробленого електротермічного обладнання. Слід зазначити, що масштаби використання електричної енергії для теплопостачання змінюються в часі. Для кожного етапу розвитку електротехнічної промисловості, енерго- та електропостачання існує найбільш ефективний (оптимальний) рівень електрифікації теплових процесів у сільському господарстві. Даний рівень для конкретного етапу (відрізку часу) визначають на підставі розрахунку приведених витрат.

Електричну енергію в господарствах застосовують для: нагрівання повітря (в системах припливної вентиляції сільськогосподарських приміщень, в системах рециркуляції овочесховищ, при сушінні сільськогосподарської продукції); нагріві води та генерації пари (для кормоприготування, напування тварин, санітарно-гігієнічної обробки тварин і обладнання, поливу рослин), місцевого обігріву (при вирощуванні молодняку).

Для цих цілей використовують електротермічне обладнання сільськогосподарського призначення, що випускається нашою промисловістю: комбіновані інфрачервоні та ультрафіолетові опромінювані установки, інфрачервоні опромінювані, брудери, електроводонагрівачі-термоси, проточні електродні та елементні водонагрівачі, електродні парові котли, електрообігрівальні панелі, килимки, електрокалориферні установки та спеціальний нагрівальний провід. Кількість і

потужність електротермічних установок в сільськогосподарському виробництві безперервно збільшуються. Великим потенційним споживачем електронагріву повинні стати рослинництво та плідівництво.

Останнім часом спостерігається не тільки кількісне зростання електрообладнання в сільськогосподарському виробництві, а й глибокі якісні зміни. Крім електропривода, все більше електричної енергії перетворюється в теплову, променисту, енергію електричного й магнітного полів, які використовуються для здійснення технологічних процесів.

Аналіз структури енергетичного балансу сільського господарства засвідчує, що на теплові процеси припадає більше 60% всієї спожитої енергії. Під час вибору раціональних способів забезпечення сільськогосподарських підприємств тепловою енергією необхідно враховувати специфічні особливості сільського господарства, зокрема, велику територіальну розпорошеність споживачів, невелику щільність теплового навантаження, сезонний фактор споживання теплоти та інші фактори.

Використання електроенергії для теплових процесів поряд з технічними перевагами, порівняно з традиційними паливними джерелами нагрівання, дає значний економічний ефект. Електронагрівні установки характеризуються простотою обслуговування, високим рівнем автоматизації, вони краще задовольняють зоотехнічні вимоги і легко узгоджуються з відповідними сільськогосподарськими машинами.

Крім того, використання у сільському господарстві електронагрівних установок дає значний технологічний ефект, який проявляється у кращому збереженні молодняку, підвищенні продуктивності тварин та економії кормів за рахунок підтримання оптимального температурного режиму в приміщеннях.

Широке застосування в сільськогосподарському виробництві знайшли електричні огорожі, установки для магнітної очистки кормів і насіння, магнітної обробки води, іонізатори повітря в тваринницьких і птахівницьких приміщеннях та інкубаторах; отримують все більше поширення вискоєфективні електричні сепаратори зерна, електричні способи передпосівної обробки зерна, знищення бур'янів і шкідників, пристрої обробки сільськогосподарських матеріалів і продуктів електричним струмом, електрофізичні методи обробки металів під час ремонтних робіт.

Отже, надійна та економічна робота електротехнологічних установок значно залежить від якості їх монтажу та рівня технічної експлуатації і ремонту.

А також, значно зростають вимоги до підготовки молодших спеціалістів електриків. Вони повинні досконало знати електротехнологічні установки, вміти їх грамотно та економічно експлуатувати.

Список використаних джерел

1. Изаков Ф.Я. Практикум по применению электрической энергии в сельском хозяйстве / Ф.Я. Изаков, В.А.Козинский и др.—М.:Колос,1972. — 304 с.
2. Слухоцкий А.Е.Индукторы для индукционного нагрева[текст] /А.Е. Слухоцкий, С.Е. Рыскин. — Л. : Энергия, 1974. — 382 с.
3. Корягин Ю.Д.Индукционная закалка сталей: учебное пособие/ Ю.Д. Корягин. В.И. Филатов. - Челябинск: Пзд-во ЮУрГУ, 2006. - 52 с.

2. В.С. Ловейкін, д.т.н., професор, Ю.О. Ромасевич, д.т.н., професор, О.В. Стехно, Національний університет біоресурсів і природокористування України

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ЗМЕНШЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЦИКЛУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ РУХУ МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ ВАНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА

Економічну ефективність від скорочення тривалості циклу перехідних процесів руху механізму зміни вильоту вантажу визначено шляхом порівняння пропонованої (оптимальної) та існуючої (базової) систем керування баштовими кранами (КБ-674, 200 ЕС-Н 10, МТД 128 та 5 LC 5010 5t) [1-4].

Під час роботи базової системи керування використовується спосіб усунення коливань вантажу, при якому величина тривалості розгону і гальмування вантажного візка із вантажем на гнучкому підвісі дорівнює тривалості періоду вільних коливань вантажу [5].

Тривалість періоду рівних коливань вантажу закріпленого на гнучкому підвісі визначається за наступною залежністю:

$$t_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{L}{g}} \quad (1)$$

де m_1 – зведена маса вантажного візка; m_2 – зведена маса вантажу; g – прискорення вільного падіння; L – довжина гнучкого підвісу вантажу.

Для параметрів механізму зміни вильоту вантажу баштових кранів КБ-674, 200 ЕС-Н 10, МТД 128 та 5 LC 5010 5t, значення величини t_1 для режиму пуску базової та пропонованої (оптимальної) систем керування занесено до таблиці 1.

Таблиця 1. **Тривалості розгонів візка для базової та оптимальної системи керування його рухом**

Марка баштового крана	КБ-674	200 ЕС-Н 10	МТД 128	5 LC 5010 5t
Базова система	3,38	6,25	3,16	3,14
Пропонована система	1,86	5,08	2,82	2,16

Під час визначення економічної ефективності припускаємо, що значення t_1 (табл. 1) для режиму пуску таке ж як і для режиму гальмування $t_1 = t_{\text{гальм.}}$

При застосуванні пропонованої (оптимальної) системи керування механізмом зміни вильоту вантажу, тривалість розгону та гальмування вантажного візка для досліджуваних баштових кранів у середньому зменшується на 4,01 секунди у порівнянні з базовою системою керування.

Продуктивність роботи механізму зміни вильоту вантажу досліджуваних баштових кранів за годинну роботу визначається за наступною формулою [6]:

$$P_{\text{Година}} = m_2 \cdot n_{\text{Цикл}}, \quad (2)$$

де $n_{\text{Цикл}}$ – число циклів за одну годину роботи механізму зміни вильоту вантажу $n_{\text{Цикл}} = 3600/T_{\text{Цикл}}$; $T_{\text{Цикл}}$ – тривалість одного робочого циклу, яка визначається за наступною залежністю [6]:

$$T_{\text{Цикл}} = \sum t_{\text{П.}} + \sum t_{\text{Д.}}, \quad (3)$$

де $\sum t_{\text{П.}}$ – сумарний час, який витрачається на операцію переміщення вантажу краном. Він визначається за наступною залежністю [6]:

$$\sum t_{\text{П.}} = \frac{2 \cdot s}{v_T} + t_1 + t_{\text{гальм.}}, \quad (4)$$

де s – відстань, на яку переміщується візок протягом усталеного режиму руху; v_T – усталена швидкість переміщення вантажного візка.

Сумарний час відведений на виконання допоміжних операцій можливо визначити за наступною формулою [6]:

$$\sum t_{\text{Д.}} = t_{\text{Ст.}} + t_1 + t_{\text{гальм.}} + t_{\text{В.}}, \quad (5)$$

де $t_{\text{Ст.}}$ – тривалість стропування вантажу; $t_{\text{В.}}$ – тривалість знімання закріпленого вантажу.

Для зручності визначення економічної ефективності, значення величин досліджуваних показників (3), (4) та (5) базової та оптимальної систем керування вантажним візком баштового крана зведено у таблиці 2.

Таблиця 2. **Значення досліджуваних показників**

Досліджувані показники	Марка баштового крана			
	КБ-674	200 ЕС-Н 10	МТД 128	5 LC 5010 5t
Базова система керування рухом вантажного візка				
$\sum t_{\text{П.}}, \text{с}$	130,76	82,5	84,7	121,2
$\sum t_{\text{Д.}}, \text{с}$	96,76	102,5	96,3	96,2
$T_{\text{Цикл.}}, \text{с}$	227,52	185,0	181,1	217,5
Оптимальна система керування рухом вантажного візка				
$\sum t_{\text{П.}}, \text{с}$	127,72	80,1	84,1	119,3
$\sum t_{\text{Д.}}, \text{с}$	93,72	100,1	95,6	94,3
$T_{\text{Цикл.}}, \text{с}$	221,44	180,3	179,7	213,6

Величина значення годинної продуктивності механізму зміни вильоту вантажу баштових кранів (2) при використанні базової та оптимальної систем керування занесена до таблиці 3.

Таблиця 3. **Годинна продуктивність механізму зміни вильоту вантажу при використанні різних систем керування**

Досліджувані показники	Марка баштового крана			
	КБ-674	200 ЕС-Н 10	MTD 128	5 LC 5010 5t
Базова система керування рухом вантажного візка				
$P_{\text{Година}}$, т/год.	158,2	46,7	31,8	14,8
Оптимальна система керування рухом вантажного візка				
$P_{\text{Година}}$, т/год.	162,5	47,9	32,0	15,1

Під час дослідження годинної продуктивності механізму зміни вильоту вантажу прийнято, що закріплений на гнучкому підвісі вантаж знаходиться на максимальному вильоті. У зв'язку з цим у залежності (2) величина m_2 приймалася максимальною для максимального вильоту вантажу.

Річна експлуатаційна продуктивність при роботі механізму зміни вильоту вантажу визначається за формулою:

$$P_{\text{Річна}} = P_{\text{Година}} \cdot N_{\text{Роб.год}}, \quad (6)$$

де $N_{\text{Роб.год}}$ – річна кількість робочих годин. За восьмигодинної тривалості робочої зміни річна кількість робочих годин визначається за наступною залежністю:

$$N_{\text{Роб.год}} = 8 \cdot Dp \cdot n_{\text{зм}} \cdot K_{\text{ТО}}, \quad (7)$$

де $Dp = 312$ – загальна кількість робочих діб протягом року; $n_{\text{зм}} = 2$ – кількість змін за добу; $K_{\text{ТО}} = 0,9$ – коефіцієнт, який дозволяє враховувати за час зміни робочого часу для проведення технічного обслуговування.

Отже, значення річної експлуатаційної продуктивності (6) при базовій та оптимальній системах керування вантажним візком для параметрів досліджуваних баштових кранів розраховано та наведено у таблиці 4.

Таблиця 4. **Значення річної експлуатаційної продуктивності базової й оптимальної систем керування та кількості робочих годин за рік**

Досліджувані показники	Марка баштового крана			
	КБ-674	200 ЕС-Н 10	MTD 128	5 LC 5010 5t
$N_{Роб.год}$, год	4492,8			
Базова система керування рухом вантажного візка				
$P_{Річна}$, т/год.	710760,9	209813,7	142871,0	66493,4
Оптимальна система керування рухом вантажного візка				
$P_{Річна}$, т/год.	730008,0	215205,1	143769,6	67841,2

Для дослідження річного економічного ефекту від пропонованого оптимального режиму руху необхідно визначити вартість оренди досліджуваних баштових кранів її величина занесена до таблиці 5 [7].

Таблиця 5. **Погодинна вартість оренди досліджуваних баштових кранів**

Марка баштового крана	КБ-674	200 ЕС-Н 10	MTD 128	5 LC 5010 5t
Грн/год з ПДВ	600	600	560	560

Річна економічна ефективність від зменшення тривалості циклу перехідних процесів руху визначається за наступною залежністю:

$$\Delta E_{\text{Річна}} = \frac{\Delta P_{\text{Річна}}}{P_{\text{Година}} \cdot N_{\text{Год}}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (8)$$

де $\Delta P_{\text{Річна}}$ – річна різниця експлуатаційних продуктивностей відповідно при використанні базової та оптимальної систем керування (табл. 4); $N_{\text{Год}} = 16$ – кількість робочих годин за добу; $K_{\text{д}}$ – вартість оренди крана за добу. Для зручності аналізу значення величини річної ефективності досліджуваних баштових кранів занесено до таблиці 5.

Таблиця 6. **Річний економічний ефект від скорочення тривалості циклу перехідних процесів руху вантажного візка досліджуваних баштових кранів**

Марка баштового крана	КБ-674	200 ЕС-Н 10	MTD 128	5 LC 5010 5t
Грн/рік	109497,0	103903,0	23588,3	76496,8

Річна економічна ефективність від скорочення тривалості циклу перехідних процесів руху вантажного візка із вантажем закріпленим на гнучкому підвісі для досліджуваних баштових кранів знаходиться у межах від 23588,3 до 109497,0 гривень на рік.

Список використаних джерел

1. Башенный кран КБ-674 / URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%91-674> [дата звернення 20.06.2018].
2. Башенный кран Liebherr 200 EC-H 10 / URL: <http://ru.8sbzfqbnedk.ru-p1ai/liebherr/39-liebherr-200-ec-h10> [дата звернення 20.06.2018].
3. Башенный кран Potain MTD 128 / URL: <https://www.manitowoccranes.com/ru-RU/cranes/potain/top-slewing/mdt-city/MDT-128> [дата звернення 20.06.2018].
4. Башенный кран LINDEN COMANSA серии LC 500 / URL <http://ru.8sbzfqbnedk.ru.p1ai/linden-comansa/16-lc-500> [дата звернення 20.06.2018].
5. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Шумілов Г.В. Оптимізація режиму зміни вильоту і підйому вантажу баштового крана. Монографія. Київ. НУБІП України. Вид-во ЦП „КОМПРІНТ”. 2013. 174 с. [с. 128].
6. Ловейкін В.С., Паламарчук Д.А. Оптимізація режимів руху шарнірно-зчленованої стрілової системи крана. . Монографія. Київ. . НУБІП України., КНУБА. Вид-во ЦП „КОМПРІНТ”. 2015. 224 с. [с. 222-223].
7. Аренда башенных кранов и обслуживание / URL: <https://kbcservice.com.ua/uslugi/arendakranov?> [дата звернення 20.02.2021].

3. Ю.А. Полєвода, Вінницький національний аграрний університет

РОЗРОБКА ОЗОНОПОВІТРЯНОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

Сушіння зернової сировини за допомогою озоноповітряної суміші має ряд особливостей. У перший період сушіння частина озону вступає в окислювальні реакції на поверхні зерна з органічними і неорганічними речовинами, утворюючи при цьому вибухові леткі речовини й очищаючи поверхню матеріалу. В результаті цього опір потоку вологи зменшується. З іншого боку, частина поверхневої вологи витрачається на реакцію з утвореними озонідами [1].

При проходженні через зернову масу озон розкладається на O_2 і O , виділяючи теплоту, яка становить 142 кДж/моль. Атомарний кисень зв'язує вологу навколо себе у вигляді крапель, які виносяться потоком повітря. Після видалення поверхневої вологи озон може впливати на проникність клітинних мембран, наявність атомарного кисню сприяє руху вологи з клітин назовні. Наступний етап сушіння – відведення сорбційно зв'язаної вологи. На цьому етапі велику роль відіграють теплота, що виділяється при розпаді озону, наявність атомарного кисню та іонів різної полярності. Електричні сили можуть сприяти ослабленню дипольних зв'язків молекул води із стінками поверхні. Все це істотно впливає на швидкість сушіння зерна [2].

При направленні озону на поверхню рослинного матеріалу виникають процеси, які швидко поширюються у внутрішніх тканинах. По суті, це зводиться до передачі енергії, яка вивільняється на молекулярних мішенях верхнього шару зернівки або харчового продукту, у внутрішні тканини і, звичайно, змінюється сумарний енергетичний потенціал. Причому частину надлишкової енергії беруть на себе фізико-хімічні перетворення, внаслідок яких змінюється структура клітинних мембран, окислювально-відновлювальний потенціал, іонна проникність та інші властивості клітини. Частина енергії перетворюється в тепло, що прискорює розвиток наступних процесів.

Озоноповітряна суміш, яка використовується як сушильний агент, впливає на поверхневу мікрофлору не тільки завдяки зниженню вологості, але і завдяки знезаражувачій дії озону, яка обумовлена його концентрацією і температурним режимом сушіння. Використовуючи озонований сушильний агент з концентрацією озону 8-10 мг/м³, можна досягти збереження і навіть покращення якісних показників матеріалу, що обробляється. При цьому кількісний показник фітопатогенної мікрофлори зменшується порівняно з тепловою обробкою у 2,2 раза. Також зменшується кількість пліснявих грибків і бактерій залежно від концентрації озону та початкової зараженості. Плісняві гриби при концентрації 10 мг/м³ зникають на початку сушіння продуктів.

Слід зазначити, що при озоноповітряному сушінні продуктів некротичні зміни у рослинному матеріалі практично відсутні. Після закінчення сушіння вже через 3-18 годин відновлюються

клітинні мембрани і пошкоджений покривний шар. Продукція, яка оброблена при концентраціях до 40 мг/м^3 , не втрачає свою біологічну цінність. Вживання цієї продукції людиною не викликає в її організмі гістологічних і морфологічних змін.

Віброозонуюча сушарка з перемішувачами і маятниковими механізмами вільного ходу (рис. 1) працює таким чином: від віброзбуджувача 3, що обертається з кутовою швидкістю ω , передаються кругові коливання в вертикальній площині U-подібній камері 1, в торцевих стінках якої встановлені підпружинені маятники 24. Гармонійні коливання, що генеруються приводом, кінематично збуджують крутильні коливання маятників 24. Власні частоти коливань маятників із вантажами необхідно вибрати приблизно рівними частоті коливань камери, але вони не повинні дорівнювати одна одній для створення їх протифазних коливань. Через пружини, які з'єднують маятники, крутильні коливання передаються від маятників 24 до маятників 23. Останні через зовнішні обойми механізмів вільного ходу з'єднані з втулкою 21, яка, у свою чергу, з'єднана з корпусами 6, 7 підшипників 8, 9, що нерухомо з'єднані з лопатями-перемішувачами. Крутильні коливання маятників 23 перетворюються в обертний рух лопатей-перемішувачів 10-13. Завдяки пружним вставкам 29 між втулкою та камерою коливання камери на пустотілий циліндр не передаються, тому на механізми вільного ходу не впливають коливання і заклинювання роликів відбувається своєчасно. Варіюючи величинами мас вантажів m_1 і m_2 та жорсткостями пружин c_1 і c_2 у широких межах здійснюється регулювання величин крутного моменту і кутової швидкості обертання лопатей-перемішувачів. Крім того, через з'єднувальну пружину із жорсткістю c_2 не передається вібрація, а тільки пружні деформації[3].

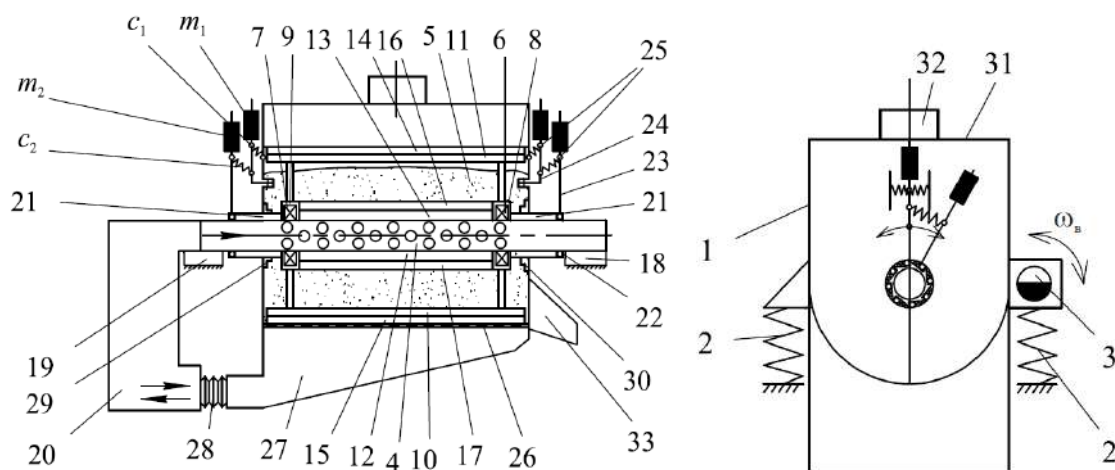


Рис. 1. Віброозонуюча сушарка з перемішувачами і маятниковими механізмами вільного ходу: 1 – камера U-подібної форми; 2 – пружини; 3 – віброзбуджувач; 4 – газорозподільна решітка; 5 – зернова сировина; 6, 7 – корпуси підшипників; 8, 9 – підшипники; 10-13 – лопаті-перемішувачі; 14-17 – еластичні скребки; 18, 19 – опори; 20 – система подачі-відбору сушильного агента; 21 – втулка; 22 – маятникові механізми; 23, 24 – маятники; 25 – пружини; 26 – перфороване днище; 27 – дифузор; 28 – еластичне з'єднання; 29, 30 – пружні вставки; 32 – завантажувальний отвір; 33 – розвантажувальний лоток

Представлена схема сушарки надасть можливість забезпечити узгоджений вплив інтенсифікуючих і рушійних факторів не тільки на вільну, а й на зв'язану вологу, що знаходиться у зерні. Це призведе до зменшення енерговитрат, часу обробки та зараженості зернової сировини грибками і бактеріями за рахунок використання озонізованої суміші як сушильного агента, забезпечить рівномірну обробку зерна за рахунок постійного оновлення його поверхні завдяки механічним коливанням. Виконання привода перемішувачів у вигляді маятників з механізмами вільного ходу не потребуватиме

використання енергії та додаткових приводних елементів для їх обертання [4].

У час постійного здорожчання енергоносіїв і суворого дотримання вимог до якості сільськогосподарської продукції все гостріше постає питання зменшення витрат, строків і підвищення кондиційних властивостей зерна у період проведення його післязбиральної обробки. У запропонованій енергоефективній схемі віброозонуючої сушарки з перемішувачами і маятниковими механізмами вільного ходу досягається рівномірність обробки зерна сушильним

агентом, що забезпечує отримання продукції високої якості, а використання озонорозподільної суміші як сушильного агента інтенсифікує процес сушіння зернової сировини та знижує енерговитрати і тривалість його виконання. Оригінальним є привод перемішувачів лопатей, який не потребує використання електричної енергії і додаткових приводних механізмів.

Список літератури

1. Троцька Т. П. Сушка зерна с помощью озонороздильной смеси. *Механизация и электрификация сел. хоз-ва*. 1985. № 1. С. 34-37.
2. Ксенз Н. В., Попандопуло К. Х., Сидорцов И. Г. Повышение качества зерна на основе использования озонороздильных смесей. *Вестник аграрной науки Дона*. 2009. № 4. С. 64-72.
3. 35. Токарчук О. А., Полевода Ю. А. Дослідження технічних характеристик нових типів муфт. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 2 (109). С. 113-121.
4. Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Присяжнюк Д. В., Полевода Ю. А. Обґрунтування схеми віброозонуючої сушарки для післязбиральної обробки зерна. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2016. №6 Том 22. С. 151-156.

4. О.В. Солоня, к.т.н., доцент, М.А. Замрій, Вінницький національний аграрний університет ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПОСІВУ ТЕХНІЧНИХ ТА ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Вступ. У комплексі технологічних операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур важливу роль займає процес посіву, від якості виконання якого суттєво залежить майбутня врожайність [1]. Крім того, однією із значимих статей прямих витрат, які в підсумку впливають на собівартість виробництва продукції рослинництва є витрати на посівні матеріали. Тому, для забезпечення конкурентоспроможності виробленої продукції, все більшої **актуальності** набуває потреба у використанні техніко-технологічного забезпечення, яке б характеризувалося мінімізацією витрати насінного матеріалу, та, водночас забезпечувало виконання посіву із дотриманням всіх агротехнічних норм. На даний час, одним із шляхів вирішення цього завдання може стати застосування сівалок точного висіву, функціональними показниками яких передбачено забезпечення рівномірного розподілу точно заданої кількості насіння по площі поля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Варто зазначити, що від способу посіву насіння залежить доцільність (інколи й можливість) застосування того чи іншого технологічного прийому які пов'язані із подальшим обробітком ґрунту, доглядом за посівами, та збирання врожаю. Термін «точний посів», виник в 50-х р, у зв'язку з появою висівних апаратів однозернового і групового дозування, що використовувалися для посіву кукурудзи та соняшнику [1, 2]. Незважаючи на те, що з того часу минуло чимало часу, дослідження даного способу посіву все ще знаходяться на початковій стадії розвитку. Зазвичай, втрати при здійсненні посіву обумовлені (рис. 1): перериванням висіву насіння, відхиленнями від середньої глибини загортання та нерівномірним його розподілом по площі ділянки [1].



Рис. 1. Характерні втрати при посіві технічних культур

При всіх інших рівних умовах (погодні умови, сорт культури, схожості, терміну посіву і т. д.) на врожайність просапних культур чи не найбільше впливають технічна та технологічна недосконалість застосовуваних сільськогосподарських агрегатів, що призводить до порушення агротехнологічних вимог, щодо точності та рівномірності розподілу насіння по площі поля, тобто утворення просівів.

Таким чином, *метою даної роботи* є формування підґрунтя для забезпечення матеріало- та ресурсоощадності виробництва продукції рослинництва, шляхом оцінки основних тенденцій техніко-технологічного розвитку систем контролю висіву насіння технічних і просяних культур та вибору найбільш перспективного та прийняттого для сучасних реалій розвитку вітчизняного АПК напрямку подальших досліджень по модернізації даних систем.

Автоматичний контроль роботи посівних машин є одним з основних резервів підвищення продуктивності праці, поліпшення якості посіву, а отже, й підвищення врожайності сільськогосподарських культур [2]. Підтримка параметрів процесу висіву в заданих межах характеризується достатнім рівнем складності, по причині, впливу низки випадкових факторів на посівний агрегат, які обумовлені гетерогенністю середовища та умовами його роботи. Таким чином, це вимагає від оператора постійної концентрації уваги, що дуже швидко призводить до зниження працездатності. При цьому, по мірі ускладнення конструкції сівалки, збільшення ширини захвату та робочих швидкостей руху, дія цих факторів посилюється до межі, коли контроль за перебігом технологічного процесу стає неефективним, а в окремих випадках навіть неможливим.

До функцій системи контролю відносять збір інформації про роботу кожної посівної секції, відбір (фільтрація отриманих значень за встановленим критерієм), аналіз перебігу процесу, виведення на монітор (індикатор) поточної інформації про якість виконання процесу, швидкість руху та ін., а також повідомлень про порушення процесу висіву із вказівкою місця такого порушення [3]. Розробка технічних засобів поточного контролю виконання технологічного процесу висіву насіння та алгоритмів роботи виконується на основі теоретичних досліджень основних принципів розміщення насіння. Таким чином, автоматичний контроль роботи посівних машин є одним з основних резервів підвищення продуктивності праці, покращення якості виконання технологічної операції посіву, а отже, і збільшення врожайності сільськогосподарських культур.

Порівняльний аналіз найбільш поширених систем контролю висіву насіння, представлених на вітчизняному ринку технологічних рішень для сільського господарства, які переважно вироблені в Україні або ж імпортовані із країн ближнього зарубіжжя (Білорусія, Росія, Польща), наведено в рис. 2.

Назва СКВС	Тип блоку індикації	Датчик обертання вентилятора	Датчик рівня насіння	Тип датчика Висіву насіння	Датчик шляху (швидкості)
РИТМ	Числовий	За згодою замовника	За згодою замовника	Ємкісний	Індуктивний
Факт	Графічний	+	-	Ємкісний	Індуктивний
СКИФ-04	Графічний	-	+	Оптичний	Індуктивний
Нива-23	Графічний	+	-	Ємкісний	Індуктивний
МК-8/12	Індикаторний	+	+	Оптичний	-
Record	Графічний	-	+	Оптичний	Індуктивний
Елсис	Числовий	-	-	Оптичний	Індуктивний
МРІЯ-3	Індикаторний	+	-	Оптичний	GPS
Синид-97	Індикаторний	+	+	Ємкісний	Індуктивний
Monada	Індикаторний	-	-	Оптичний	Індуктивний

Рис. 2 – Порівняльний аналіз систем контролю висіву

Аналіз конструктивних особливостей сучасних систем контролю висіву, а також критичне співставлення їх основних переваг і недоліків показав, що попри значну кількість представлених на ринку варіантів, їх надійність та функціональність не в повній мірі відповідають потребам технологічного процесу. Основною вимогою, що ставиться до пристроїв автоматичного контролю за роботою сівалок, є надійність їх функціонування в звичайних польових умовах незалежно від змін параметрів зовнішнього середовища (вологість, температура, запиленість повітря, вібрація сівалки тощо), простота конструкції та зручність в експлуатації.

Вимоги до блоку обробки інформації датчиків переважно обумовлюються видом і обсягом вихідної інформації, оптимальні значення яких повинні визначатися з урахуванням наступних умов: масив інформації повинен бути достатнім для своєчасного виявлення відмов у роботі сівалки; спосіб виведення інформації (система сигналізації) має бути зручним для сприйняття оператором-трактористом. Оптимальним є варіант, коли світлова та звукова сигналізації спрацьовують тільки при

порушенні процесу висіву, а у всіх інших станах (крім сигналу включення самих пристроїв контролю) залишається відключеною [4].

Для підвищення ефективності роботи автоматичної системи контролю сівалок точного висіву секційного виконання, датчики рівня насіння в бункері, потрібно встановлювати на кожній посівній секції, бункері, висівному апарату та сошнику. Сам блок в цьому випадку доцільно будувати за схемою паралельної обробки сигналів. Така схема, в порівнянні з послідовною (поканальною), є менш складною і забезпечує досить високу надійність та швидкодію. Недоліки ж цієї схеми полягають в її громіздкості, підвищених вимогах до якості електроживлення для великої кількості комплектуючих елементів, а також високій вартості. Проте через свою високу швидкодію, пристрої, зібрані за схемою паралельної обробки сигналів, дозволяють звести до мінімуму просіви, а, отже, пов'язані з ними втрати врожаю, що робить виправданим таке підвищення вартості.

Системи контролю роботи сівалок точного висіву повинні мати режими автоматичної перевірки справності елементів, що дозволить за мінімальний період часу перевірити їх працездатність безпосередньо перед посівом та в процесі роботи. Крім того, конструкція блоку виведення вихідної інформації має враховувати наявність вібрації та значний діапазон коливань рівня освітленості в кабіні трактора, а також забезпечувати зручність спостереження за системою сигналізації [2, 4].

Ще однією важливою вимогою є максимальна уніфікація окремих функціональних вузлів, із іншими сівалками, а також елементів різних пристроїв, що входять в дану систему (датчиків, підсилювачів, перетворюючих пристроїв, та ін.).

Висновки. Отже, в результаті оцінки потенційних напрямків для підвищення ефективності роботи посівних агрегатів було проаналізовано основні види втрат, що мають місце при виконанні технологічної операції посіву просапних культур та встановлено, що одним із можливих резервів для їх зменшення є вдосконалення системи контролю висіву з метою підвищення її надійності та функціональності. Найбільш прийнятним для використання в таких системах можуть бути датчики ємнісного типу, які характеризуються високою експлуатаційною надійністю та низькою собівартістю. Для реєстрації шляху пройденого сівалкою доцільно використовувати індуктивні датчики шляхи, які відрізняються простотою конструкції, високою надійністю та повною відсутністю ковзних контактів, що швидко виходять з ладу та мають високу чутливість.

Також встановлено, що модернізована система контролю висіву насіння повинна мати можливість автоматичного самодіагностування своїх блоків, датчиків та каналів зв'язків з метою забезпечення оперативного реагування на можливі відмови в процесі експлуатації.

Список використаних джерел

1. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спірін А. В. Машина та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с. ISBN 978-966-2007-67-1.
2. Солоня О.В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2020. № 3 (110). С. 71-76. DOI: 10.37128/2520-6168-2020-3-7.
3. Стаднік М. І. Оптимізація функціональної структури системи автоматизації однорідних об'єктів. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2016. № 3. С. 62–65.
4. Видмиш А.А., Возняк О.М., Купчук І.М., Бойко Д.Л. Дослідження медіанної фільтрації одновимірних сигналів. Вібрації в техніці та технологіях. 2020. № 1. С. 88-102. DOI: 10.37128/2306-8744-2020-1-10.

5. С.М. Герук, к.т.н., доцент, с.н.с., В.О. Кочубей, Житомирський агротехнічний коледж

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Існуючі на сьогодні джерела енергії поділяють на традиційні та альтернативні. До традиційних відносять корисні копалини – нафту, газ, вугілля. Їх найбільший недолік полягає в тому, що це – не відновлювані ресурси. У цьому полягає перший фактор, що мотивує визнати необхідність використання інших енергоносіїв, так як рано чи пізно навіть найбагатші родовища вичерпають себе. Другим фактором, а за значимістю, можливо, і першим, є вплив на екологію планети. Єдиний доступний людям спосіб знизити темпи зміни клімату – це перехід на більш екологічно чисті джерела енергії, до яких належать відновлювані, або альтернативні: сонце, вітер, вода, біогаз та інші.

Світова тенденція зміщення акцентів у сторону альтернативної енергетики підтверджується, зокрема, такими статистичними даними. В 2007 році інвестиції в таку енергетику склали по всьому

світу більше 100 мільярдів доларів США, а загальносвітовий обсяг електроенергії, що генерується за допомогою відновлюваних джерел, за оцінками експертів досяг рівня 240 ГВт. Ці цифри відповідають 50 відсотковому зростанню альтернативної енергетики в порівнянні з даними 2004 року. На сьогоднішній день альтернативні джерела енергії складають за різними оцінками від 4 до 8 відсотків загального обсягу світової енергетики.

За останніми оцінками Міжнародної асоціації гідроенергетики, в 2019 році в Європі 40% електроенергії вироблено за допомогою викопного палива, 35% – відновлюваних джерел енергії та 25% – ядерної енергії. Водночас було додано більше 20 ГВт потужностей сонячної та вітрової енергії, що значно перевищує додані потужності інших джерел.

Альтернативні джерела енергії – це природні явища, які шляхом перетворення в спеціальних установках перетворюються в теплову або електричну енергію. До них відносять:

- сонячне електромагнітне випромінювання;
- кінетичну енергію руху повітряних мас (вітер);
- кінетичну енергію водного потоку (річки);
- енергію морських припливів і відливів;
- теплову енергію океану, морів та інших гарячих джерел;
- енергія морських течій;
- геотермальна енергія Землі;
- спалювання відновлюваного палива – біогазу, біоетанолу, паливних палет та ін.

Проаналізуємо альтернативні джерела енергії.

Сонячне електромагнітне випромінювання. На сьогоднішній день одне з найпомітніших місць серед альтернативних джерел енергії займає сонячна енергетика. Крім того, цей сектор енергетики є одним із самих швидко зростаючих. Сонячна енергія доступна в кожному кутку нашої планети, розрізняючись по щільності потоку випромінювання не більше ніж удвічі. Тому вона приваблива для всіх країн, відповідаючи їх інтересам в плані енергетичної незалежності. По-друге, сонячна енергія – це екологічно чисте джерело, що дозволяє використовувати його у все зростаючих масштабах без негативного впливу на навколишнє середовище. Крім того, сонячна енергія – це практично невичерпне джерело енергії, яке буде доступне людству і через мільйони років.

До переваг сонячної енергії також можна віднести ще ряд фактів. Так типова сонячна система, виготовлена на базі монокристалічної кремнієвої технології, генерує протягом терміну своєї експлуатації більше енергії, ніж було витрачено на її виробництво. Наприклад, стандартна сонячна батарея наземного застосування, виконана за найбільш поширеною технологією гарантовано служить 20-25 років, повертаючи витрачену на своє виробництво електроенергію в перші 2 роки експлуатації

Для повного задоволення потреби всього Євросоюзу в електроенергії при нинішньому технічному рівні розвитку сонячної енергетики необхідно освоїти близько 0,7% від його загальної площі.

Кінетична енергія руху повітряних мас (вітер). У пошуках альтернативних джерел енергії в багатьох країнах чимало уваги приділяють вітроенергетиці. Уже сьогодні в Данії вітроенергетика покриває близько 2% потреб країни в електроенергії. У США на декількох станціях працює близько 17 тисяч вітроагрегатів загальною потужністю до 1500 Мвт. Вітроенергетичні пристрої випускаються не тільки в США і Данії, але і Великій Британії, Канаді, Японії і деяких інших країнах.

Більшість великих вітродвигунів, що споруджуються зараз чи уже діючих, розраховано на роботу при швидкостях вітру 17-58 кілометрів за годину. Вітер зі швидкістю менше 17 кілометрів за годину дає мало корисної енергії, а при швидкостях більш 58 кілометрів за годину можливе пошкодження двигуна.

Ще одну проблему використання енергії від вітродвигуна створює природа самого вітру. Швидкість вітру варіює в широких межах - від легкого подиху до могутніх поривів; у зв'язку з цим міняється і число обертів генератора за секунду. Для усунення цього перемінний струм, що виробляється при обертанні осі генератора, випрямляють, тобто перетворюють у постійний. Невеликі вітродвигуни, які використовують на ізольованих фермах чи на морських островах, подають випрямлений струм у великі акумуляторні батареї.

Теоретично коефіцієнт корисного використання енергії повітряного потоку може бути рівний 59,3 %. На практиці, згідно з опублікованими даними, максимальний коефіцієнт корисного використання енергії вітру рівний приблизно 50 %, проте і цей показник досягається не при всіх швидкостях, а тільки при оптимальній швидкості, передбаченій проектом. Крім того, частина енергії повітряного потоку втрачається при перетворенні механічної енергії в електричну, яке здійснюється з ККД зазвичай 75–95 %. Враховуючи всі ці чинники, питома електрична потужність складає 30–40 % потужності повітряного потоку

Кінетична енергія водного потоку (річки). Найбільша гідроенергуюча компанія в Україні Укргідроенерго продовжує реконструкцію всіх своїх гідроелектростанцій, завдяки чому збільшується їх загальна встановлена потужність, підвищується надійність та термін експлуатації обладнання. Важливо, що технічне переоснащення станцій матиме вагомий екологічний та соціальний результати.

Також в країні планується наростити гідроенергетичні потужності, які відіграють важливу роль у стійкості ОЕС. Так, до 2026 року Укргідроенерго має добудувати Дністровську ГАЕС, яка складатиметься із 7-ми гідроагрегатів загальною потужністю 2268 МВт в генераторному режимі та 2947 МВт в насосному. На сьогодні повністю готова і функціонує перша черга гідроакумуючої станції у складі трьох гідроагрегатів, загальною потужністю в генераторному режимі 972 МВт. Наразі ведеться будівництво другої черги ГАЕС у складі четвертого гідроагрегату, пуск якого заплановано здійснити наприкінці цього року. Окрім того, планується будівництво та введення в експлуатацію Канівської ГАЕС потужністю 1000 МВт, та Каховської ГЕС-2 потужністю 250 МВт. Реалізація перерахованих проєктів дозволить довести частку маневрових потужностей ГЕС та ГАЕС у загальному балансі галузі до 16%.

Енергія морських припливів і відливів. Дуже потужним джерелом енергії є припливи і відливи. Якщо вірити цифрам, вони можуть дати людству близько 70 мільйонів мільярдів кВт / год на рік. Якщо порівнювати, то це приблизно стільки енергії, скільки можна отримати з усіх розвіданих запасів бурого і кам'яного вугілля. У 1977р. вся економіка СРСР базувалася на 1150 мільярдах кВт / год, економіка США - на 200 мільярдів кВт / год. Так що, в теорії, тільки припливи і відливи могли забезпечити енергетичну процвітання 6000 СРСР, але ці сухі цифри не мають нічого спільного з реальністю. Одним з найбільш практичних способів використання енергії припливів і відливів є стара концепція: закриття гирла річки або приливного басейну від моря з установкою електростанції в шлюзі. Під час припливів і відлив змінюється рівень моря, що викликає перепад тиску між рівнем басейну і моря. Коли ця різниця стає досить великою потік відкривається через приливні генератори, доки різниця в рівнях не стає занадто низькою для приведення в дію турбіни. Коли приплив починає повертатися, і рівень моря піднімається, то басейн знову заповнюється для наступного циклу. Ці цикли відбуваються приблизно два рази в день. За допомогою нової технології, турбіни можуть бути побудовані для виробництва електроенергії в обох напрямках, а також працювати в якості насосів в обох напрямках.

Геотермальна енергія Землі. Вважається, що геотермальна енергія - один з найбільш вигідних джерел енергії. Велика частина цієї енергії знаходиться в магмі. Тепло Землі - справжня перлина, у якій ряд переваг перед енергією газу, нафти і атома. Якщо перерахувати на мегават-години кількість підземного тепла, яке щорічно виходить на поверхню, то вийде 100 мільярдів! Це значно перевершує кількість споживаної енергії на планеті. Все більше і більше домогосподарств по всьому світу інвестують в геотермальну енергію, будуючи геотермальні електростанції (ГеоТЕС), щоб скоротити свої витрати. Ці станції отримують тепло Землі шляхом буріння парових або водяних свердловин і використовують дану енергію для нагріву води або будь-якого іншого типу рідини. Потрібно це для того, щоб обертати генераторні турбіни, що виробляють енергію, яка потім розподіляється серед споживачів. Далі рідина охолоджується за допомогою конденсатора і повертається на землю.

Енергія біомаси. Для енергетичних цілей первинна біомаса використовується в основному як паливо, що заміщає традиційне паливо. Причому, як правило, це відходи лісової й деревопереробної промисловості, а також відходи рільництва (солома, сіно). Теплотворність сухої деревини досить висока, становлячи в середньому 20 ГДж/т. Трохи нижче теплотворність соломи, наприклад, для пшеничної соломи вона становить близько 17,4 ГДж/т. У той же час велике значення має питомий обсяг палива, який визначає розміри відповідного встаткування й технологію

спалювання. Щодо цього деревина значно уступає, наприклад, вугілля. Для вугілля питомих обсяг становить близько 30 дм³/ГДж, тоді як для тріски, залежно від породи дерева, цей показник лежить у межах 250 - 350 дм³/ГДж; для соломи питомих обсяг ще більше, досягаючи 1 мтГДж. Тому спалювання біомаси вимагає або її попередньої підготовки, або спеціальних топкових пристроїв. Зокрема, у ряді країн поширення одержав способів ущільнення деревних відходів з перетворенням їх у брикети або, так звані, палетки. Оба способу дозволяють одержати паливо з питомим обсягом близько 50 дм³/ГДж, що цілком прийнятно для звичайного шарового спалювання. Наприклад, у США річне виробництво палетів становить близько 0,7 млн. т, а їх ринкова ціна - близько 6 дол. /ГДж при теплотворності близько 17 ГДж/т.

Виробництво та застосування біодизелю. В умовах залежності від імпорту нафти та газу Україна зобов'язана шукати шляхи забезпечення країни паливом та енергією, які були б екологічно чистими та не залежали від зовнішніх постачань сировини. Одним із шляхів вирішення цього завдання є розвиток виробництва біопалива. Такий нафтопродукт як дизельне паливо вже сьогодні можливо замінити на більш дешевший вид пального, при чому на більш екологічно чистий - на метиловий ефір олійних кислот або як його називають "біодизель"

Згідно законодавства України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива визначено, що біодизельне паливо (біодизель) - це метилові або етилові ефіри вищих органічних кислот, отриманих з рослинних олій або тваринних жирів, що використовуються як біопаливо або біокомпонент.

Біодизельне паливо виробляється з будь-якої рослинної олії (рапсової, соняшникової, соєвої, конопляної, пальмової та ін.).

Стан та виробництво біогазу. Це - один з продуктів анаеробного (без доступу кисню) бродіння гною або птишиного посліду при температурі 30 • 370С. У цих умовах під дією наявних у біомасі бактерій частина органічних речовин розкладається з утворенням метану (60-70 %), вуглекислого газу (30-40 %), невеликої кількості сірководню (0-3 %), а також домішок водню (аміаку і окислів азоту). Біогаз не має неприємного запаху. Теплота згоряння 1 м³ газу досягає 25 МДж, що еквівалентно згорянню 0,6 л бензину, 0,85 л спирту, 1,7 кг дров або використанню 1,4 кВт / електроенергії [14]. У зв'язку з вищесказаним, особливе значення сьогодні набувають нетрадиційні, поновлювані джерела енергії. Не зменшуючи значення інших нетрадиційних джерел енергії, хочемо ще раз звернути увагу до можливостей біоконверсії органічних відходів за допомогою анаеробних біореакторів.

Сьогодні в Європі зосереджено 44% світової кількості установок анаеробного зброджування, в Північній Америці - 14%. Працюючі в країнах ЄС промислові біогазові установки за ознакою походження використовуваних відходів можна розділити на кілька груп. Основними є наступні три: агрохарчова група (67,5%), група нехарчової промисловості (15%) і непромислова група (9,6%).

Висновки

Використання альтернативних джерел енергії є важливим як в національному, так і міжнародному масштабі – з точки зору реакції на глобальні кліматичні зміни та покращення енергетичної безпеки в Європі. Енергетична стратегія України визначає такі перспективні напрямки розвитку альтернативних та відновлювальних джерел енергії: біоенергетика, видобуток та утилізація шахтного метану, використання вторинних енергетичних ресурсів, вітрової і сонячної енергії, теплової енергії доквілля, освоєння економічно доцільного гідропотенціалу малих річок України.

Для вироблення і втілення в життя національної стратегії розвитку альтернативної енергетики в Україні є все: сировина, досвід, технічні і технологічні напрацювання, підготовка відповідних кваліфікованих кадрів у системі вищої освіти. Справа залишається за наданням галузі ефективної державної підтримки, що дозволить привернути так необхідні енергетиці інвестиції. Потрібна програма, яка б на державному рівні координувала участь всіх зацікавлених сторін: окремих громадян, бізнес структури, урядові установи, наукові, промислові та громадські організації.

По аналогії з досвідом провідних держав особлива увага має бути приділена наступним питанням:

- пріоритетній державній підтримці проведенню науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт, технічних і маркетингових досліджень в галузі альтернативної енергетики;

- сприянню в доступі до пільгових кредитів, безвідсоткових позик та інших інструментів фінансового стимулювання галузі;
- навчанню і розповсюдженню інформації про наявний досвід інших країн у виконанні аналогічних програм;
- об'єднанню зусиль щодо розвитку галузі з іншими екологічними і соціальними програмами, а також підтримці програми на загальнодержавному рівні.

Ці та інші заходи, безумовно, будуть сприяти збереженню та розвитку відповідного вітчизняного академічного, університетського та галузевого науково-технологічного потенціалу, розширенню міжнародного співробітництва в галузі альтернативної енергетики, зміцненню міжнародного іміджу нашої держави, зменшенню залежності України від найбільших світових постачальників енергетичної сировини, підвищенню рівня її енергетичної безпеки.

Список використаних джерел

1. Антикризисные стратегии развития региональной энергетики : моногр. / Е. В. Оборина, Д. В. Волошин, С. Г. Ажнакин, К.Э. Шурда ; НАН Украины. Ин-т проблем рынка и экономико-эколог. исслед. - О.: Фенікс, 2010. - 283 с. - ISBN 978-966-438-170-0. Шифр зберігання книги/журналу в НБУВ: ВА729324
2. Алхасов, А. Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии : моногр. / А. Б. Алхасов ; ред. Э. Э. Шпильрайн. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 375 с.: рис. - Библиогр.: в конце разд. - ISBN 978-5-9221-0976-5
3. Біоенергетичний потенціал лісостепової і поліської зон України та перспективи його використання: моногр./ ред.: В. І. Ладика; Сум. облдержадмін., Сум. нац. аграр. ун-т. - Суми: Унів. кн., 2009. - 304 с. - Бібліогр.: с. 269-280. - ISBN 978-966-680-443-6.
4. Дудолад А. С. Энергетика качества жизни : моногр. / А. С. Дудолад., Ю. П. Колбушкин, Ю. Д. Костин ; Харьк. нац. ун-т радиоэлектроники. - Х. : ИНЖЭК, 2008. - 207с. - Библиогр.: с. 140-153. - ISBN 978-966-392-169-3.
5. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії/ С. М. Бевз та ін.; НАН України. - К.: Укр. енциклопед. знання, 2007. - 560 с. - (Енергетика України на початку ХХІ ст. Т. 4). - Бібліогр.: 533 назв. - ISBN 978-8578-08-3.
6. Забарний, Г. М. Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України / Г. М. Забарний, А. В. Шурчков ; НАН України. Ін-т техн. теплофізики. - К., 2002. - 210 с.: рис. - Бібліогр.: 74 назв. - ISBN 966-02-2470-2.
7. Маковський, А. М. Енергоресурси та гідрологічні основи гідроенергетики : навч. посіб. / А. М. Маковський, Ю. Ю. Філіпович ; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. - Рівне : [НУВГП], 2010. - 128 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 126.
8. Васько, П. Ф. Сучасний стан, потенційні можливості та передумови подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні / П. Ф. Васько // Відновлюв. енергетика. - 2006. - N 1. - С. 60-65. - Бібліогр.: 12 назв.
9. European Biodiesel Board, 2003-2013. Previous Statistics. The EU biodiesel industry.[Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.ebb-eu.org/index.php>
10. <https://www.bestreferat.ru/referat-179990.html>

6. Є.О. Волинець, Вінницький національний аграрний університет

СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ СИПКОЇ СИРОВИНИ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

В більшості технологічних процесів змішування має місце використання обертових барабанних змішувачів і змішувачів з обертовими робочими органами – лопатевими, шнековими, рамковими та ін. [1].

Обертовий конусний змішувач (рис. 1) містить ємність для змішування та внутрішній вал з робочими органами, які обертаються в протилежних напрямках, що забезпечує високу ефективність та однорідність (рис. 2). Змішувач оснащений цифровим таймером для зручності використання. Даний змішувач підходить для середнього або невеликого обсягу виробництва у біотехнологічній, фармацевтичній та харчовій промисловостях.



Рис. 1. Обертовий конусний змішувач



Рис. 2. Вал та робочі органи конусного змішувача

Змішування суміші в таких апаратах обумовлюється конвективними (циркуляційними) і дифузійними процесами. Перші виникають внаслідок загального руху всієї маси завантаження (макропроцеси), другі – забезпечуються в результаті відносного руху частинок середовища, що впливає на зміну сил тертя і зчеплення між частинками (мікропроцеси).

Горизонтальний стрічковий змішувач (рис. 3) являє собою коритоподібну посудину, всередині якої обертається вал з двома стрічками конструкції типу "S" (рис. 4). Навивки стрічок спрямовані в протилежні сторони для нейтралізації транспортуючих явищ. В результаті чого відбувається інтенсивне і рівномірне змішування. Для підвищення якості змішування передбачений реверс обертання вала. Вивантаження змішаного продукту проводиться при працюючому змішувачі і може здійснюватися як з середини так і з торця змішувача. Всі деталі (корпус змішувача, вал, шнек), що контактують з харчовими продуктами, виготовлені з нержавіючої сталі AISI-304 [2].



Рис. 3. Змішувачі з обертовими робочими органами



Рис. 4. Вал з двома стрічками конструкції типу "S"

Стрічковий вертикальний змішувач використовується для змішування сипких харчових продуктів. В залежності від конструкції вони бувають одновальні (рис. 5) двовальні (рис. 6) та багатовальні. Змішувач являє собою вертикальний бункер, всередині якого встановлений вал, який ініціює тривимірний потік, створюючи гвинтовий рух вгору по периферії і потік вниз у центрі. Приводиться в рух зверху, використовуючи лише один або два підшипники відповідно.



Рис. 5. Вертикальний одновальний стрічковий змішувач та схема циркуляції продукту



Рис. 6. Вертикальний двохвальний стрічковий змішувач та схема циркуляції продукту

Дані змішувачі можна використовувати для змішування сипких, пастоподібних, рідких сумішей та тіста. Забезпечення ідеальної якості змішування при рівні наповнення від 10 до 100% [3, 4].

Поєднання рухів робочої камери (обертового, вібраційного) та обертового руху активатора, які можуть реалізовуватися незалежно один від одного в одній конструктивній схемі значно розширює технологічні можливості змішувача. Дані особливості будуть враховані та впровадженні в конструкцію розробленого вібраційного змішувача сипкої сировини.

Список літератури

1. Берник П. С., Стоцько З. А., Паламарчук І. П., Зозуляк І. А. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва : навч. посіб. Львів. : Національний університет "Львівська політехніка", 2008. 336 с.

2. Mixers and Blenders. Grinding & Mixing Solutions : веб-сайт. URL: <https://www.mill.com.tw/en/category/Mixers-Blenders/mixers-blenders.html> (дата звернення 15.10.2020).
3. Mixers and dryers Amixon. Innovation and unique solutions : веб-сайт. URL: <https://www.amixon.com/en/products/mixers-overview> (дата звернення 20.10.2020).
4. Полевода Ю. А., Волинець Є. О. Аналіз розвитку технологічного обладнання для виробництва харчових сумішей. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2020. № 4 (111). С. 72–79.

7. М.М. Корчак, Подільський державний аграрно-технічний університет

МАТЕМАТИЧНО-ТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ ОБРОБІТКУ ПОЛЯ

Оптимізацію об'єктів механізації с/г виробництва рекомендують проводити при таких значеннях факторів, коли необхідний параметр досягне потрібного максимального чи мінімального значення [1].

Основи моделювання технологічних процесів аграрного виробництва, методи побудови та аналізу математичних моделей с.г. машин розроблено в [2].

При виконанні технологічного способу ґрунтообробною машиною відбувається прогнозована зміна агрофізичного стану ґрунту в результаті комплексної дії всіх робочих органів. Схемою технологічного способу обробітку може бути схема, побудована за принципом “вхід-вихід”. Вхідними змінними виступають зовнішні чинники обставин X – умови роботи та керування U – регламенти технологічних процесів, окремі з яких змінюються в часі t :

$$X = [x_1, x_2(t), \dots, x_n(t)], n \in \Sigma_{\text{вх}}, \quad (1)$$

де $\Sigma_{\text{вх}}$ – множина вхідних чинників умов роботи;

$$U = [u_1, u_2(t), \dots, u_n(t)], n \in \Sigma_{\text{кер}}, \quad (2)$$

де $\Sigma_{\text{кер}}$ – множина керованих чинників технологічних режимів роботи машини.

Вихідні змінні представимо сукупністю параметрів, які визначають якість роботи, енергетичні та техніко-економічні показники роботи машини:

$$Y = [y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)], n \in \Sigma_{\text{вих}}, \quad (3)$$

де $\Sigma_{\text{вих}}$ – множина вихідних параметрів.

Основною складовою комбінованого способу обробітку поля є ґрунтообробна машина – технічна система, що містить робочі органи з конструкційно-технологічними взаємозв'язками. Технологічна структура комбінованої ґрунтообробної машини відображається множиною відповідних робочих органів Q , об'єднаних в операційні групи Π з певною послідовністю для виконання робочих процесів:

$$Q = [\Pi] \quad (4)$$

Розглядаючи функціонування комбінованої ґрунтообробної машини при технологічному способі обробітку ґрунту, проаналізуємо показники вихідних вимог до обробітку ґрунту за схемою: “об'єкт впливу – вплив – результат”.

При обробітку об'єктом впливу буде певна ділянка поля із своїм рельєфом та фактичним станом ґрунту, що визначає умови функціонування машини, яка, виконуючи певну операцію, змінює стан ґрунту. Необхідний результат визначається передумовами функціонування технічних засобів та агротехнічними вимогами.

Область функціонування обставин технологічного способу обробітку ґрунту, задається множиною кліматичних та ґрунтово-фізичних параметрів. Для розглядуваного конкретного випадку ряд чинників приймають певне фіксоване значення, яке визначається доцільністю виконання даного технологічного способу взагалі.

Умови функціонування за стабільністю показників можна розділити на: незмінні, стабільні на період обробітку, змінні під впливом машини. Незмінними в процесі роботи ґрунтообробної машини є рельєф, склад ґрунту; стабільною на період обробітку є температура повітря і ґрунту,

вологість ґрунту та інше. В результаті впливу машини змінюється щільність ґрунту, його агрегатно-фракційний склад, вирівняність поля тощо.

Отже, з агротехнічних показників акцентуватимемо увагу на показниках якості виконання технологічного способу.

Енергетичні показники доцільно представити тяговим опором комбінованої ґрунтообробної машини та потужністю на її привод, оскільки, в залежності від робочої швидкості і глибини обробітку, вони визначають ступінь завантаження двигуна трактора, витрати пального, буксування рушіїв тощо. Експлуатаційно-технологічні показники задаються робочою швидкістю, глибиною обробітку і шириною захвату.

В результаті проведеного аналізу, параметричний запис математичної моделі технологічного способу обробітку поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур, що виконується комбінованою ґрунтообробною машиною, запишемо у вигляді функції:

$$Y[y_1(t), y_2(t), y_3(t), y_4(t), y_5(t)] = F\{X[x_1, x_2(t), x_3(t)], U[u_1, u_2(t), u_3(t), u_4(t)], Q[II]\} \quad (5)$$

де $y_1(t)$ – вихідний параметр тягового опору (R_{agr});

$y_2(t)$ – вихідний параметр кришення ґрунту ($K_{кр}$);

$y_3(t)$ – вихідний параметр подрібнення рослинних залишків (K_n);

$y_4(t)$ – вихідний параметр заробки рослинних залишків (K_3);

$y_5(t)$ – вихідний параметр потужності на привод (N_n);

x_1 – вхідний параметр питомого опору ґрунту ($R_{пит.гр}$);

$x_2(t)$ – вхідний параметр твердості ґрунту ($P_{гр}$);

$x_3(t)$ – вхідний параметр вологості ґрунту ($W_{гр}$);

$u_1(t)$ – вхідний параметр робочої швидкості (V_p);

$u_2(t)$ – вхідний параметр робочої ширини (B_p);

$u_3(t)$ – вхідний параметр глибини обробітку ($H_{фр}$);

$u_4(t)$ – вхідний параметр частоти обертання фрезерного барабана ($n_{фр.б}$);

Q – параметри технологічної структури машини.

Модель комбінованого способу обробітку поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур зображена на рис. 1.

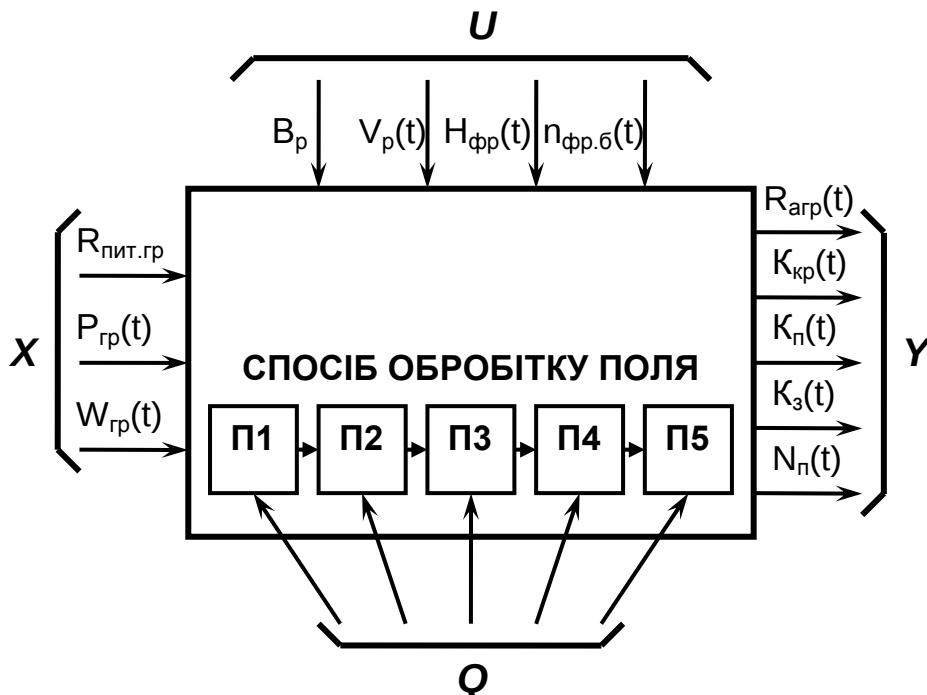


Рис. 1. Модель комбінованого технологічного способу обробітку поля

Обґрунтування технологічної схеми, перехід до опису процесів комбінованої ґрунтообробної машини та визначення характеристик робочих органів пов'язане з визначенням параметрично-технологічної структури машини Q . Через велику кількість компонентів параметрів Q , дослідження

і встановлення їх значень можливе шляхом поєднання теоретичного аналізу та практичного вивчення їх взаємодії і впливу на ґрунт та рослинні залишки.

Оскільки аналітична модель не враховує ряду факторів, а окремі розглядає наближено, то для її достовірності необхідна експериментальна ідентифікація. Тому, для моделювання способу обробки поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур, використовували об'єднану аналітично-експериментальну модель, реалізація якої дозволила вирішити основні задачі моделювання – аналіз, синтез і оптимізацію.

Аналіз прогнозує вихідні якісно-енергетичні показники для певних умов роботи і визначені параметри комбінованої ґрунтообробної машини, вирішує питання використання в реальних умовах. Теоретично синтезувати комбіновану машину у повному обсязі складно через невизначеність взаємозв'язків різних робочих органів, режимів і умов їх роботи. Саме тому, доцільно поєднати задачі синтезу та оптимізації, враховуючи встановлені умови і потрібні результати роботи. Виходячи з формули (5), функціональна параметрична структура машини має вигляд:

$$Q = F[Y, X, U]. \quad (6)$$

Конструкційно-технологічні показники різних робочих органів визначаються вирішенням задачі оптимізації в межах відповідного процесу при встановлених внутрішніх факторних зв'язках і взаємозв'язках, які з'являються під час взаємодії з ґрунтом та рослинними залишками.

Висновки. 1. З формул (5) і (6) видно, що розкриття суті способу обробки засміченого поля пов'язане з параметрами умов початкового стану ґрунту; визначенням технологічної структури машини, взаємозв'язків та взаємодії робочих органів, встановленням технологічних режимів роботи; дослідженням впливу всіх перелічених чинників на результат її роботи.

2. Основні результати досліджень опубліковані у наукових виданнях [3-9].

Список літератури

1. Хайлис Г.А. Основы теории и расчёта сельскохозяйственных машин: Учебное пособие / Хайлис Г.А. – К. : УСХА, 1992. – 240 с.
2. Лурье А.Б. Расчёт и конструирование сельскохозяйственных машин / Лурье А.Б., Громбчевский А.А. – Л. : Машиностроение, 1977. – 528 с.
3. Корчак М.М. Дослідження характеру засміченості поля листостебельними та кореневими залишками після збирання кукурудзи / М.М. Корчак, С.В. Єрмаков // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський, 2007. – Вип. 15. – С. 498-504.
4. Корчак М.М. Розробка комбінованого способу та подрібнювача для ґрунту, засміченого рослинними залишками / М.М. Корчак // Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львівський національний агроуніверситет, 2009. – №13, т. 1. – С. 155–163.
5. Корчак М.М. Обґрунтування технологічної функціональної моделі способу обробки ґрунту після збирання грубостеблових культур / М.М. Корчак // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський, 2016. – Вип. 24, ч.2. – С. 165–174.
6. M. Korchak, S. Yermakov, V. Maisus, S. Oleksiyko, V. Pukas, I. Zavadskaya. Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. E3S Web of Conferences. Krynica, Poland. 6th International Conference – Renewable Energy Sources. Volume 154 (2020). (ISSN: 2267-1242).
7. V. Sheichenko, I. Marynchenko, I. Dudnikov, M. Korchak. Development of technology for the hemp stalks preparation. Independent Journal of Management and Production. State agrarian and engineering university in Podilia. V. 10, № 7. p. 687 –701 (2019). (ISSN: 2236-269X).
8. Корчак М.М. Технологія обробки ґрунту, засміченого рослинними залишками з орієнтуванням згорнутих стебел / М.М. Корчак // Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference «Impact of modernity on science and practice» (13-14 April 2020), Edmonton, Canada 2020. – С. 404-409.
9. Корчак М.М. Обґрунтування технологічної функціональної моделі способу обробки ґрунту після збирання грубостеблових культур / М.М. Корчак // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський, 2016. – Вип. 24, ч.2. – С. 165–174.

8. *Р.Б. Кудриницький, к.т.н., с.н.с., В.І. Днесь, к.т.н., С.О. Крупич, н.с., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», В.І. Скібчик, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України*

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ NO-TILL І ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ

Головним завданням сільського господарства України є стабільне нарощування обсягів виробництва безпечних продуктів харчування і сільськогосподарської сировини, конкурентоздатних на внутрішньому і зовнішньому ринках, та мінімізація техногенного навантаження на ґрунт.

Порушенням, а в непоодиноких випадках нехтування науково обґрунтованими принципами землекористування та основ землеробства призводять до інтенсивної деградації ґрунтів України. Таким чином одержання запрограмованого врожаю із заданими споживчими властивостями в умовах глобальних змін клімату та високої вартості матеріально-технічних і енергетичних ресурсів можливе лише за умов дотримання вимог агротехніки до термінів та якості робіт. Також, необхідно відмітити, що через зміни клімату, що спричиняється підвищенням середньорічних температур, збільшення повторюваності та інтенсивності екстремальних погодних явищ, у тому числі засух, збільшуються ризики щодо проблеми деградації земель, зокрема, їх опустелювання. Тому все більшого значення набуватимуть мінімізовані вологозберігаючі системи обробітку ґрунту. Також комплектування матеріально-технічної бази сільгосптоваровиробників новітньою високопродуктивною технікою сприятиме підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної сільськогосподарської продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках, а також зменшить техногенне навантаження на ґрунт.

В умовах недостатнього вологозабезпечення ґрунтів позитивний ефект забезпечує технологія сівби без попереднього обробітку ґрунту (No-Till), за даними агарної науки ця технологія може застосовуватись в Україні на площі близько 6 млн га. Про те, виробництво рілної продукції за технологією No-till, як у світі так і в Україні має позитивну динаміку на збільшення площ сільськогосподарських угідь, зайнятих під даним виробництвом, наприклад [1], площа No-Till систем землеробства у світі – 160 млн га, з них: США, Канада, Австралія, Бразилія, Парагвай – 95,0%; Країни ЄС – 3,0 %; Україна – в межах 2%.

Дослідженнями науковців встановлено, що No-Till дає найкращі результати в тих кліматичних умовах, де є мінімум три місяці між збиранням попередника і сівбою нової культури та відповідні кліматичні умови, за яких рослинні рештки після попередника можуть розкластися (перегнити) і не створювати труднощів при сівбі наступної культури.

Основними ознаками No-Till виробництва, є: поле залишається практично непорушеним від збору врожаю до сівби, за винятком внесення поживних речовин; поля не розорані, а рослинні рештки залишені на ґрунті, щоб забезпечити захист від ерозії; вузьке насінневе ложе підготовлюється сівалкою під час операції сівби, яка забезпечує адекватне розміщення насіння і добрив; контроль над бур'янами здійснюється гербіцидами.

Якщо порівняти найбільш ресурсозатратну традиційну технологію (з використанням оранки) з технологією No-Till, то перевагами технології нульового обробітку ґрунту є:

- Значно економиться паливо. Досвід фермерів, які займаються ґрунтозахисним землеробством, показує, що витрата палива можна скоротити в кілька разів у порівнянні з традиційними системами.

- Зменшена кількість проходів по полю. За No-Till – 3-5 проходів техніки по полю проти 12-15 при традиційній обробці ґрунту за сезон.

- Знижуються витрати на техніку. Основні витрати на обслуговування техніки, зайнятої на вирощуванні культур, при переході на No-Till значно знижуються через зменшення її кількості і зниження навантаження на неї в кілька разів через зменшення кількості проходів агрегатів по полю.

У результаті техніко-економічної оцінки технологічних процесів і комплексів машин для виробництва продукції рослинництва за No-till встановлено, що в структурі сукупних експлуатаційних витрат оплата праці складає 2%; паливо-мастильні матеріали – 6%; технічне обслуговування та ремонт – 10%; амортизацію 16%; технологічні матеріали 55...66% [2, 3].

- Збільшується врожайність.

- Зменшується тиск техніки на ґрунт. Незораний ґрунт під тиском рухомого транспорту або тварин менше деформується в порівнянні з обробленою ґрунтом. При зменшенні проходів по полю зменшується площа на яку впливають ходові агрегати сільськогосподарських знарядь, а отже зменшується ущільнення метрового шару ґрунту. Відмова від плуга призводить до зникнення «плужної підшви».

- Погіршуються умови для проростання бур'янів. Під час проведення традиційної системи обробки окремі агроприйоми (лушення) провокують проростання бур'янів. Мульча, за No-Till затримує потрапляння насіння в ґрунт, знижує температуру на поверхні, створюючи несприятливі умови для проростання насіння бур'янів.

- Оптимізується температурний режим ґрунту. За технології No-Till через мульчуючий шар, ґрунт має нижчу температуру влітку та більш високу температуру взимку. Стерня утримує сніг від видування. Сніг, в свою чергу, забезпечує ефективну термоізоляцію ґрунту і здатний зберігати її температуру на 10-15°C вище.

- Поліпшується структура ґрунту. Всі способи механічної обробки ґрунту руйнують її структуру. За переходу на технологію No-Till відбувається відновлення природної структури ґрунту та збільшується міцність ґрунтових агрегатів.

- Збільшується вміст органічних речовин в ґрунті. Рослинні залишки накопичуються на поверхні ґрунту. Під дією бактерій, грибів та інших мікроорганізмів вони, розкладаються на більш прості органічні.

Для реалізації No-Till технологій за останні роки розроблено та освоєно виробництво великої гами технічних засобів для комплектування машинно-тракторного парку господарств з урахуванням умов їх господарювання (таблиця).

Таблиця – Технічне забезпечення виробничих процесів вирощування рільничої продукції за технології No-Till

Технологічні операції	Типи машин і знарядь
Подрібнення і розподіл по поверхні решток попередньої культури	Подрібнювачі рослинних решток
Хімічне прополювання бур'янів, захист від шкідників і хвороб	Обприскувачі
Сівба в попередньо необроблений ґрунт	Комбіновані ґрунтообробно-посівні комплекси

Під час вибору технічних засобів для технічного забезпечення технології No-Till необхідно враховувати наступні умови:

Для роботи за технологією No-till необхідна наступна техніка: сівалка прямого посіву (стерньова сівалка), обприскувач і комбайн з пристосуванням для рівномірного розкидання соломи і рослинних залишків.

Головною ланкою в технології No-till є сівалка. Сівалка прямого посіву повинна відповідати цілому ряду специфічних вимог:

- мінімально впливати на будову ґрунту;
- легко прорізати поверхневий шар ґрунту разом з пожнивними залишками;
- забезпечувати необхідний контакт насіння з ґрунтом;
- оптимально вносити добрива;
- щоб ефективно боротися з бур'янами, відстань між рядками має бути настільки мала, наскільки це дозволяють біологічні особливості культури;
- мінімізувати втрати вологи через канавку, що формує сошник.

За технологією No-till в залежності від кліматичних і ґрунтових умов використовуються стерньові сівалки з різними видами сошників – дисковими, анкерними, лаповими та комбінованими.

Бажані умови застосування сошників стерньових сівалок:

- дискові – для посушливого клімату і легких або середніх ґрунтів;
- анкерні, лапові – для вологого, холодного клімату і важких ґрунтів.

Комбіновані сошники дозволяють вносити локально рідкі та тверді мінеральні добрива взаємокоординовано відносно положення насіння. З'явилася можливість вносити добрива з насінням, під насіння на різну глибину. Ця технологія зробила посів більш складним, але вона дозволяє вносити добрива в ґрунт саме в ті місця, де вони необхідні. Внесення добрив під насіння в

кожен ряд має декілька потенційних переваг в порівнянні з розкидним внесенням добрив, а саме: дружне проростання насіння внаслідок більш раннього доступу коренів до поживних речовин, що згодом позначиться на врожаї; перевага над бур'янами в боротьбі за поживні речовини – культурні рослини першими отримують доступ до живильних речовин. Рослина, що має більший і вибірковий підхід до добрив, має і більш високу ефективність використання добрив, що підвищує здатність культурного рослини конкурувати з бур'янами.

Список літератури

1. Baker C. J., Saxton K. E., Ritchie W. R., Chamen W. C. T., Reicosky D. C., Ribeiro M. F. S., Justice S. E., Hobbs P. R. No-tillage seeding in conservation agriculture / edited by C.J. Baker and K.E. Saxton.- 2nd ed. 341 p.
2. Днесь В. І., Кудринський Р. Б., Крупич С. О., Скібчик В. І. Структура експлуатаційних витрат за різних систем виробництва рілнничої продукції в зоні Степу. Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві : матеріали XXVII Міжнародної науково-технічної конференції «» та XIX Всеукраїнської конференції-семінару аспірантів, докторантів і здобувачів у галузі аграрної інженерії. Глеваха, 2019. С. 81–83.
3. Kudrynetsky R. B. Rationale of parameters of technical support crop production. Mechanization in agriculture & conserving of the resources : International scientific journal. Sofia, Bulgaria, 2017. Issue 1/2017. P. 18-21.

9. И.М. Швед, И.И. Скорб, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Республика Беларусь, г. Минск

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФОРМЫ КОЖУХА МЕШАЛКИ МИКСЕРА

Развитие животноводства является одним из основных приоритетных направлений агропромышленного комплекса Республики Беларусь. В статье теоретически определена длина и внутренний диаметр выходного отверстия сопла кожуха миксера.

Введение. В 2021 году постановлением Совета Министров Республики Беларусь была утверждена государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. Основной целью этой программы является повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, наращивание экспортного потенциала, развитие экологически безопасного сельского хозяйства, ориентированного на укрепление продовольственной безопасности страны, обеспечение полноценного питания и здорового образа жизни населения.

Среди основных задач программы – развитие производства органической продукции и снижение негативного воздействия химических препаратов, гормонов роста, антибиотиков на окружающую среду и здоровье людей [1].

В Республике Беларусь действует 1200 животноводческих комплексов по производству молока, говядины, свинины и птицеводческой продукции. Общий годовой выход экскрементов при работе комплексов составляет более 50 млн. тонн, из которых более 25 млн. тонн составляет жидкий навоз [2].

Одним из путей решения данной задачи в животноводстве является внедрение в производство новых технологий и технических средств, позволяющих рационально использовать материальные, кормовые и другие ресурсы. Это может осуществить постоянная модернизация оборудования и в частности, мешалок для перемешивания навоза в навозохранилищах.

Основная часть. Оборудование для перемешивания навоза в настоящее время является необходимостью для любого животноводческого предприятия. В процессе подготовки перед внесением навоза на поля возникает необходимость в заблаговременном его перемешивании в навозохранилище. Так, вследствие отсутствия или неправильного подбора оборудования позволяющего быстро и качественно перемешивать навоз наблюдается накопление осадка в навозохранилищах. Заполненное осадком навозохранилище повлечет за собой материальные затраты на решение задач по их очистке.

Основными способами перемешивания жидкого навоза в навозохранилище являются – гидравлический и механический способ.

Гидравлический способ не нашел широкого применения при перемешивании жидкого навоза, так как механизм перемешивания жидкостей в струйных аппаратах чрезвычайно сложен.

Основной недостаток такого способа в том, что давление жидкости, а, следовательно, и скорость жидкости, подаваемой в навоз, постепенно затухает и не может хорошо разрушить осадок и толстый

поверхностный слой. Эффективность гидравлического способа недостаточна для размыва осадка навозной массы. Это объясняется тем, что струи неподвижны и их длина мала, вследствие чего размываются только небольшие участки, границы которых не перекрывают друг друга [3].

В современных навозохранилищах применяются миксеры для перемешивания жидкого навоза посредством воздействия на навозную массу подвижными рабочими органами – мешалками.

Тип миксеров для навоза и их количество подбирается с учетом требований, в зависимости от вида навоза и параметров навозохранилищ. Правильное применение оборудования для перемешивания навоза нацелено на снижение материальных затрат и улучшение эффективности работы ферм и комплексов в целом.

Простейшими и относительно дешевыми устройствами для перемешивания навоза в лагунах и открытых навозохранилищах являются навесные миксеры. Миксер (рисунок 1) применяемый для перемешивания навоза в лагунах и открытых навозохранилищах состоит из привода, вала, на котором закреплена лопастная мешалка [4].



Рисунок 1 – Навесной миксер без кожуха

Основным недостатком представленного миксера является то, что он не имеет кожуха, опоясывающего мешалку, а следовательно, отсутствует направленный поток жидкого навоза и вследствие чего засохшие комки навоза, попадая в рабочую зону мешалки отбрасываются к периферии под воздействием центробежной силы, что приводит к некачественному перемешиванию навозной массы и увеличению затрат энергии на выполняемый технологический процесс.

Чтобы устранить указанный недостаток на миксер устанавливают кожух опоясывающий мешалку (рисунок 2).



Рисунок 2 – Погружной миксер для перемешивания навоза с цилиндрическим кожухом

Так как зазор между концом лопасти и внутренней поверхностью кожуха небольшой, то установка кожуха позволяет снизить концевые потери у мешалки, возникающие из-за уменьшения перепада давлений между всасывающей и нагнетающей поверхностью вследствие перетекания навозной массы на концах лопасти. Одновременно с этим мешалка работает в более равномерном потоке, так как скорость набегающего на нее потока навозной массы снижается из-за влияния внутренней поверхности кожуха и возрастает поток жидкого навоза выходящего из него, что приводит к выравниванию поля скоростей на поверхности мешалки.

К недостаткам представленного на рисунке 2 миксера следует отнести снижение скорости навозной массы вследствие отрыва потока жидкого навоза от стенок на выходе из кожуха, что приводит к образованию завихрений препятствующих продвижению струи в уплотненный осадок.

Устранить указанный недостаток возможно установив кожух с коническим соплом (рисунок 3).



Рисунок 3 – Кожух мешалки миксера с коническим соплом

Предложенный на рисунке 3 кожух с коническим соплом работает следующим образом. Опуская миксер в навозохранилище, мешалка вместе с кожухом первоначально погружается в жидкую фракцию. При этом хранящаяся навозная масса начинает поступать вовнутрь кожуха. Далее в работу включается мешалка, а так как она охвачена кожухом, то создается направленный, сужающийся поток жидкого навоза. Следовательно, возникает реактивная струя жидкого навоза, что обеспечивает ее перемещение в навозную массу в зависимости от ее плотности: в более жидкой скорость возрастает, в более твердой снижается.

Одновременно с этим при прохождении крайних кромок сопла происходит сужение струи жидкого навоза, исключающего отрыв потока от стенок, что позволяет увеличить скорость движения навозной массы и создать стабильное ядро струи потока жидкого навоза. При этом вследствие разности давлений, образуются потоки с разными скоростями движения, способствующие размыву слежавшегося осадка и качественному перемешиванию жидкой и твердой фракции навоза при снижении энергозатрат на выполняемый технологический процесс.

Выводы. Таким образом, анализ представленных миксеров показал, что для перемешивания жидкого навоза хранящегося в навозохранилищах целесообразно использовать миксер с коническим соплом.

Установив кожух с коническим соплом, исключается отрыв потока навозной массы от его стенок, что позволяет увеличить скорость движения и создать стабильное ядро струи жидкого навоза необходимое для разрушения уплотненного осадка.

Литература:

1. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы / Постановление Совета Министров Республики Беларусь. – Введ. 01.02.2021. – Минск, 2021 – № 59 – 115 с.
2. Самосюк, В. Г. Биогазовые технологии в Беларуси: состояние и перспективы / В. Г. Самосюк, Н. Ф. Капустин, А. Н. Басаревский // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомст. тематич. сб. / НАН Беларуси, Научно-практич. Центр НАН Беларуси по мех-ции сельск. хоз-ва. – Минск, 2011 – Вып. 45 – С. 234–240.
3. Коновалов, Н. И. Оборудование резервуаров : Учебное пособие / Н. И. Коновалов, Ф. М. Мустафин, В. В. Кулаков, Р. А. Ахияров, И. Э. Лукьянова, Р. Ф. Гильметдинов. – Уфа : ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2004. – 212 с. : ил.
4. Официальный интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/46515808-Oborudovanie-dlya-peremeshivaniya-navoza-miksery-dlya-navoza.html>. – Дата доступа : 25.02.2021.

10. В.І. Лесько, доцент, І.В. Косминський, к.т.н., доцент, М.О. Клименко, к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва та архітектури

ЧИСЕЛЬНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ МАШИН ЗА ПАРАМЕТРАМИ ПОТОКУ ВІДМОВ З ОБМЕЖЕНОЮ ПІСЛЯДІЄЮ

При дослідженні характеристик потоку відмов будівельних машин їх доволі часто і безпідставно відносять до найпростіших пуасонівських потоків. В певній мірі таке грубе припущення іноді себе оправдовує, оскільки значно спрощує розрахунки, але з іншого боку це призводить до значних похибок в оцінці показників надійності будівельних машин. На нашу думку, в якості реальних моделей потоків відмов будівельних машин скоріше слід розглядати ординарні потоки відмов машин із обмеженою післядією. Розглянемо можливість оцінювання характеристик реальних потоків відмов та застосування її на практиці за допомогою чисельних методів із використанням статистичної інформації про відмови машин в умовах експлуатації.

В роботах [1, 2, 3] показано, що параметр потоку відмов, якщо величини наробітку між відмовами однаково розподіленні та незалежні (ординарні потоки із обмеженою післядією), пов'язаний із густиною розподілу $f(t)$ інтегральним рівнянням Вольтера другого роду із різничним ядром:

$$\omega(t) = f(t) + \int_0^t f(t-\tau)\omega(\tau)d\tau \quad (1)$$

$$f(t) = \omega(t) - \int_0^t \omega(t-\tau)f(\tau)d\tau \quad (2)$$

Рішення інтегральних рівнянь (1) та (2) не завжди вдається вирішити аналітичним способом, в кінцевому вигляді. В окремих випадках, якщо для виразів $\omega(s)$ та $f(s)$ існують перетворення Лапласа, то в операторській формі параметр потоку відмов та функція густини розподілу наробітку на відмову виражаються через перетворення Лапласа [4, 5]:

$$\omega(s) = \frac{f(s)}{1-f(s)}; \quad f(s) = \frac{\omega(s)}{1+\omega(s)}, \quad (3)$$

де $\omega(s) = \int_0^\infty e^{-st}\omega(t)dt$; та $f(s) = \int_0^\infty e^{-st}f(t)dt$ - перетворення Лапласа функцій відповідно $\omega(t)$ та $f(t)$.

Рішення рівняння із використанням формули (3) пов'язане із переходом із області зображення до функції $\omega(t)$. Зворотне перетворення Лапласа в кінцевому вигляді може бути використане лише для деяких відомих законів розподілу відмов $f(t)$, таких, наприклад, як експоненційний та гамма-розподіл з параметром форми $m < 4$. Оскільки для інших законів розподілу не завжди можливо отримати аналітичні функції $\omega(t)$ та $f_m(t)$, то при вирішенні практичних задач, в основі яких лежить обробка первинної статистичної інформації про відмови будівельних машин, інтегральні рівняння Вольтера (1) та (2) доцільно інтегрувати чисельними методами.

При цьому функції $\omega(t)$ та $f(t)$ задаються у вигляді дискретного ряду ω_i або f_i ($i = \overline{1, m}$).

Введемо позначення для інтегральної функції:

$$F(t, \tau) = \omega(\tau) \cdot f(t - \tau). \quad (4)$$

В дискретній формі після заміни змінної t на m , а τ на i , вираз (4) запишеться у вигляді:

$$F(m, i) = \omega(i) \cdot f(m - i). \quad (5)$$

При $m = 1$ із рівняння (1) одержимо $\omega_0 = f_0$.

Якщо $m = 1$, то застосовуючи чисельний метод інтегрування – метод трапецій (рис. 1, а), отримаємо:

$$\int_0^t \omega(\tau) \cdot f(t - \tau)d\tau = \frac{\Delta t}{2} \cdot (\omega_0 f_1 + \omega_1 f_0),$$

де Δt - шаг інтегрування.

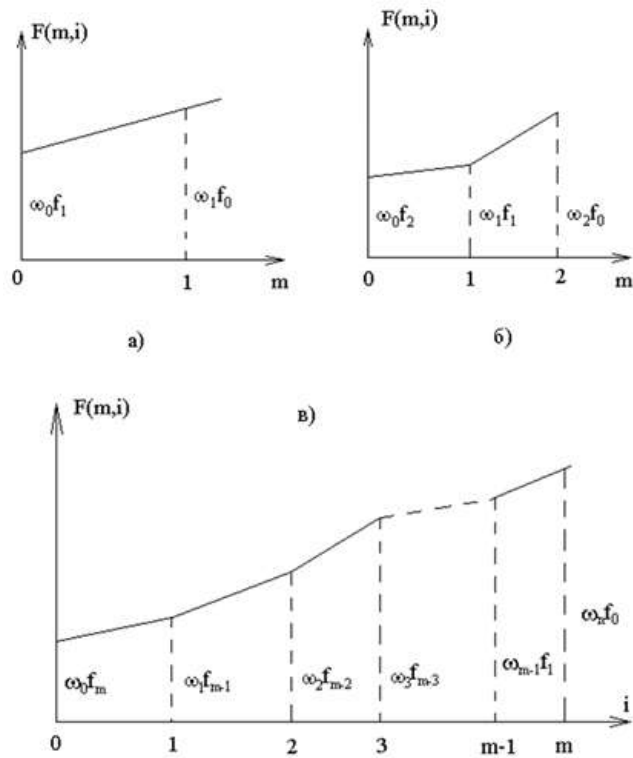


Рис. 1. Графічна інтерпретація чисельного рішення інтегрального рівняння: а) $m=1$; б) $m=2$; в) загальний випадок.

Рівняння (1) для цього випадку запишеться у вигляді:

$$\omega_1 = f_1 + \frac{\Delta t}{2}(\omega_0 f_1 + \omega_1 f_0),$$

При $m=2$ (рис. 2, б):

$$\int_0^t \omega(\tau) f(t-\tau) d\tau \approx \frac{\Delta t}{2}(\omega_0 f_2 + \omega_1 f_1 + \omega_1 f_1 + \omega_2 f_0).$$

В даному випадку рівняння (1) має вигляд:

$$\omega_2 = f_2 + \frac{\Delta t}{2}(\omega_0 f_2 + 2\omega_1 f_1 + \omega_2 f_0).$$

В загальному випадку для довільного числа m маємо (рис. 1, в):

$$\int_0^t \omega(\tau) f(t-\tau) d\tau = \frac{\Delta t}{2}[(\omega_0 f_m + \omega_1 f_{m-1}) + \dots + (\omega_{m-1} f_1 + \omega_m f_0)] \quad (6)$$

З виразу (6) отримаємо:

$$\omega_m = f_m + \frac{\Delta t}{2}(\omega_0 f_m + 2\omega_1 f_{m-1} + 2\omega_2 f_{m-2} + \dots + 2\omega_{m-1} f_1 + \omega_m f_0);$$

або:

$$\omega_m = f_m + \frac{\Delta t}{2} \left(\omega_0 f_m - 2 \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i f_{m-i} + \omega_m f_0 \right).$$

Таким чином отримуємо наступні співвідношення:

$$\left. \begin{aligned} \omega_0 &= f_0; \\ \omega_1 &= f_1 + \frac{\Delta t}{2}(\omega_0 f_1 + \omega_1 f_0); \\ \omega_2 &= f_2 + \frac{\Delta t}{2}(\omega_0 f_3 + 2\omega_1 f_2 + 2\omega_2 f_1 + \omega_3 f_0); \\ \omega_3 &= f_3 + \frac{\Delta t}{2}(\omega_0 f_3 + 2\omega_1 f_2 + 2\omega_2 f_1 + \omega_3 f_0); \\ &\dots \\ \omega_m &= f_m + \frac{\Delta t}{2}\left(\omega_0 f_m + 2\sum_{i=1}^{m-1}\omega_i f_{m-1} + \omega_m f_0\right) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Система рівнянь дозволяє за відомим дискретним рядом значень густини розподілу наробітків на відмову f_i знайти ряд значень параметру потоку відмов ω_i :

$$\left. \begin{aligned} \omega_0 &= f_0; \\ \omega_1 &= [f_1 + \Delta t \omega_0 f_1 / 2] / (1 - \Delta t f_0 / 2); \\ \omega_2 &= [f_2 + \Delta t(\omega_0 f_2 + 2\omega_1 f_1) / 2] / (1 - \Delta t f_0 / 2); \\ &\dots \\ \omega_m &= \left[f_m + \Delta t \left(\omega_0 f_m + 2 \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i f_{m-1} \right) / 2 \right] / (1 - \Delta t f_0 / 2) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Якщо є відомим ряд значень параметру потоку відмов ω_i , то за співвідношеннями (7) можна здійснити зворотнє вирішення інтегрального рівняння (1) та визначити ряд значень густини розподілу f_i наробітку на відмову:

$$\left. \begin{aligned} f_0 &= \omega_0; \\ f_1 &= (\omega_1 - \Delta t \omega_1 f_0 / 2) / (1 + \Delta t \omega_0 / 2); \\ f_2 &= [\omega_2 - \Delta t(2\omega_1 f_1 + \omega_2 f_0) / 2] / (1 + \Delta t \omega_0 / 2); \\ &\dots \\ f_m &= \left[\omega_m (1 - \Delta t f_0 / 2) - \Delta t \sum_{i=1}^m \omega_i f_{m-1} \right] / (1 + \Delta t \omega_0 / 2) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Розраховуючи за статистичними даними оцінки параметру потоку відмов в різних інтервалах наробітку Δt і вирішуючи інтегральне рівняння (1) за допомогою рекурентних співвідношень (9), визначаємо густину розподілу наробітку на відмову у вигляді дискретного ряду $f_0, f_1, f_2, \dots, f_m$.

Інтегруючи функцію $f(t)$ визначаємо імовірність відмов $Q(t)$ та імовірність безвідмовної роботи машин $P(t)$:

$$Q(t) = \int_0^t f(t) dt; \quad (10)$$

$$P(t) = 1 - Q(t). \quad (11)$$

Порівняння отриманих результатів при дослідженнях показників безвідмовності, які були отримані аналітичними та чисельними методами показали високу та точність та узгодженість оцінок на всьому діапазоні часу досліджень. При цьому слід відмітити безсумнівність практичних переваг та ефективності використання чисельного методу в тих випадках, коли вид закону розподілу наробітку на відмову невідомий і визначити його за наявною статистичною інформацією про відмови не завжди доцільно.

Література:

1. Кокс Д. Р., Смит В. Л. Теория восстановления. Пер. с англ., под ред. Беляева Ю. К – М.: “Советское радио”, 1967.-330 с.

2. Смит В. Л. Теория восстановления и смежные с ней вопросы. – М.: “Математика”, 1961, № 3 – 5.
3. Гнеденко Б. В., Беляев Ю.К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. – М: Наука, 1965. – 524 с.
4. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа. – М.: ГИФМЛ, 1958. – 218 с.
5. Смирнов В. И. Курс высшей математики. – М.: ГИТТЛ, 1957, том 4. – 522 с.

11. А.М. Пахучий, к.т.н, доцент, Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, В.В. Калайда, А.В. Бережний, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ОБТІКАЧА ОБЧІСУВАЛЬНОЇ ЖНИВАРКИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Вирішення проблеми підвищення ефективності зернозбиральної техніки, зокрема, з використанням при прямому комбайнуванні жнивareк обчисувального типу, передбачає побудову схеми технологічного процесу та розрахунок раціональних конструктивних параметрів, що зумовлюють якісне виконання процесу збирання рослин на корені.

Для забезпечення виконання процесу обчисування рослин необхідно враховувати властивостей культури, що збирають за означеною технологією. Це зумовлює якість та енергоємність виконання технологічного процесу збирання врожаю методом обчисування рослин на корені.

Основне функціональне призначення обтікача жнивareк обчисувального типу є приведення рослинної маси у «стан обчисування» шляхом нахилу рослин вперед у напрямку руху комбайну, що зумовлює компенсацію ярусності рослин. Обтікач взаємодіє з рослинами і здійснює підготовку стебелі частини врожаю до контакту з обчисуючим барабаном, що є важливим етапом процесу роботи жнивareк [1, 2].

Фізико-механічні властивості стебел льону олійного визначають їх поведінку під впливом механічних сил, що з'являються під час їх взаємодії з обтікачем жнивareк обчисувального типу, з точки зору згинання рослини. Стеблова маса льону олійного – це реологічний матеріал, властивості якого відповідають неньютонівським законам, які впливають з їх поведінки з точки зору пластичності та еластичності.

Для полегшення моделювання та оптимізації комбінованих процесів комбайнування необхідно враховувати біометричні показники рослин льону олійного. Для сорту Орфей (селекція Інституту олійних культур НААН, стандарт) біометричні показники представлені в таблиці.

Таблиця – Біометричні показники льону олійного сорту Орфей

Значення	Висота рослини, см	Технічна довжина рослини, см	Кількість стебел, шт.	Кількість коробочок, шт.	Кількість насіння, шт.	Маса 1000 насіння, г	Маса однієї рослини, г	Потенційна врожайність, т/га
Мін.	42,43	30,95	1,03	12,25	62,63	6,90	0,48	1,94
Макс.	49,68	40,25	1,05	13,80	77,10	7,74	0,53	2,12
Середнє	46,05	35,60	1,04	13,03	69,87	7,32	0,51	2,03

На рисунку 1,а зображено структурну схему рослину льону олійного у вигляді двох ділянок: І – стеблова зона (циліндр); ІІ – зона розгалуження (сектор кулі). При взаємодії обтікача жнивareк обчисувального типу зі стебловою масою льону олійного відбувається процес згинання рослини, фізичну модель якого розглянемо на основі теорії пружності. Обтікач жнивareк діє на стебло рослини із силою P , зона розгалуження рослини відхиляється від положення рівноваги під впливом сили тяжіння G . Розглянемо плоску задачу в площині перерізу рослини xOy (рисунки 1,б).

Диференціальне рівняння зміни форми стебла рослини під впливом сил P і G запишемо у вигляді:

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -Py - G_I x_{Ic} - G_{II} x_{IIc}, \quad (1)$$

де E – модуль пружності стеблової зони рослини, Па;

I – момент інерції рослини, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

x, y – координати, м;

P – критичне навантаження, Н;

G_I, G_{II} – сила тяжіння стеблової зони і зони розгалуження, відповідно, Н;

x_I, x_{II} – координата x центра мас стеблової зони і зони розгалуження, відповідно, м.

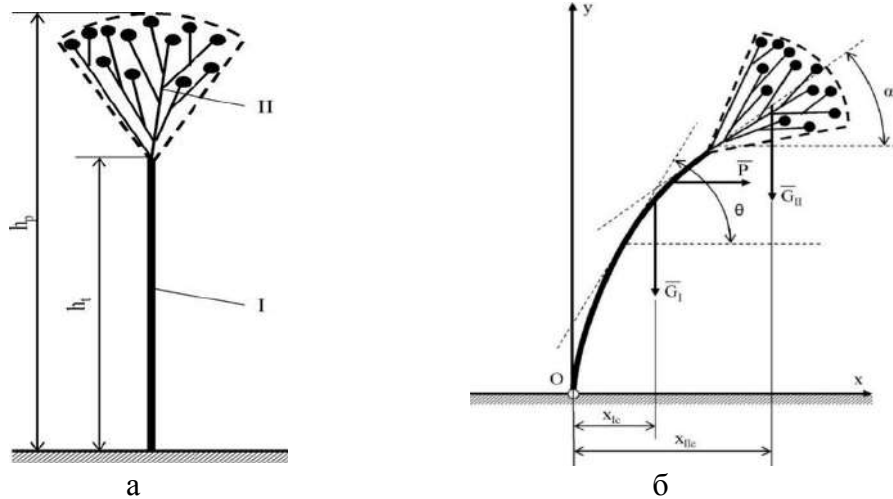


Рисунок 1 – а) - структурна схема рослина льону олійного:

I – стеблова зона (циліндр); II – зона розгалуження (сектор кулі); б) - схема сил, що діє на рослину льону олійного.

Перейдемо до більш точного диференціального рівняння зігнутої осі стеблової зони рослини. Позначаючи через θ кут, що складає дотичну до вигнутої осі стеблової зони рослини з віссю x , і через s довжину викривленою осі стеблової зони рослини, відлічувану від нижнього до верхнього кінців, напишемо це рівняння в такому вигляді:

$$EI \frac{d\theta}{ds} = -Py - G_I x_{Ic} - G_{II} x_{IIc} . \quad (2)$$

Перетворюючи маємо

$$\frac{EI}{2} \frac{d}{ds} \left(\left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 \right) = P \frac{d}{ds} (\cos \theta) . \quad (3)$$

Інтегруючи рівняння (3) отримуємо

$$\frac{EI}{2} \left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 = P \cos \theta + C . \quad (4)$$

Підставляючи знаходимо

$$\frac{EI}{2} \left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 = P(\cos \theta - \cos \alpha) , \quad (5)$$

$$\frac{d\theta}{ds} = \sqrt{\frac{2P}{EI}} (\cos \theta - \cos \alpha) , \quad (6)$$

$$ds = \sqrt{\frac{EI}{2P}} \frac{d\theta}{\sqrt{(\cos \theta - \cos \alpha)}} . \quad (7)$$

Інтегруючи (7) в діапазоні від 0 до α отримуємо залежність для знаходження технічної довжини стеблової зони:

$$h_t = \sqrt{\frac{EI}{2P}} \int_0^\alpha \frac{d\theta}{\sqrt{(\cos \theta - \cos \alpha)}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{EI}{P}} \int_0^\alpha \frac{d\theta}{\sqrt{\left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2} \right)}} . \quad (8)$$

Вставляючи в вираз (8) замість θ нову змінну φ отримуємо:

$$h_t = \sqrt{\frac{EI}{P}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{(1 - p \sin^2 \varphi)}} . \quad (9)$$

Підставляючи (8) в (9) остаточно маємо вирази для розрахунку координат кінцевої точки стеблової зони

$$\begin{cases} y_{kl} = \frac{2\sqrt{2}h_t}{\pi} \sqrt{(1-\cos\alpha)}, \\ x_{kl} = \frac{2\sqrt{2}h_t}{\pi} \frac{(1-\cos\alpha)F_2\left(\frac{\alpha}{2}, \operatorname{sech}^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right) + \cos\alpha F_1\left(\frac{\alpha}{2}, \operatorname{sech}^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)}{\sqrt{(1-\cos\alpha)}}. \end{cases} \quad (10)$$

Підставляючи в систему рівнянь (10) біометричні параметри рослини льону олійного, а саме його технічну висоту $h_t = 0,3-0,4$ м і враховуючи густоту стояння рослин $n = 60 - 80$ шт. на 1 м отримуємо графічну інтерпретацію процесу їх згинання під дією обтікача обчисувальної жниварки (рис. 2 – 3).

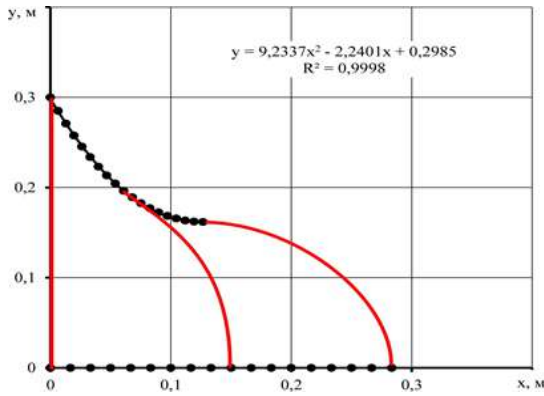


Рисунок 2 – Вигин стебла рослини льону олійного під дією обтікача жниварки при $h_t = 0,3$ м і $n = 60$ шт

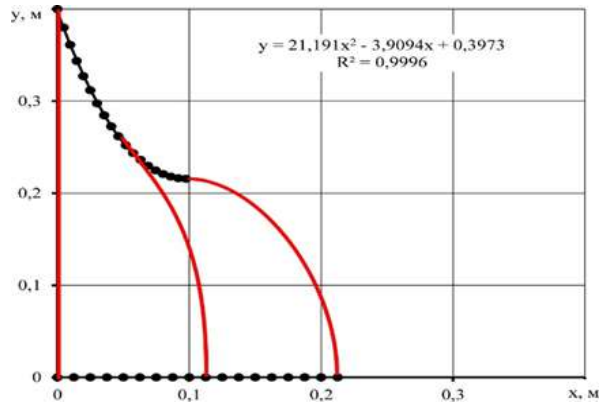


Рисунок 3 – Вигин стебла рослини льону олійного під дією обтікача жниварки при $h_t = 0,4$ м і $n = 80$ шт

Як видно з рис. 3 – 4 верхня крива описує раціональну форму обтікача жниварки із високим коефіцієнтом кореляції $R = 0,99$, рівняння якого можна представити у вигляді полінома другого ступеня:

$$y = ax^2 + by + c \quad (11)$$

де a, b, c – коефіцієнти рівняння.

Маємо рівняння раціональної форми обтікача обчисувальної жниварки у декартовій системі координат:

$$\begin{aligned} y = & (-27,1478 + 80,611h_t + 0,195972n)x^2 + \\ & + (2,80374 - 12,6827h_t - 0,0201917n)y \\ & - 0,00199444 + 0,991333h_t - 0,000015n. \end{aligned} \quad (12)$$

В результаті теоретичних досліджень процесу згинання рослини льону олійного під дією обтікача жниварки обчисувального типу на основі теорії пружності, отримано рівняння раціональної форми обтікача у декартовій системі координат у вигляді полінома другого ступеня, в залежності від фізико-механічних параметрів рослин і густоти їх стояння.

Список використаних джерел

1. Козаченко О.В. Обґрунтування форми обтікача обчисувальної жниварки для збирання льону олійного /О.В.Козаченко, С.О.Дьяконов, А.М.Пахучий//Вісник Сумського національного аграрного університету. Суми: СНАУ. - 2018. Вип. 5(33). С. 48 - 52.
2. Kozachenko O. Experimental Substantiation of the Rational Parameters for a Reaping Machine of the Comb Type for Harvesting Oil Flax Seeds Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., SorokinS, Dyakonov S., GusarenkoN, Kadenko V. // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. Vol 5, № 1 (107), 2020. с. 64 - 69.

12. Д.О. Лейбюк, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦИКОРІЮ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ПОРІВНЯЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Цикорій – цінна технічна культура. Корені його використовують у фармацевтичній, кавовій, спиртовій та кондитерській галузях. Цінність цикорію визначається вмістом у коренеплодах різних видів цукрів, в т. ч. - інуліну, фруктози, глюкозиду інтибіну, різних видів корисних для організму і рідкісних в натуральних продуктах кислот, вітамінів, а також мікроелементів з включенням заліза, міді, цинку, хрому.

Зоною вирощування цикорію на Україні є Хмельницька та Житомирська області. Середня врожайність цикорію становить 150-350 центнерів з гектара.

Не зважаючи на постійно високий попит на цикорій і продукти його переробки, посівні площі під ним неухильно скорочуються. Що пояснюється низьким рівнем механізації технологічних процесів при його вирощуванні і насамперед при виконанні технологічної операції викопування коренеплодів. Це в свою чергу обумовлено специфічними фізико-механічними характеристиками коренів цикорію, а саме його крихкістю (ударна в'язкість коренів цикорію у декілька разів менша від ударної в'язкості найкрихкішого матеріалу фенопласту [1]), що приводить до травмування коренів цикорію під час збирання і в кінцевому випадку до значних втрат урожаю.

В зв'язку з цим, назріло питання розробки робочих органів коренезбиральних машин які звели б до мінімуму травмування крихких коренеплодів, типу цикорію і відповідно зменшили їх втрати під час збирання врожаю.

Конструктивну схему копача для викопування коренеплодів цикорію наведено на рис. 1, а загальний вигляд агрегату – на рис. 2 [2-4]).

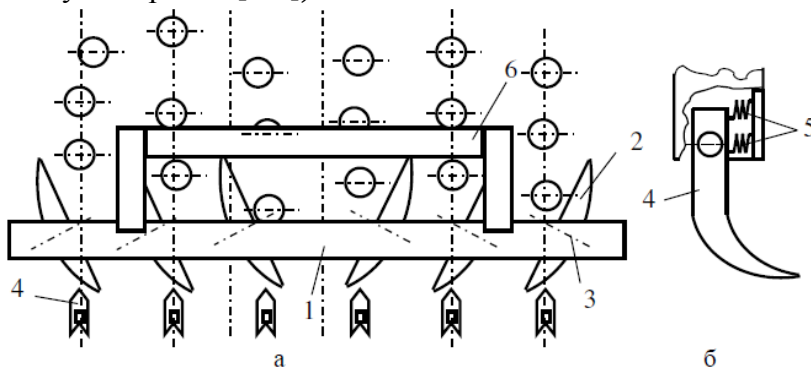


Рис. 1. Конструктивна схема а – копача для викопування коренеплодів цикорію: 1 – рама; 2 – сферичний диск; 3 – вісь диска; 4 – розрихлювач; 5 – пружина; 6 – сниця; б – схема кріплення лапи

Аналіз наведених показників (табл. 1) якості викопування та підбирання коренеплодів цикорію показує, що модернізована машина дозволяє значно покращити показники втрат і пошкодження коренеплодів порівняно з показниками базової машини.

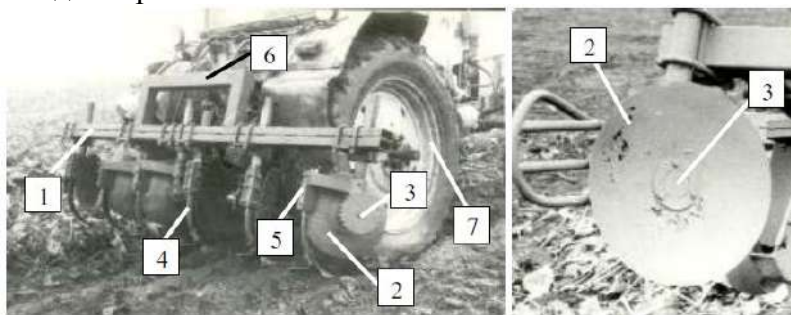


Рис. 2. Загальний вигляд агрегату для викопування коренеплодів цикорію: 1 – рама; 2 – сферичний диск; 3 – вісь диска; 4 – розрихлювач; 5 – пружина; 6 – сниця; 7 – трактор

При цьому загальні втрати коренеплодів, які викопуються комбінованим копачем знижуються в 2,4 раза відносно показника базового копача – 2,2 % у модернізованій коренезбиральній машини проти 5,3 % у базової, що логічно пояснюється застосуванням лапи розрихлювача, а також адекватно регламентує зниження у 3,2 раза кількості невикопаних (залишених у ґрунті) підземних частин коренеплодів цикорію – 4,5 % у базового копача проти 1,4 % у комбінованого копача.

Показники втрачених коренеплодів, які обумовлюються кількістю невикопаних цілих коренеплодів, залишених на поверхні ґрунту та присипаних ґрунтом у порівнювальних машин однакові та становлять, відповідно, 0,1 %; 0,5 % і 0,2 %.

Значне зниження загальної кількості пошкоджень коренеплодів цикорію (приблизно у 2 рази – 20,7 % у базового копача проти 10,1 % у комбінованого копача) комбінованим копачем також підтверджує технологічну доцільність його застосування та є суттєвим у плані подальшого удосконалення технологічного процесу збирання крихких коренеплодів, які залягають у ґрунті на доволі значних глибинах, при цьому кількість коренеплодів із зламанною хвостовою частиною зменшується приблизно у 4,5 раза.

Показники якості за складом зібраного вроху коренеплодів цикорію під час їх збирання модернізованою та базовою коренезбиральними машинами суттєво не відрізняються та приблизно однакові.

Незначне збільшення загальних домішок (на 2,0 %) у зібраному вроші коренеплодів цикорію та складових компонентів домішок (вільного та налиплого ґрунту на коренеплодах, залишків гички на головках коренеплодів – на 0,4 %, рослинних решток – на 1,2 %, вільної гички та бур'янів – на 0,8 %) у базового копача відносно комбінованого копача є наслідком меншої загальної маси зібраних коренеплодів кожної окремої проби, або більшими порівняно з комбінованим копачем загальними втратами коренеплодів цикорію.

Висновки. Таким чином, можна констатувати, що застосування удосконаленого комбінованого копача у технологічній схемі базової коренезбиральної машини дозволяє значно зменшити загальні втрати та пошкодження коренеплодів цикорію за рахунок застосування лапи розрихлювача, яку встановлено на вібраційній пружній підвісці.

На основі проведеного аналізу порівняльних польових досліджень удосконаленої та базової коренезбиральної машини можна стверджувати, що використання розробленої конструкції комбінованого копача з обґрунтованими його конструктивно-кінематичними параметрами забезпечує значне підвищення ефективності процесу збирання коренеплодів цикорію і є перспективним напрямком для подальшого удосконалення технологічного процесу збирання крихких коренеплодів, яке досягнуто за рахунок встановлення розрихлювача.

Таблиця 1

Показники якості виконання технологічного процесу збирання коренеплодів цикорію під час проведення порівняльних досліджень

Найменування показників	Значення показників		
	Модерні- зована	Базова	АТВ
Робоча швидкість руху машини, м/с	1,4	1,4	до 1,4
Глибина ходу диска, см	9,0	9,0	-
Глибина ходу лапи розрихлювача, см	16,0	-	-
Якість підкопування і підбору коренеплодів, %:			
- зібрано машиною	97,8	94,7	97,5
- втрати, всього	2,2	5,3	2,5
у тому числі:			
- невикопаних цілих коренеплодів	0,1	0,1	-
- невикопаних частин коренеплодів	1,4	4,5	-
- на поверхні ґрунту	0,5	0,5	-
- присипаних ґрунтом	0,2	0,2	-
Склад вроху зібраних коренеплодів, %:			
- коренеплоди	93,8	91,8	92,0
- домішки, всього	6,2	8,2	8,0
у тому числі:			
- вільного ґрунту	1,4	1,8	1,5
- налиплого ґрунту на коренеплодах	1,5	1,9	-
- рослинних решток, всього	3,3	4,5	3,5
у тому числі:			
- вільної гички та бур'янів	1,8	2,6	2,0
- залишків гички на головках коренеплодів	1,5	1,9	1,5
Пошкодження коренеплодів, %:			
- всього	10,1	20,7	15,0
у тому числі:			
- з зламанною хвостовою частиною	2,4	10,9	
- з ранами тіла	3,2	3,2	
- сильнопошкоджених	4,5	6,6	7,0

Список використаних джерел

1. Булгаков В.М. Результати експериментального дослідження вібраційного викопування коренеплодів буряків / В.М. Булгаков, І.В. Головач, Д.Г. Войтюк, С.В. Фінько // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К. : НАУ, 2003. – Вип. 60. – С. 86-92.
 2. Гевко Р.Б. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів робочих органів бурякозбиральних машин: дис. ... доктора техн. наук : 05.05.11 / Гевко Роман Богданович. – К., 2000. – 362 с.
 3. Гречка В. Сучасні тенденції розвитку конструкцій для збирання цукрових буряків / Василь Гречка, Петро Войтюк, Віктор Куліш // Пропозиція. – 2003. – № 11. – С. 96-98.
- Погорелый Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорелый, М.В. Татьянко. – К. : Феникс, 2004. – 232 с.

13. Є.Г. Стефанко, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОБРИВ

Наукою та практикою доведено [1], що для досягнення максимальної ефективності добрив необхідно виконання наступних вимог до техніки їх внесення:

- рівномірне розташування добрив по площі поля;
- скорочення тривалості термінів від внесення добрив в ґрунт до початку використання їх рослинами;
- обмеження ступеню переміщування водорозчинних форм добрив з ґрунтом;
- оптимальна глибина загортання добрив у ґрунт;
- оптимальне просторове розміщення добрив відносно посівних рядків і кореневої системи рослин.

Нерівномірний розподіл добрив на поверхні поля зумовлює строкатість урожайності, різні строки дозрівання культур, вилягання, погіршення якості продукції. Розвиток машин для внесення добрив сприятливий, у першу чергу, в напрямку підвищення ефективності застосування добрив шляхом поліпшення якості їх розподілу по поверхні ґрунту. Понад 90% сучасних машин для внесення добрив обладнують відцентровими розсіювальними робочими органами, які успішно вносять гранульовані органо-мінеральні добрива і хіммеліоранти. Машини для внесення мінеральних добрив повинні досить точно (рівномірно) їх вносити. На сьогодні деякі параметри внесення є занадто великими, так нерівномірність по ширині захвату у машин вітчизняного виробництва досягає 60-80%, що призводить до зниження ефективності. Таким чином, обґрунтування конструкції та параметрів відцентрового робочого органу машини для внесення добрив є актуальною задачею [1-5].

У ході експерименту встановлювали основні механіко-технологічні властивості добрив, що використовувалися для досліджень.

Для визначення вологості, питомої ваги, коефіцієнтів внутрішнього та зовнішнього тертя, коефіцієнта відновлення при ударі застосовували стандартні методики [4]. Оригінальними можна вважати методики визначення допустимої швидкості удару гранул об металеву поверхню та встановлення їх аеродинамічних властивостей.

Допустиму швидкість удару розраховували за наступною схемою (рис. 1).

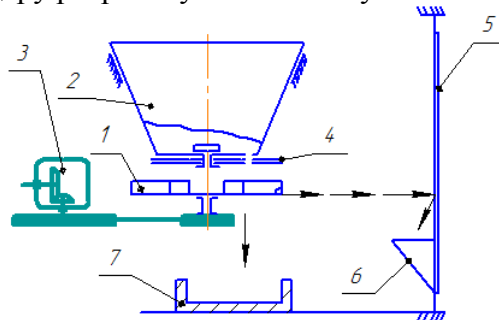


Рис. 1. Схема до визначення допустимої швидкості удару гранули добрива по металевій поверхні

Лабораторна установка складається з лопатєвого вала 1 з вертикальною віссю обертання, бункера 2, механізму приводу з встановленим тахометром 3, дозатора 4, світлопоглинального екрана 5, збірника відпрацьованого матеріалу - кармана 6 та лотка 7.

Перед початком роботи відбирали 1,0-2 кг досліджуваного добрива і визначали його гранулометричний склад. Фракції, менші за 1,0 мм та більші за 5,0 мм відкидали. Добрива завантажували в бункер, включали електродвигун і тиристорним регулятором встановлювали початкову швидкість обертання ротора. Відкривали заслінку бункера і спрямовували потік у зону дії лопатей. При потраплянні на лопать добрива відбиваються в напрямку збірника 6. Не відбиті гранули потрапляють у лоток 7. Гранули зі збірника 6 і лотка 7 змішували і визначали фракційний склад. Результат порівнювали з вихідним. Експеримент проводять поступово збільшуючи швидкість обертання до фіксування різниці за масою дрібних фракцій, що свідчить про наявність травмування. Швидкість удару визначали як $V = \omega \cdot R$, де ω - кутова швидкість, с^{-1} ; R - відстань від центра обертання до точки контакту, м.

Щодо вологості гранул, то вона надзвичайно впливає на допустиму швидкість удару.

Вологість добрив визначали за ОСТ 70.2.15-73 «Испытание сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний».

Коефіцієнт парусності розраховували за формулою:

$$K_{\Pi} = g/V^2,$$

де g - прискорення вільного падіння; V - критична швидкість.

Критичну швидкість встановлювали на парусному класифікаторі дещо зміненої конструкції (рис. 2), у якому швидкість потоку заміряли безпосередньо анемометром 3.

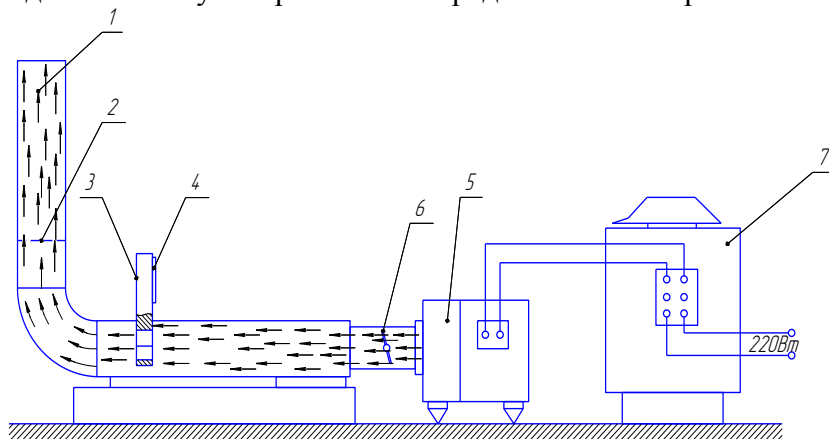


Рис. 2. Схема модифікованого парусного класифікатора: 1 – труба; 2 – сітка; 3 – анемометр; 4 – екран анемометра; 5 – дросель; 6 – вентилятор; 7 – трансформатор

У пристрої повітряний потік утворюється вентилятором 5, який живиться від трансформатора 7. Швидкість потоку регулюється заслінкою 6. Застосування анемометра 3, на відміну від трубки Піто, дозволяє безпосередньо заміряти швидкість без виконання допоміжних розрахунків. До того ж конструкція анемометра (рис. 3) сприяє вирівнюванню потоку, тобто робить його ламінарним.



Рис. 3. Використаний в дослідях анемометр DT-318

Висновки. Розроблені методики мають відмінності від загальновідомих. Використання їх, як

показали проведені експерименти, є виправданим. Методики забезпечують отримання дослідних параметрів з обумовленою точністю $\pm 10\%$.

Запропонована методика визначення допустимої швидкості удару гранули по металевій поверхні, у тому числі і з урахуванням вологості гранул. Проведені дослідження показали доцільність використання такої методики.

Список використаних джерел

1. Кобець А.С. Дослідження руху частинки мінеральних добрив з врахуванням опору навколишнього середовища/ А.С. Кобець, В.М. Швайко, М.І. Ролдугін, Н.О. Нагієва // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Випуск 93. – «Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському виробництві». – Харків, 2010 – С. 122-127
2. Кобець А.С. Моделювання технологічного процесу відцентрового розкидача мінеральних добрив/ А.С. Кобець, Н.О. Нагієва // «Моделювання технологічних процесів в АПК». – Мелітополь 2010. – С. 145-160.
3. Кобець А.С. Стан та перспективи розвитку конструкцій розкидачів мінеральних добрив з оптимізацією їх експлуатаційних режимів / А.С. Кобець, Н.О. Нагієва // «Сучасні проблеми землеробської механіки». – Київ 2010. – С. 95-102.
4. Ільченко В.Ю. Енергетична оцінка роботи розкидачів мінеральних добрив / В.Ю. Ільченко, Н.О. Нагієва, Р.Г. Пономаренко, А.М. Пугач // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка випуск № 109 «Проблеми технічної експлуатації машин». – Харків 2011. – С. 186-194.
5. Кобець А.С. Покращення якісних показників відцентрових розкидачів / А.С. Кобець, Н.О. Нагієва // Наукові нотатки. «Інноваційні технології в агропромисловому і лісовому комплексах та переробній галузі». – Луцьк 2011. – С. 125-132.

14. Н.Я. Слотвінська, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

КОНЦЕПЦІЯ ТА СИСТЕМО-АНАЛОГОВА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНО-ПОСІВНОГО АГРЕГАТА

Вітчизняні машинобудівники та підприємства провідних країн світу для сівби сидератів пропонують технічне забезпечення, яке постійно розвивається і вдосконалюється. Ефективними знаряддями такого напрямку є модульні ґрунтообробно-посівні агрегати, які забезпечують сівбу сидеральних культур одночасно з обробітком ґрунту.

В Україні налагоджено виробництво власних ґрунтообробних агрегатів, які можуть бути використані в складі ґрунтообробно-посівних модулів. Відкритим залишається питання наявності висівного модуля. Зважаючи на це, необхідно провести порівняльну оцінку наявних на ринку висівних модулів для їх удосконалення, зокрема, конструкційних параметрів розсіювачів та адаптувати до ґрунтообробного модуля режими роботи двох окремих знарядь.

Комбінований (модульний) КГПА (рис. 1), який для досягнення задачі формування визначеної норми висіву (незалежно від стійкості агрегата) та рівномірності розсіву насіння на визначені площі, повинен синтезувати технологічний процес (узгодження технологічних операцій) за схемою [$<$ швидкість агрегата – задана норма висіву насіння $>$ – $<$ транспортування насіння пневмопроводом та розсів тарілчастим розсіювачем (з визначеними раціональними параметрами) $>$]. З урахуванням результатів відомих наукових досліджень [1] та практичних рішень [2] такий підхід можна запропонувати як концепцію, яка реалізується за представленою системо-аналоговою моделлю КГПА (рис. 2). Концепція і модель передбачають синтез двох блоків через систему інформаційно-керівного засобу (ІКЗ), тобто класичний (індуктивний) підхід до визначення взаємозв'язків окремими підсистемами об'єкта [3].

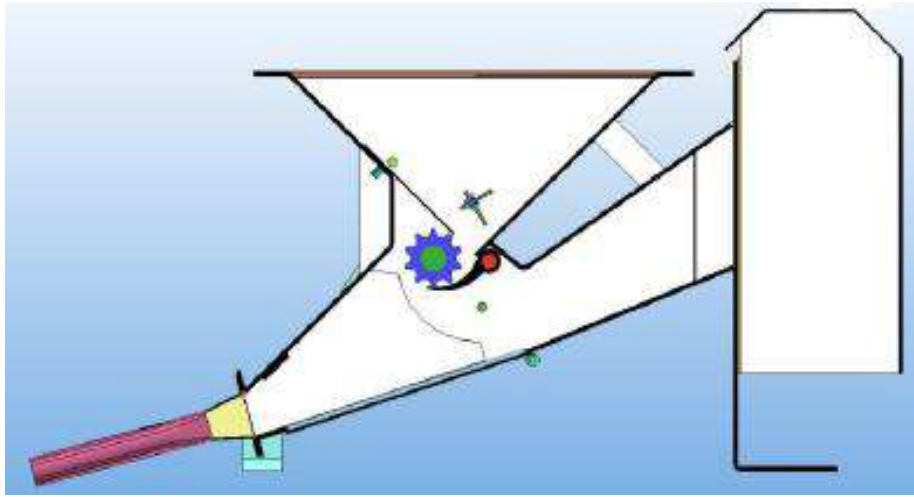


Рис. 1. Висівний модуль пневмо-ударно-гравітаційної дії з електроприводом

Перший блок функціональних показників технологічності покликаний за допомогою ІКЗ забезпечити стабільність технології – досягнення встановленої норми висіву насіння N_z залежно від швидкості руху V_{ag} за вхідних параметрів N_z і V_{ag} .

Другий блок функціональних показників якості для дотримання рівномірності (щільності) розсіву насіння на оброблюваній площі S за вихідними параметрами V_{ag} , N_z , програмним забезпеченням (на стаціонарі) визначає установку швидкості транспортування насіння $V_{пн}$ у пневматичному насіннепроводі, параметри тарілчастого розсіювача (кут розкриття пластини - β та установки його по висоті і ширині агрегата – H_d , L_p).

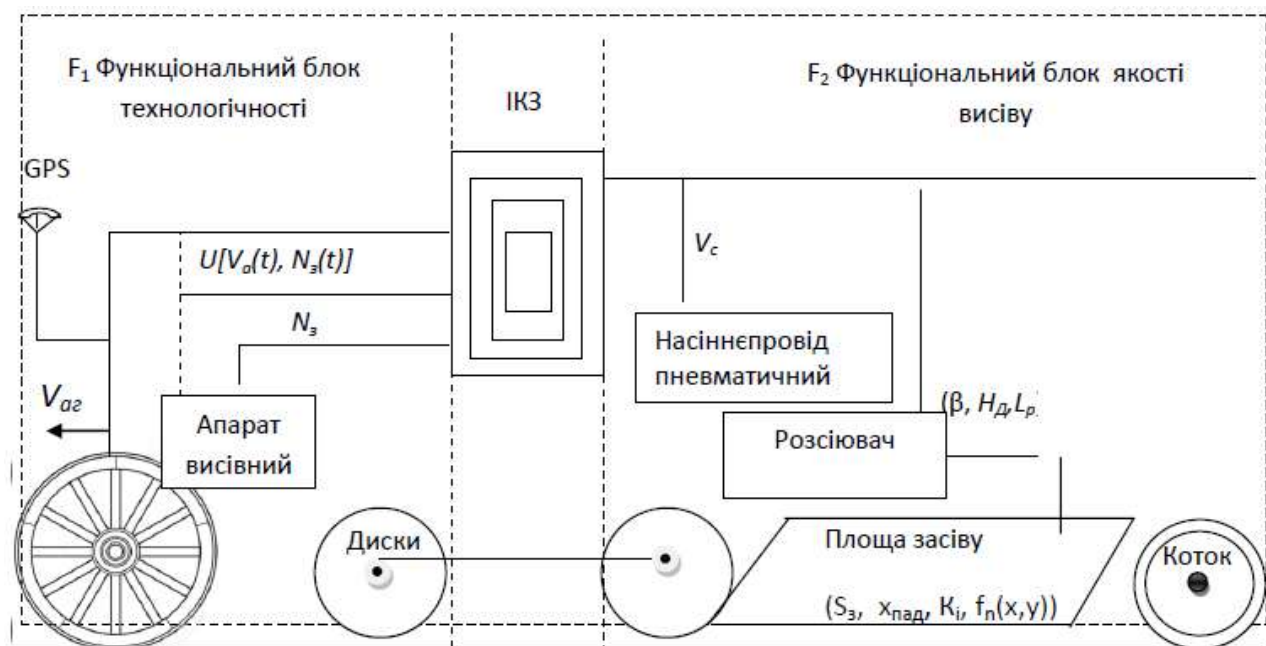


Рис. 2. Системо-аналогова модель комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегата для сівби сидеральних культур з поєднанням блоків технологічності та якості

У нашому випадку концепція визначає послідовність технологічних процесів (поєднань) та автоматизоване керування режимами роботи складових модулів у реальному часі, відображає покроково узгоджений технологічний процес поєднань за критеріями системного узгодження вимог агротехнології (рис. 2).

До компонентів, які визначаються у дослідженні першого блоку, відносяться взаємопов'язані між собою параметри: швидкість руху агрегата V_{ag} та норма видачі насіння з бункера, яка залежить від кутової швидкості висівної котушки ω_r . Для підтримання сталості значень кількості посівного матеріалу і числа обертів висівної котушки зі зростанням або падінням швидкості руху V_{ag} посівного агрегата на окремих ділянках поля, змінюється час T його переміщення і необхідна

продуктивність висіву для певної окремої ділянки, що визначає зміну кутової швидкості ω котушки.

Відповідно, до компонентів, які визначаються під час розгляду другого критерію, відносяться такі параметри: швидкість повітрянонасіневої суміші в насіннепроводі V_c , конструкційні параметри розсіювачів (кут розкриття β , висота розміщення розсіювача над полем HD), від яких залежить забезпечення рівномірності розсіювання та щільність розподілу насіння по площі поля $f(x, y)$. Запропонована модель для кожного складового блоку ГПА дозволяє забезпечувати синергетичні ефекти єдиного цілісного агрегата. За цих умов кожний окремий модуль КГПА відповідає перевагам технічного узгодження інтерфейсних з'єднань із сусідами та технологічної оптимізації нестационарних стохастичних процесів внутрішніх поточкових поєднань параметрів у координатах «вхід, умова-вихід, дія». Взаємодія між елементами, які у ланцюгах утворюють технологічне поєднання, потребує моделювати явища: статистики контактних обмінів; кінематики формотворення тіл, які контактують; динаміки руху та енергетичних обмінів, які, зачіпаючи матеріальні властивості внутрішніх складових, трансформують вхідні параметри у вихідні. Динамічні явища рухів (прямолінійних, криволінійних, обертових, коливальних та інших нелінійних) охоплюють широке коло елементів конструкції з різноманітними спектрами підсилення та дисипації форм енергії.

За нашою концепцією у варіанті КГПА для сидеральних культур технологічний процес обов'язково гарантує постійну (задану, бажану, керовану) норму та рівномірність висіву насіння на площі його робочої ширини. Цільові показники функціональної агротехнологічної ефективності КГПА в реальних умовах ризиків землеробства мають забезпечувати техніко-технологічні рішення та параметри елементів сільськогосподарської машини (СГМ). Визначальними є [1-3] етапи, які включають випробування, налагодження, коригування, узгодження процедур покрокового технологічного перетворення параметрів, особливо пар взаємодії у вузлах інтерфейсних контактних з'єднань трьох взаємопов'язаних явищ: змін, дії та протидії.

Висновки. Теоретичні дослідження функціонування технологічного процесу комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегата для висіву сидеральних культур спонукають зробити такі висновки:

1. Комбінований (модульний) КГПА, який для досягнення поставленої задачі, а саме формування визначеної норми висіву (незалежно від робочої швидкості агрегата) та рівномірності розсіву насіння на визначені площі, повинен синтезувати технологічний процес (узгодження технологічних операцій) за схемою [$<$ швидкість агрегата-задана норма висіву насіння $>$ - $<$ транспортування насіння пневмопроводом та розсів тарілчастим розсіювачем (з визначеними раціональними параметрами) $>$].

2. Концепція та системо-аналогова модель передбачають синтез двох блоків через систему інформаційно-керівного засобу (ІКЗ), тобто класичний (індуктивний) підхід до визначення взаємозв'язків окремими підсистемами об'єкта визначають, що комбінований (модульний) ґрунтообробно-посівний агрегат повинен через ІКЗ забезпечити поєднання роботи двох функціональних блоків: технологічності, тобто забезпечення установленної норми висіву у разі зміни швидкості агрегата та блоку якості висіву, що визначається параметрами повітряного насіннепроводу і тарілчастого розсіювача.

Список використаних джерел

1. Баранов Г. Л., Носовський А. М., Панін В. В., Тихонов І. В., Васько С. М. Структурне моделювання та символні перетворення для управління рухом транспортних засобів. Монографія. М-во освіти і науки України. Київ. ДП «Інформ.-аналіт. агенство». 2014. 310 с.
2. Гайдай Т. Дослідження динаміки автономного висівного модуля котушкового типу для сівби дрібнонасіневих культур. Зб. наук. праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2017. Вип. 21(35). С. 131-143.
3. Кравчук В. І. Концепція гарантовано-адаптованого управління робочими процесами сільськогосподарських агрегатів та машин. Перспективи застосування технологій точного землеробства. Матер. 2-ї міжнар. наук.-практ. конфер. Київ. НАУ. 2006.

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН, В ОСНОВУ ЯКИХ ЗАКЛАДЕНІ ДИСКОВІ РОБОЧІ ОРГАНИ

Аналіз конструкцій показує, що їх можна об'єднати в дві групи:

Перша: диски встановлені індивідуально на окремих стійких (дискові плуги, дискатори, окремі види борін, наприклад, Catros);

Друга: диски об'єднані в батареї на єдиному валу (лушильники і борони традиційного виконання).

Аналіз також показує на позитивний ефект від кріплення дисків на пружних стійках: режим роботи стає більш м'яким, що позитивно відбивається на надійності конструкції, автоколивання запобігають налипанню ґрунту на поверхнях, покращується режим різання рослинних решток [1-12].

Пружні стійки доцільно встановлювати на дисках індивідуального або парного (турбодиски) кріплення. Встановлення на дискових батареях ефекту не дає, бо необхідно підвищувати жорсткість стійки, а це входить в протиріччя з самою ідеєю пружного кріплення.

Таким чином, пружні стійки доцільно застосовувати на дискаторах, турбодискових культиваторах і боронах з індивідуальним кріпленням дисків. Інші машини в цьому плані не перспективні.

Дискатори і дискові борони. Найбільш розповсюджені серед дисків є сферичні з суцільним лезом (рис. 1).

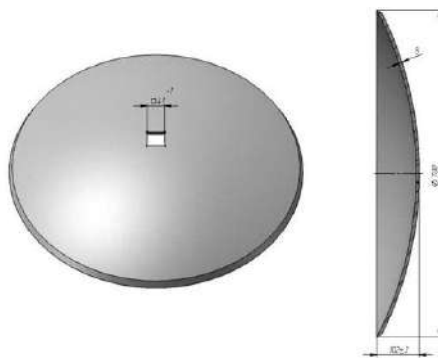


Рис. 1. Суцільний сферичний диск

Суцільний сферичний диск виконує операції підрізання, кришення, обертання і зсуву у відносно легких умовах. Диски з суцільним лезом діаметру (550-700 мм) застосовують при обробці ґрунту на глибину до 14 см та наявності на поверхні крупнестеблових пожнивних залишків. Диски меншого діаметру - при луценні ґрунту на глибину до 4-6 см і наявності на Вирізнi диски від попереднього відрізняються наявністю по периметру вирізів, що дозволяє підвищити тиск на поверхню.

Суцільний сферичний диск виконує операції підрізання, кришення, обертання і зсуву у відносно легких умовах. Диски з суцільним лезом діаметру (550-700 мм) застосовують при обробці ґрунту на глибину до 14 см та наявності на поверхні крупнестеблових пожнивних залишків. Диски меншого діаметру - при луценні ґрунту на глибину до 4-6 см і наявності на Вирізнi диски від попереднього відрізняються наявністю по периметру вирізів, що дозволяє підвищити тиск на поверхню (рис. 2).

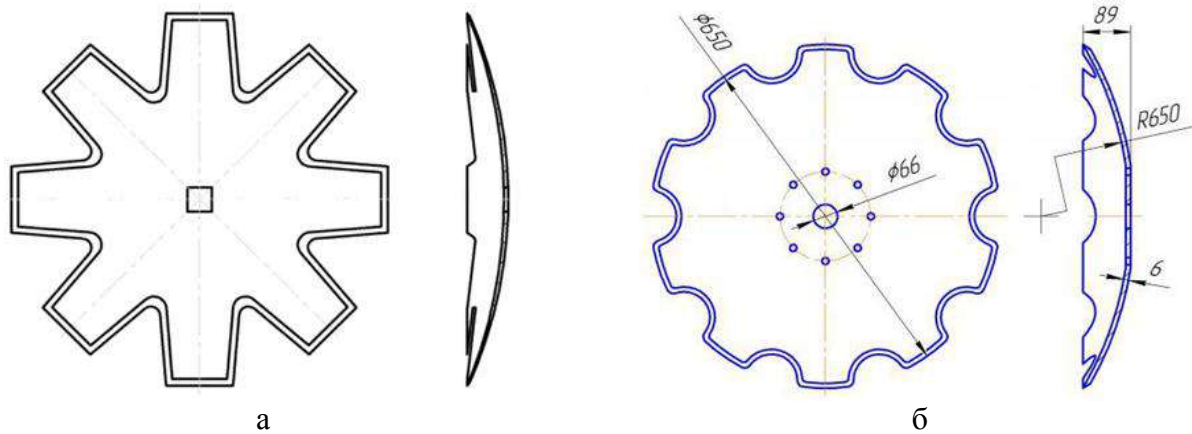


Рис. 2. Вирізні диски: а - диск з вирізами трапецеїдальної форми («Ромашка»); б - з вирізами напівкруглої форми

З метою забезпечення більш надійного обертання диска і перерізання крупнотелових культур (кукурудзи, соняшника) випускають диски з асиметричними вирізами (рис. 3).

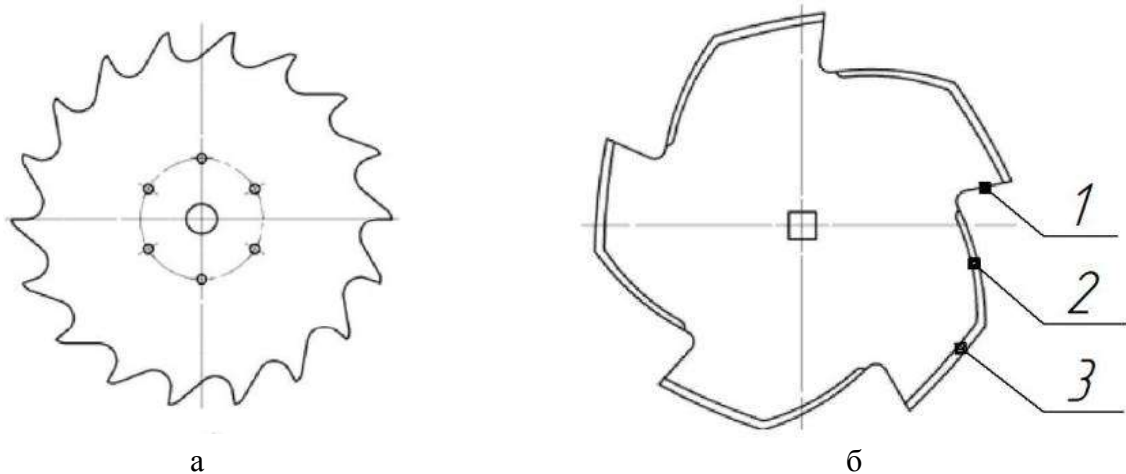


Рис. 3. Диски з асиметричними вирізами: а - з малим кроком вирізів; б - з великим кроком

Особливість конструкції полягає в тому, що лезо 1 виконане радіально по прямій лінії, а лезо 2 - плавно переходячі у зовнішній діаметр 3, утворює лінію, що забезпечує різання з ковзанням. Таким чином, лезо 1 виконує захоплення рослинних решток, а лезо 2 - перерізання.

Сферичний диск з внутрішніми і зовнішніми вирізами (рис. 4) використовується виключно на дискаторах, бо його позитивні якості проявляються тільки в тому випадку, коли диск має нахил до вертикалі. Технологічний процес відрізняється тим, що нижня частина підрізаного шару ґрунту просипається у вирізи. Тим самим, ми зменшуємо перемішування шарів. Додатково, більш мілкі грудки просипаються у вирізи, що позитивно відбивається на утриманні вологи.

Іншим позитивним елементом є зменшення тягового опору, що відбувається за рахунок зменшення площі контакту і об'єму переміщеного ґрунту.

Турбодискові культиватори. Останнім часом все більшої популярності набуває так званий вертикальний обробіток ґрунту. Сутність процесу полягає в тому, що вертикально встановлені хвилюві турбодиски (колтери) діють на оброблюваний шар вертикально. За рахунок хвилеподібної ріжучої кромки вони дроблять рослинні рештки, а розпушення ґрунту відбувається за рахунок тріщиноутворення. Різновидів дисків досить багато, але конструктивно їх можна звести до двох: з радіально розташованими рифлями і під кутом до осі обертання (рис. 5).



Рис. 4. Сферичний диск з внутрішніми і зовнішніми вирізами



Рис. 5. Турбодиски: а - з рифлями, що розташовані під кутом до осі обертання; б - з радіальним розташуванням рифлів

Турбодиски встановлюють кожен окремо або попарно і тільки на пружних опорах

Висновки. Особливість роботи дискових робочих органів на пружній стійці полягає в наявності режиму можливого резонансу, який знаходиться в діапазоні робочих швидкостей машини, від 11 до 14 км/год. для робочих органів різного конструктивного виконання. Цей режим суттєво збільшує тяговий опір і його доцільно уникати. Дискові ґрунтообробні знаряддя отримали широке розповсюдження в сучасних агротехнологіях. Машинобудівні заводи пропонують все нові й нові за конструкціями та типами робочих органів модельні ряди таких машин.

Список використаних джерел

1. Ґрунтообробні агрегати на основі дискових робочих органів: монографія / [Теслюк Г.В., Волик Б.А., Сокол С.П., Кобець О.М., Семенюта А.М.]. – Дніпропетровськ, 2016. – 144 с.
2. Кравчук В., Погорілий В., Рожанський О. та ін. Техніко-технологічні системи обробітку ґрунту в Україні // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 4. – С. 6.
3. <http://agroremmash.net.ua>.
4. <http://bcmaz.com.ua>.
5. <http://velesagro.com>.
6. <http://krasnagromash.vn.ua>.
7. <http://fermmash.com>.
8. <http://fregat.mk.ua>.
9. <http://voshod.dp.ua>.
10. <http://galmash.com>.
11. <http://donbasagromash.prom.ua>.
12. <http://chervonazirka.com>.

16. С.М. Назар, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВИХ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Грунтообробні знаряддя зі сферичними дисковими робочими органами (СДРО) мають високу технологічну надійність роботи серед інших робочих органів, що дуже важливо при підготовці ґрунту до сівби зернових у стислі строки на полях з пожнивними рештками зернових, сої, ріпаку та інших культур. Останнім часом ґрунтообробні знаряддя зі СДРО широкого застосовуються на всіх видах обробки ґрунту, починаючи від мілкого на лушценні стерні після збирання врожаю до основного в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Ці знаряддя маючи переваги у відносній простоті конструкції і експлуатаційному використанні, скорочують витрати енергії до 20 % і підвищують продуктивність праці на 20-25 % при якісному обробітку ґрунту відповідно до агровимог. Сьогодні для обробки ґрунту на глибину до 16-18 см ринок сільськогосподарської техніки пропонує ґрунтообробні знаряддя зі СДРО, диски яких встановлено під кутом до вертикалі. Деяке підвищення складності конструкції цього знаряддя окупається покращенням якості обробітку ґрунту і зменшенням витрат енергії.

В конструкціях дискових ґрунтообробних знарядь застосовуються робочі органи з різною формою та розмірами (рис. 1) [1]. Дискові борони з батарейним розміщенням робочих органів за конструкційним вирішенням дозволяють встановлювати і регулювати тільки величину кута атаки розташування дисків до напрямку руху.

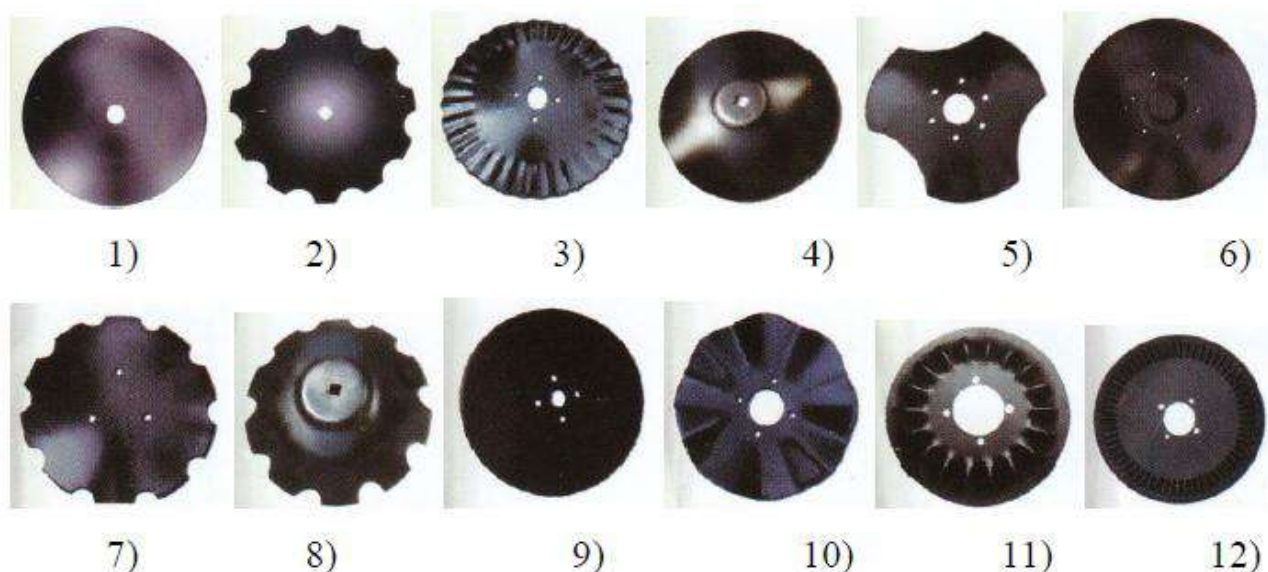


Рис. 1. Варіанти конструкційного виконання дискових робочих органів:

1 – плоский суцільний; 2 – вирізний сферичний; 3 – рифлений плоский; 4 – сферичний суцільний; 5 – конічний; 6 – купольний; 7 – безцентровий вирізний; 8 – вирізний з задньою випуклістю; 9 – плоский суцільний; 10 – плоский хвилястий; 11 – плоский з випукlostями; 12 – плоский гофрований

СДРО можуть бути класифіковані (рис. 2) за формою сферичності, загостренню леза, способу встановлення дисків в горизонтальній та вертикальній площинах.

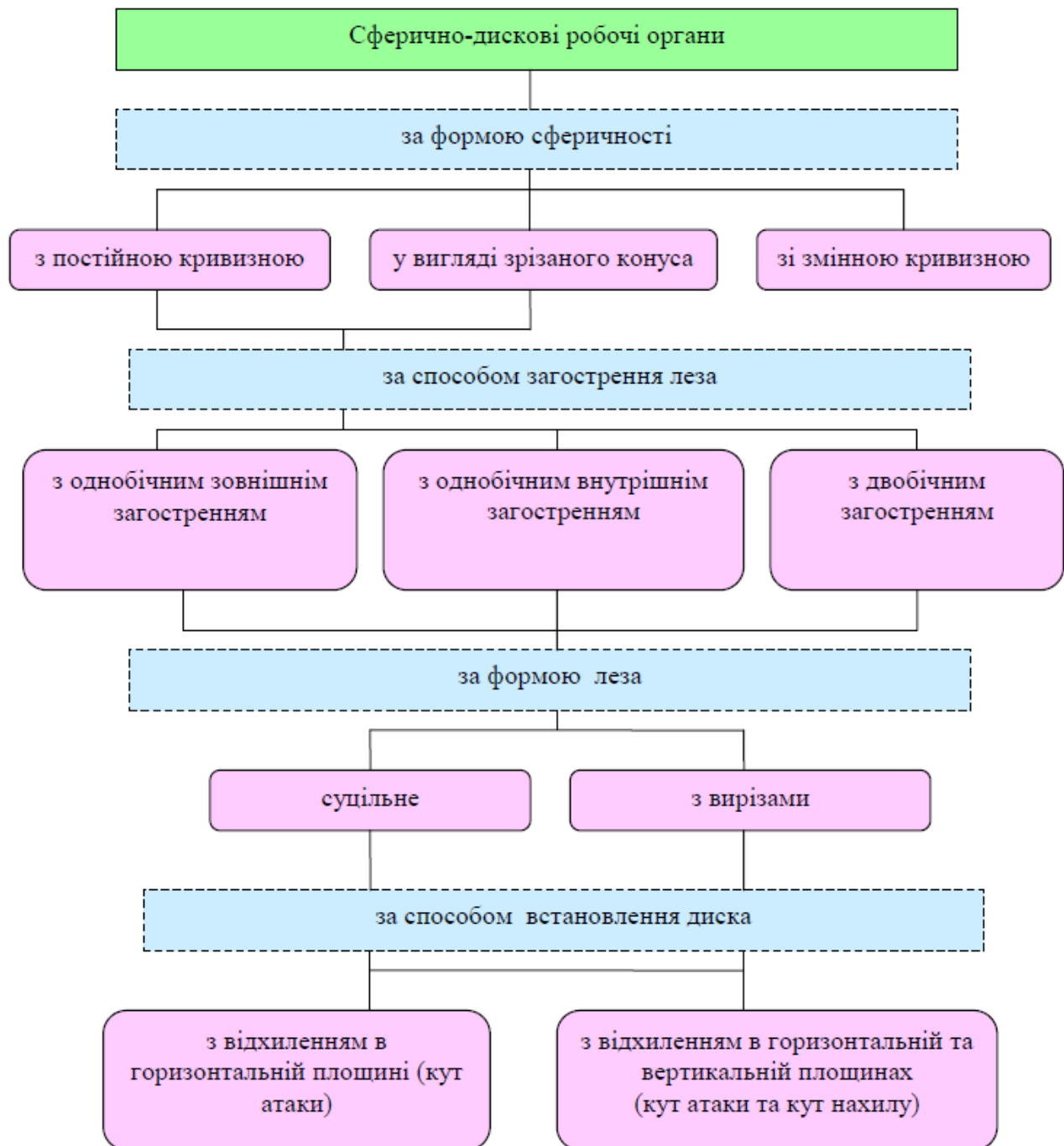


Рис. 2. Класифікація СДРО

За формою сферичності використовують дискові робочі органи з постійною кривизною, тобто сферичні, а також у вигляді зрізаного конуса. Можливі також диски зі змінною кривизною, еліптичні, параболічні та інші.

У виробництві найбільшого застосування знайшли сферичні диски з постійною кривизною сфери.

За формою загострення леза використовують диски з одnobічним зовнішнім загостренням відносно до кривизни сферичності дисків, з внутрішнім або двобічним загостренням. У виробництві найбільше застосування знайшли диски з зовнішнім загостренням.

За формою леза сферичні диски поділяються на диски з суцільним лезом та, так звані, вирізні. При цьому вирізи можуть бути трикутні, трапецієвидні, овальні та іншої форми.

За способом встановлення диска можуть бути з відхиленням в горизонтальній площині до напрямку їх руху, так званого кута атаки, для забезпечення найбільш ефективного розпушення ґрунту в залежності від його фізико – механічних характеристик. Більш універсальним встановленням дисків на вісі обертання є комбінований спосіб, коли встановлюється кут атаки і кут

нахилу до вертикалі, за рахунок чого зменшується кут різання ґрунту і зменшуються витрати енергії на обробіток ґрунту [2-4].

Слід відзначити, що СДРО застосовуються для лушення стерні, суцільного або смугового, поверхневого або глибокого обробіток ґрунту, а також в сошниках сівалок для міжрядного обробітку ґрунту при сівбі просапних культур, міжстовбурного обробітку ґрунту в садах, в якості маркерів при виконанні посівних робіт, внесенні мінеральних добрив та отрутохімікатів.

Широке застосування СДРО свідчить про їх універсальність. Проте найбільш широкого застосування вони знайшли в конструкціях дискових борін.

Дискові борони з батарейним розміщенням дисків за конструкційним вирішенням дозволяють встановлювати і регулювати тільки величину кута атаки розташування дисків до напрямку руху агрегату, чого не завжди достатньо для якісної роботи борони і зменшення сили опору ґрунту в залежності від фізико-механічних властивостей різних типів ґрунтів.

Висновки. Отже, підвищення якості роботи дискових борін передбачає застосування в їх конструкції можливості зміни кута між віссю обертання та горизонтальною площиною. Однак в літературі відсутні кількісні показники впливу параметрів СДРО з кутом нахилу дисків до вертикалі на енергоємність та якість обробітку. Не відзначено залежності та закономірності зміни основних параметрів цих СДРО. Це, в свою чергу, значно ускладнює процес удосконалення таких борін. Звідси випливає необхідність дослідження таких залежностей та встановлення закономірностей їх зміни в типових умовах експлуатації.

Список використаних джерел

1. <http://agroremmash.net.ua>.
2. <http://bcmaz.com.ua>.
3. <http://velesagro.com>.
4. <http://krasnagromash.vn.ua>.
5. <http://fermmash.com>.
6. <http://fregat.mk.ua>.
7. <http://voshod.dp.ua>.
8. <http://galmash.com>.
9. <http://donbasagromash.prom.ua>
10. <http://chervonazirka.com>

17. Я.В. Горівчук, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ЧИЗЕЛЬНІ ПЛУГИ-ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧІ – АЛЬТЕРНАТИВА ПОЛИЦЕВІЙ ОРАНЦІ

Практичне впровадження безполицевих технологій стримує ряд факторів, серед яких економічні, які характеризуються необхідністю придбання господарством не тільки пального і засобів механізації, а і вкрай необхідних для поширення безполицевого обробітку ґрунту хімічних засобів боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур. Стримуючим фактором впровадження безполицевих технологій виступає також те, що останнім часом набули широкого вжитку такі технології збирання врожаю, при яких на поверхні полів залишається значна кількість пожнивних решток і без їх попереднього подрібнення подальший якісний обробіток полів стає неможливим. Виникає пошарова диференціація ґрунту за механіко-технологічними властивостями. Як результат, під час чизельного обробітку не завжди забезпечується задовільний показник подрібнення ґрунту та його рівномірність за глибиною, що вимагає застосування додаткових знарядь для доведення агрегатного складу ґрунту до рівня передбаченого агротехнічними вимогами.

В зв'язку з цим актуальним питанням сьогодення є обґрунтування оптимальних параметрів окремих робочих органів та їх взаємного розташування при сумісній дії.

Особливості конструкцій чизельних глибокорозпушувачів

Чизельні плуги-глибокорозпушувачі закордонного виробництва

Серед технічних засобів для глибокого розпушування на ринку України широко представлені глибокорозпушувачі компаній John Deere, Wil-Rich (США), Gaspardo (рис. 1), Hatzenbichler (рис. 2) та Gregoire Besson (Франція).



Рис. 1. Глибкорозпушувач фірми Gaspardo (Італія) Рис. 2. Глибкорозпушувач фірми Hatzenbichler (Австрія)

Чизельні ґрунтообробні знаряддя цих виробників, крім неповної адаптації до важких суглинкових та глинистих ґрунтів, характеризуються неможливістю агрегатування із вітчизняними тракторами більш раннього виробництва, потребою в дорогих і дефіцитних запасних частинах та в окремих випадках - складністю самої конструкції і регулювання глибини обробітку та режимів роботи.

Наприклад, у глибкорозпушувачів фірми Gaspardo (рис. 1) положення котків та глибина обробітку чизельними лапами регулюються гідросистемою, що ускладнює їхнє використання на полях багатьох фермерських господарств України.

Крім цього, багато зразків закордонної техніки для безполицевого обробітку мають підвищену металоємність, а допоміжні робочі органи нездатні забезпечити агротехнічні вимоги за показником якості кришення ґрунту.

Чизельні плуги-глибкорозпушувачі вітчизняного виробництва.

Вітчизняні виробники на сьогоднішній день пішли найпростішим шляхом - шляхом копіювання закордонних зразків техніки. Мета яку вони переслідують - це максимальне зменшення ціни кінцевого продукту досягається шляхом спрощення конструкції і погіршення якості. Але вітчизняні машини краще пристосовані до наших ґрунтових умов і тому в загальному заліку їх показники практично не гірші від закордонних.

Основна біда копіювання полягає в заміні марок сталі на такі, що мають близькі, але дещо гірші показники по міцності. До того ж зберігається геометрія робочих органів, хоча логічно було б конструктивні параметри скорегувати під наші умови, а це потребує аналітичних і експериментальних досліджень. Але, як показує досвід, простіше зробити нову машину, ніж підганяти існуючу під інші умови експлуатації.

Ще одна біда - велика кількість виробників і як наслідок, така ж кількість конструктивно близьких машин. В роботі [1] наведені результати польових випробувань окремих глибкорозпушувачів (табл. 1).

Таблиця 1

Технічні характеристики ряду чизель-плугів вітчизняного виробництва [1]

Марка машини	ЧН-1,5	ЧН-2,5	ЧН-3,5	ЧН-4,5	ЧП-4,5
Продуктивність, га/год	1,2	2,0	2,8	3,6	3,9
Робоча ширина захвату, м	1,5	2,5	3,5	4,5	4,5
Глибина обробітку, см	до 50	до 50	до 50	до 50	до 50
Число робочих органів	3	5	7	9	9
Глибина обробітку катками, см	15	15	15	15	10
Потужність трактора, к.с.	80-120	120-180	160-220	250-340	250-340
Маса, кг	750	1200	1700	2300	2050

Аналіз таблиці показує, що всі розглянуті машини розраховані на однакову глибину обробітку ґрунту. Це можна пояснити тим, що розглянуті машини випускають заводи Кіровоградської області і їх параметри пристосовані саме до умов цієї області.

Загальний вид машин представлений на рис. 3 - серія ПЧ і рис. 4 - серія ЧН.



Рис. 3. Загальний вид базового варіанту чизель плуга серії ЧН базового варіанту чизель-плуга серії ЧП



Рис. 4. Загальний вид базового варіанту чизель-плуга серії ЧП

Як показує аналіз, машини конструктивно досить близькі до розглянутих вище закордонних зразків. Ступінь копіювання машин серії ЧН вищій, особливо що стосується робочих органів і рами. Машини серії ЧП зроблені грубіше, наприклад, стояки не округлені і не мають зуба для подрібнення великих грудок. Але в цілому за співвідношенням ціна/якість вони задовольняють вітчизняного виробника.

Висновки. 1. Глибоке розпушення є необхідним елементом для всіх відомих технологій обробітку ґрунту.

2. Аналіз чизельних знарядь показує, що одностійковий глибокорозпушувач є найбільш перспективним робочим органом для глибокого обробітку ґрунту.

3. Практично всі зарубіжні і вітчизняні виробники відійшли від застарілої схеми стояка, прийнятої в ранніх варіантах ПЧ-2.2.

4. Загальна тенденція - це лопатовидне долото підвищеної обтічності, наявність на стояку зуба для кришення великих грудок і крил для виконання розпушення у поверхневому шарі.

Список використаних джерел

1. Овчаренко О.А. Обґрунтування параметрів робочого органу глибокорозпушувача для об'ємного смугового розпушення ґрунту // Автореф. дис. канд. техн. наук., Луганськ, 2005. – 17 с.
2. Лещенко С.М. Технічне забезпечення збереження родючості ґрунтів в системі ресурсозберігаючих технологій / С.М. Лещенко, В.М. Сало // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2013. – Вип. 43, ч.1 – С. 96-102.
3. <https://propozitsiya.com/ua/chyzelnyy-plug-tehnichne-zabezpechennya-procesiv-glybokogo-rozpushuvannya-gruntu>

18. О.І. Мисів, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСНОЇ ЧАСТИНИ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

Важливим у процесі доїння є обґрунтування і вибір доїльного апарату, який безпосередньо контактує з вим'ям корови та впливає на фізіологію молоковіддачі тварини. Суттєвим елементом машинного доїння є повнота видоювання та рівень негативного впливу на вим'я корови.

Переповнення колектора молоком в такті ссання та неповне спорожнення молокозбірної камери призводить до зміни рівня вакуумметричного тиску в піддійковому просторі доїльного стакану. Повне виведення молока з молокозбірної камери колектора залежить від конструкційно-технологічних параметрів системи транспортування.

Тому обґрунтування конструкційних параметрів двокамерного колектора доїльного апарату та раціональних режимних характеристик транспортування молока доїльним апаратом є актуальними задачами, що дозволить забезпечити збереження фізіології продуктивного потенціалу корів, якісних параметрів отриманого молока та підвищити ефективність машинного доїння в цілому.

Колектор як один із основних складових доїльного апарату призначений для збору молока від доїльних стаканів, формування порцій молокоповітряної суміші та її видалення з молокозбірної камери до молокопроводу. Колектори бувають дво-, три-, чотирикамерні, а за схемою відведення молока - з нижнім та верхнім відводом. На ринку представлені колектори різних виробників, виготовлених з різних матеріалів, з різними об'ємами молочних камер, різним дизайном та іншими конструкційними та технологічними особливостями (табл. 1).

До колектора пред'являють наступні вимоги:

- колектор повинен виключати перехресне зараження чвертей вимені однієї корови. Цього можна досягти за рахунок відділення окремих камер або зворотного клапана;
- потік молока через колектор повинен бути рівномірним;
- мінімізація коливання вакуумметричного тиску під дією сосання з метою зниження піноутворення.

Деякі компанії збільшують об'єм молочної камери для стабілізації вакуум метричного тиску в такті сосання та для зниження піноутворення і відповідного зниження втрати жиру та перенесення мікробів. Але це не завжди призводить до отримання бажаного результату, особливо при доїнні тварин з високою продуктивністю. Слід врахувати також, що молокопровідний шлях ділиться на дві частини: до та після колектора. Основна відмінність конструкцій колекторів полягає саме в об'ємі молокозбірної камери колектора як одне із можливих рішень збереження стабільного вакуумметричного тиску та зниження спінювання молока.

Специфічні конструкції колекторів, спрямовані на зниження коливання вакуумметричного тиску у молокозбірній камері, представлено на рис. 1.

Колектор фірми ТДМ 1] (рис. 1, а) має оригінальну форму, що дозволяє швидко формувати порцію видоєного молока в молокопровідному шланзі для подальшого безперешкодного видалення в молокозбірник. Доїння відбувається з мінімальним ефектом збовтування та зворотного потоку молока при досить простій конструкції колектора.

Колектор фірми Westfalia [4] (рис. 1, б) має значно складнішу конструкцію для покращення режимів виведення молока до молокопроводу. Колектор являє собою чотири розділені між собою молочні камери місткістю по 65 мл. Кожна камера оснащена форсунками для впуску повітря. Порції молока з камер з'єднуються в один потік в молочному шлангові. В кожній камері є клапан який перекриває молочний шланг в випадку спадання доїльного апарата. Недоліком даної конструкції є надлишкова кількість повітря, що надходить в камеру колектора, що, в свою чергу, погіршує якість молока.

Таблиця 1

Характеристики колекторів доїльного апарата [2, 3]

Модель, (виробник)	Маса, кг	Об'єм молочної камери, мл	Діаметр молочних патрубків, мм	Робочий вакуум- метричний тиск, кПа	Діаметр отвора для подачі повітря, мм
Flostar , (Boumatic)	1,71	340	вхідний – 10 вихідний – 16	37–42	1,0
Bovi 60 , (Boventis)	1,7	60	вхідний – 8,5 вихідний – 17	30–35	1,0
Swiftflo , (Dairymaster)	3,0	150	вхідний – 8 вихідний – 10	42; 12 – в такті стиснення	1,0
Harmony , (DeLaval)	1,7	450	вхідний – 16 вихідний – 18	42–44	1,0
Surge (Westfalia)	2,16	600	вхідний – 10 вихідний – 16	36–44	1,0
IS 160 , (Impulsa)	1,7	160	вхідний – 10 вихідний – 16	40–46	1,0
(Fullwood)	1,8	350	вхідний – 10 вихідний – 17	40–48	1,0
(ActivPuls)	2,2	330	вхідний – 10 вихідний – 18,5	37–45	0,8 в стакані
(SAC)	2,2	484	вхідний – 10 вихідний – 16	40–44	1,0
(Брацлав)	2,4	250	вхідний – 10 вихідний – 14	40–48	1,0

Для усунення спінювання молока під час його «падіння» у молокозбірній камері фірма «InterPuls» запропонувала власну розробку колектора [5] (рис. 2).

Фірма DeLaval [6] пропонує колектори з верхнім відводом молока для мінімізації флуктуації вакуумметричного тиску під дією корови (рис. 3). Це досягається за рахунок того, що молоко відсмоктується із дна колектора через вертикальну центральну трубку, що забезпечує рівномірний потік молока і мінімальне пошкодження молока (низький рівень розчеплення молочних жирів). В даній конструкції відсутнє розділення потоку молока і повітря, а проходження повітря нічим не обмежується.



а)

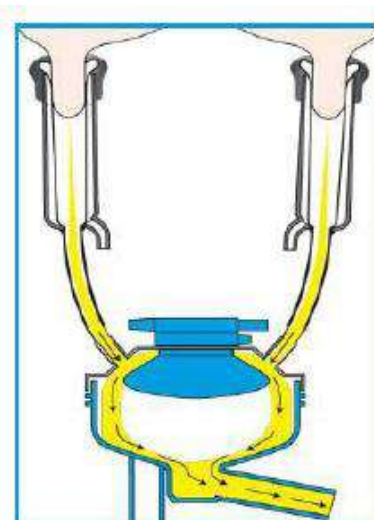


б)

Рис. 1. Конструкції колекторів: а – колектор фірми ТДМ (Італія); б – колектор фірми Westfalia (Німеччина)

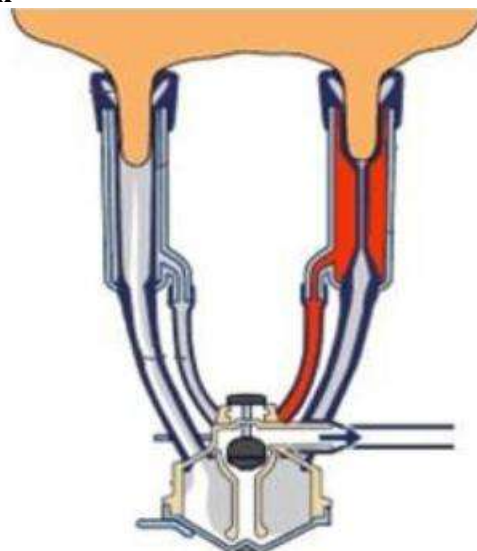


а)



б)

Рис. 2. Колектор Milpro 450 фірми «InterPuls» (Італія): а – загальний вигляд; б – схема роботи



а)

б)

Рис. 3. Колектор фірми DeLaval (Швеція): а – загальний вигляд підвісної частини МС-50; б – схема роботи; 1 – молочна колектора; 2 – молочний патрубок; 3 – патрубки змінного тиску; 4 – доїльні стакани.

У звичайній конструкції колектора молоко проходить через дно колектора. Це обмежує потік повітря із колектора і тим самим знижує рівень вакууметричного тиску та продуктивність колектора. Таким чином, молоко постійно і акуратно виводиться із колектора (рис. 3), не викликаючи збільшення вільних жирних кислот.

Висновки. 1. Сучасні доїльні апарати не відповідають фізіологічним вимогам машинного доїння, негативно впливають на якість молока та здоров'я тварини.

2. Значне погіршення якості молока (підвищення вмісту жирових конгломератів) під час доїння залежить від конструкції і режиму роботи доїльного апарата і в меншій мірі залежить від висоти та довжини молокопроводу.

3. Для одержання молока високої якості необхідно максимально оптимізувати механічний вплив різниці вакууметричного тиску на мікроструктуру молока.

Список використаних джерел

1. Кирсанов В.В., Шукин С.И. Направление исследований в совершенствовании работы доильных аппаратов. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. № 1. С. 32-36.
2. Dirk Homberg. Neun aktuelle Melkzeuge im Vergleich. Top agrar. 2012. №10, pp. 32-37.
3. Dr. Dirk Hömberg. Aggressive Melkzeuge ramponieren die Zitzen. Top agrar. 2009. №1, pp. 40-43.
4. Заболотько О.О. Обґрунтування параметрів доїльного апарата попарно-комбінованого типу : дис. канд. техн. наук. К., 2000. 150 с.
5. Conventional Milking. Fullwoodpacko milking system. URL: [https:// fullwoodpacko.com/products/](https://fullwoodpacko.com/products/) (дата звернення: 21. 02. 2021).
6. Герасимчук В. В. Усовершенствование молоковоздушной линии доильной установки и обоснование ее параметров и режимов работы : автореф. дис. канд. техн. наук. Глеваха, 1991. 18с.

19. О.І. Безпалый, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ, СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ВІД ЛЕГКИХ ДОМІШОК І КОНСТРУКЦІЙ ПНЕВМОСЕПАРУВАЛЬНИХ КАНАЛІВ

Основним завданням АПК України є забезпечення населення високоякісними і екологічно безпечними продуктами харчування, промисловість – сировиною, а також – формування експортного потенціалу. Україна, завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам, є потужним світовим виробником основних зернових культур: пшениця, кукурудза, соняшник, ячмінь та ін.

Таким чином, обґрунтування параметрів процесу очищення ЗС і розробка конструкції ПСК є актуальним і перспективним завданням для розвитку агропромислового комплексу України, вирішення якого забезпечить підвищення продуктивності зернових сепараторів.

В результаті проведеного аналізу встановлено конструкції ПСК:

- від наявності каналів: безканальні (рис. 1, а), канальні (рис. 1, б-л),
- за принципом дії: пасивні (рис. 1, а-к), активні (обертальні) (рис. 1, л);
- за розташуванням: одноканальні (рис. 1, б-ж, і-л), секційні (рис. 1, з);
- за формою перетину каналів: прямокутні (рис. 1, в, д, з, к), круглі (рис. 1, д, е), кільцеві (рис. 1, і);
- за направленням каналів: вертикальні (рис. 1, б-е, з-к), горизонтальні (рис. 1, а), похилі (рис. 1, ж);
- за типом руху повітряного потоку: нагнітальні (рис. 1, а, б, ж), всмоктувальні (рис. 1, в, д, е, з-л), всмоктувально-нагнітальні (рис. 1, г).
- за типом пневмосистеми: машини з розімкненим (рис. 1, а, в, д-л) та замкненим циклами повітряного потоку (рис. 1, г).

Недостатньо ефективним є використання безканальних ПСК внаслідок: відсутності рівномірності повітряного потоку, значними габаритними розмірами, низькою якістю очищення та високою енергоємністю. Розрізняють безканальні ПСК: нагнітальні, наприклад, віялки-сортувалки або нагнітальні Тріумф – 100 фірми Leino (Фінляндія); всмоктувальні, наприклад, канали

сепаратора фірми Miag (Німеччина). Відсутність повітроочисників у більшості безканалних сепараторів не дозволяє використовувати їх у приміщеннях.

Канальні ПСК внаслідок концентрування дії повітряного потоку на шар ЗС мають більш якісне очищення у порівнянні з безканалними. До однієї із перехідних моделей можна віднести сепаратори з горизонтальним каналом «САД» (рис. 1, ж). Під дією аеродинамічних сил та гравітації компоненти вихідної суміші рухаються по відмінним траєкторіям і потрапляють до приймачів. Недоліком є значна нерівномірність потоку всередині робочої камери, що знижує якість розділення суміші на фракції.

Прямокутні ПСК є поширеними на зернових сепараторах (рис. 2-4).

Подібні канали є елементом сепараторів ОВС-25 та ОВП-20А (рис. 2), РЕТКУС К 541 (Німеччина), Cimbria Delta Combi Cleaner 157 [2] (Данія) (рис. 3), МПО-50, СВУ-10А, МВО-10, ЗСМ-10 (рис. 4) та інших. Одноканальні повітряноочисні системи у сепараторах, як правило, включають приймальну камеру, ПСК (переважно вертикальний), пилоосаджувальну камеру, вентилятор. Використання таких пристроїв передбачає відділення домішок на початковому етапі, що розвантажує решета та підвищує продуктивність сепараторів.

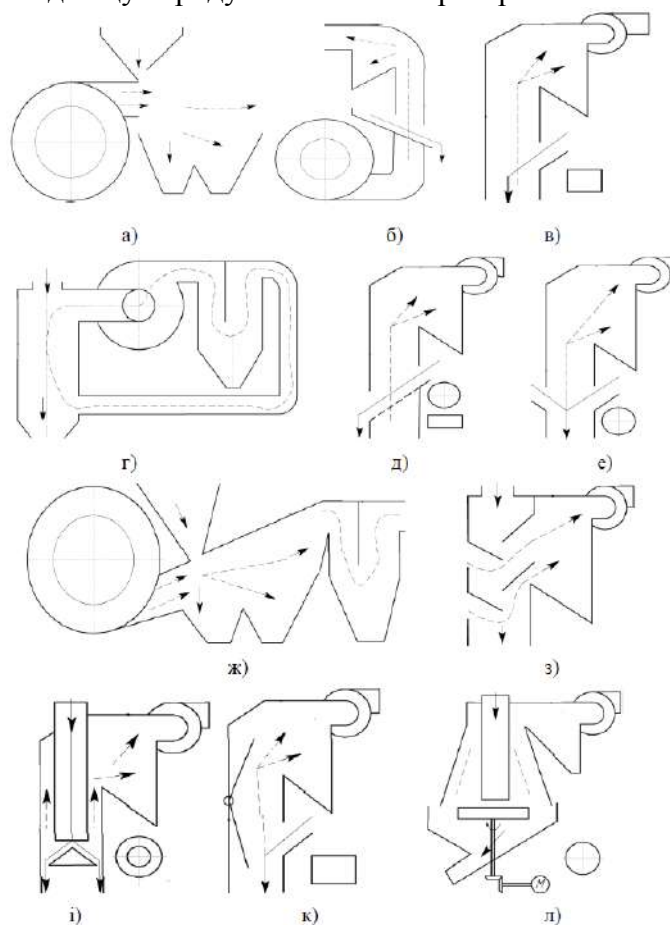


Рис. 1. Схеми пневмосепарувальних пристроїв:

а – нагнітальний безканалний; б, в – нагнітальний та всмоктувальний каналний вертикальний; г – каналний з замкнутою системою; д – всмоктувальний вертикальний з похилою сіткою; е – всмоктувальний вертикальний з подачею за периметром; ж – нагнітальний похилий; з – всмоктувальний секційний; і – всмоктувальний кільцевий; к – всмоктувальний зі змінним робочим перетином; л – всмоктувальний дисковий ротаційний

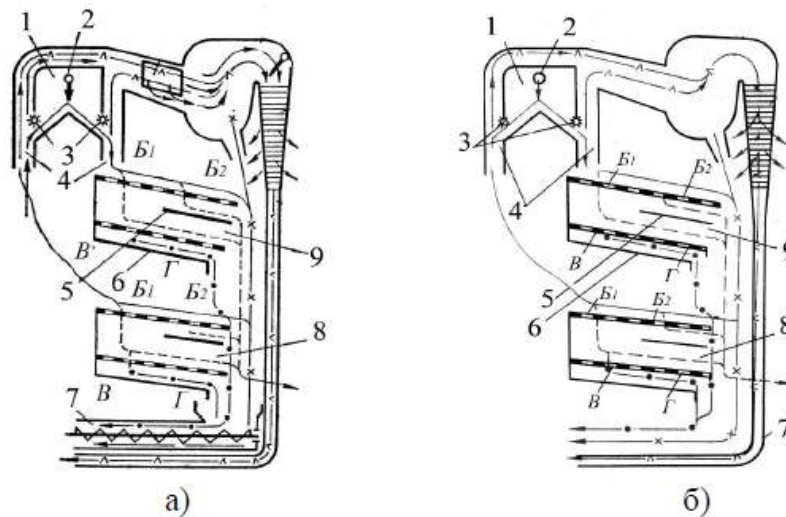


Рис. 2. Схема зернових сепараторів:

а – ОВС-25; б – ВП-20А; 1 – приймальна камера; 2 – розподільний шнек; 3 – живильні валики; 4 – повітряні канали; 5, 6 – верхня і нижня нахилені дошки; 7 – транспортер; 8, 9 – нижній і верхній решітні стани

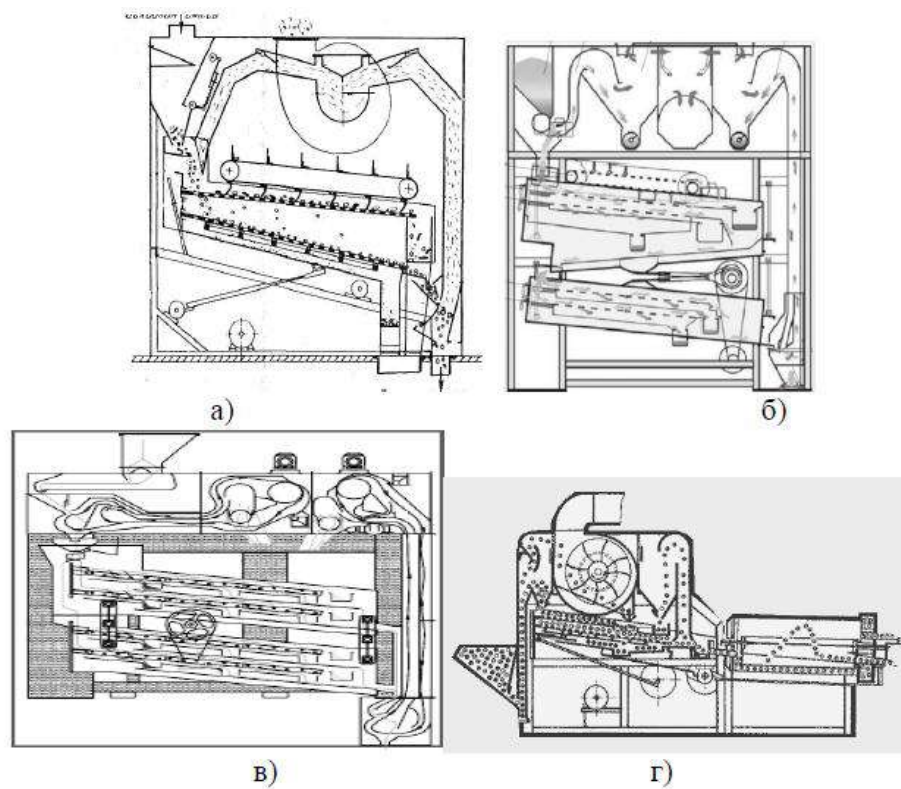


Рис. 3. Схема технологічного процесу сепараторів:

а – PETKUS K 523; б – аспіраційна система зерноочисника PETKUS U12/U15 [1]; в – Cimbria Delta Combi Cleaner 157 [2]; г – насіннесортувальна машина К 541 Gigant фірми PETKUS

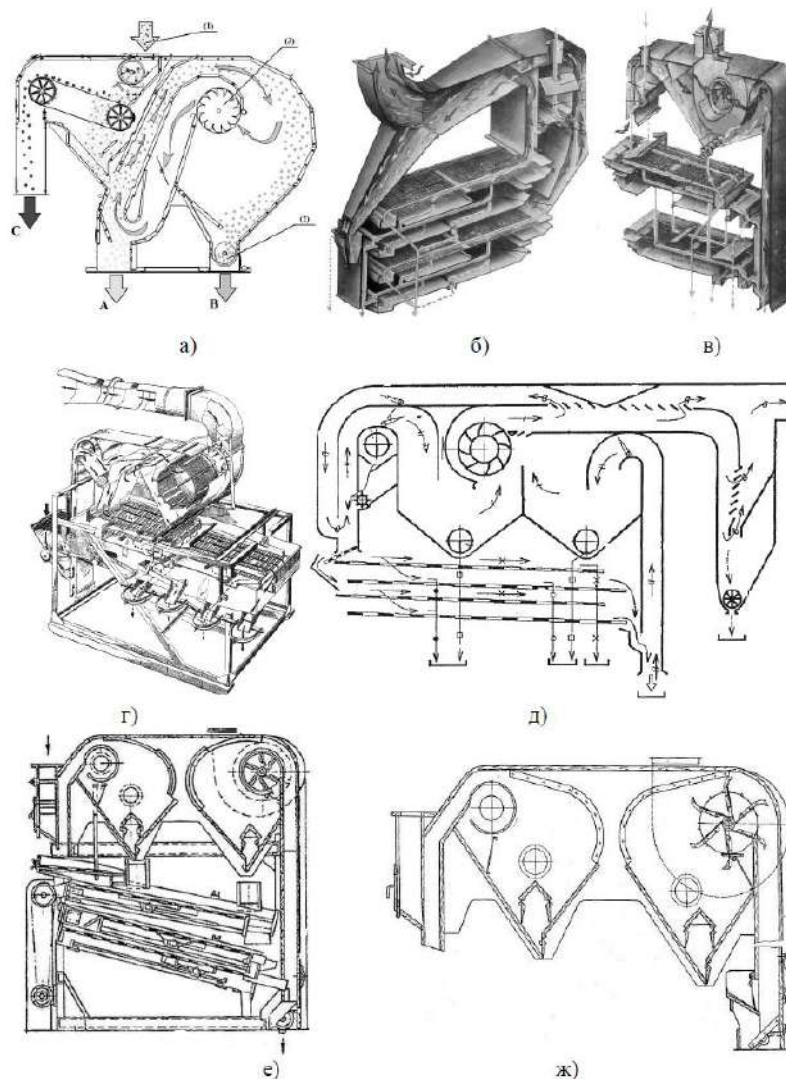


Рис. 4. Технологічні схеми роботи сепараторів:

а – МПО-50М [86]; б – ЗАВ -20.30 000; в – СВУ-10А; г – насінне-очисна універсальна машина СУ-01; д – МВО-10 (МЗУ-25/15); е – ЗСМ-10 (ЗСМ-20); ж – пневмосепарувальний пристрій сепаратора ПДП-10

Висновки. На підставі аналізу результатів досліджень підвищення ефективності процесу очищення обґрунтовано актуальність проблеми підвищення продуктивності зерноочисних машин внаслідок недостатньої ефективності роботи їх ПСК при розділенні відмінних за властивостями ЗС сільськогосподарських культур.

Список використаних джерел

1. Универсальный очиститель U 12 / U 15. веб-сайт. URL: http://russian.petkus.de/documents/10194/198852/DB_Universalreiniger_U12_U15_RU_Web_20151001.pdf/754ed440-a78a-4f36-9a43-d38d62b84667.
2. Cimbria DELTA Combi Cleaner 157: веб-сайт. URL: https://www.nexeed.ca/wp-content/uploads/2016/09/157_Combi_cleaner_157.pdf.
3. Котов Б.І. Перспективи розвитку машин та обладнання для пневмовідцентрової сепарації [Текст] / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, В.О. Швидя // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. – Дослідницьке, 2006. – Вип. 9 (23), кн.1. – С. 239-246.

20. О.М. Заєць, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ

Процес збирання сільськогосподарських культур, в тому числі й льону олійного, є важливою технологічною операцією їх виробництва в аграрному секторі України. Позитивна динаміка зростання виробництва льону олійного, що зумовлено зростанням попиту на насіння на

внутрішньому й зовнішньому ринках, вимагає інтенсифікації технологічних процесів збиральної техніки.

Одним із резервів підвищення якості збирання насіння льону олійного є інтенсифікація технологічного процесу відокремлення механічних домішок шляхом застосування удосконаленої жниварки, яка реалізує додатковий аеродинамічний ефект для сепарації обчісаного вороху в її області.

У зв'язку з цим, удосконалення жниварки обчісувального типу для збирання льону олійного і дослідження впливу її конструктивно-режимних параметрів для підвищення показників якості роботи є важливим і актуальним народногосподарським завданням.

На сьогодні вивченням технології збирання методом обчісування в Україні займаються у УкрНДПВТ імені Леоніда Погорілого [1], Таврійському державному агротехнологічному університеті (ТДАТУ м. Мелітополь) [2], виготовлення жнивareк обчісувального типу здійснює компанія «Укр.Агро-сервіс (м. Харків)» [3]. Провідні зарубіжні виробники однобарабанних обчісувальних жнивareк представлені британською фірмою Shelbourne Reynolds [5], Російським підприємством ОАО «Пензмаш» [4].

Жниварка «Слов'янка» (Україна) випускається у двобарабанному варіанті (рис. 1), а жнивareк виробництва «Шелборн» (рис. 2) та «Сибирь» і «Озон» (рис. 3) – в однобарабанному варіантах. Конструкції жнивareк адаптовані для експлуатації з усіма зернозбиральними комбайнами провідних світових фірм-виробників техніки [3, 4].



Рис. 1. Двобарабанна обчісувальна жниварка «Слов'янка» (Україна)



**Рис. 2. Обчісувальна жниварка «Шелборн» (Велика Британія)
а – «Сибирь»; б – «Озон» (Росія)**



а

б

Рис. 3. Обчісувальні жниварки

Ще одним з технологічних параметрів, що впливає на якість роботи обчісувальних пристроїв є швидкість та рівномірність повітряного потоку в робочій зоні [6]. Якість збирання врожаю суттєво залежить від властивостей компонентів обчісаного вороху, забезпечення певної швидкості повітряного потоку в області жниварки, що утворюється при обертанні бітера-відбивача та обчісувального барабана.

Висновки. Таким чином, підвищити якість процесу збирання рослин сільськогосподарських культур можливо шляхом забезпечення оптимальних конструктивно-режимних параметрів жниварки обчісувального типу.

Проведений огляд існуючих конструкцій та аналіз класифікації сучасних пристроїв для обчісування рослин виявив велику різноманітність як за будовою, способом агрегування і збирання, так і за принципом виконання технологічного процесу.

Список використаних джерел

1. Кравчук В.И., Кушнарєв А. С. Уборка методом очеса: состояние и перспективы. Задачи земледельческой механики: материалы международной научно-технической интернет конференции, г. Мелитополь, 2–10 ноября 2011 г.: тезисы доклада. г. Мелитополь, 2011. С. 17–25.
2. Проблемна науково-дослідна лабораторія збирання зернових методом обчісування: історико бібліографічний нарис / ТДАТУ; укладач С. В. Вовченко; наук. ред. д. т. н., проф. О. М. Леженкін. Мелітополь, 2018. 38 с.
3. Очесывающая жатка «ОЗОН» – 2017. Пензмаш. URL: <http://penzmash.ru/root/1504-2/>
4. Очесывающие жатки "Славянка". Укр.Агро-сервіс. URL: [http://ukragroserve.com.ua/ каталог/ очесывающая_жатка](http://ukragroserve.com.ua/каталог/очесывающая_жатка)
5. "The CVS range is suitable for harvesting Wheat, Durum, Barley, Oats, Flax and other small grain crops. Shelbourne Reynolds. URL: http://www.shelbourne.com/3/products/1/harvesting/31_stripper%20header/32_cvs
6. Фусточенко А.Ю. Исследование воздушного потока, создаваемого барабаном очесывающей жатки. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. №1. С 23-25.

21. А.В. Домбровський, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

КЛАСИФІКАЦІЯ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІВ

Заплановане стає виробництво зернових культур в Україні до 50 млн. т., потребує вчасної та продуктивної післязбиральної обробки зерна. Недостатня фактична наявність зерноочисних машин близько 50 %, більшість яких відпрацювала амортизаційні строки потребує високопродуктивних пересувних зернових сепараторів з ефективним технологічним процесами.

Проведеним аналізом досліджень вчених встановлено, що перспективним напрямком підвищення ефективності очищення запиленого ПП є комбінування пристроїв різного принципу дії, застосування розробленого ротаційного циклону (РЦ) з багатодисковим доочисником. Використання етапного очищення з проміжним відведенням дисперсних частинок в розробленому РЦ дозволяє підвищити ефективність очищення запиленого ПП та збільшити продуктивність пересувних зернових сепараторів. Обґрунтування параметрів процесу очищення запиленого ПП розробленим РЦ з доочисником за наведених вище умов потребує проведення теоретичних та експериментальних досліджень.

Таким чином, обґрунтування параметрів процесу очищення запиленого ПП і розробка нової конструкції РЦ із застосуванням доочисника є перспективним завданням для розвитку агропромислового комплексу України.

Проведений аналіз конструкцій пиловловлювачів [1-4], дозволив визначити наступну класифікацію (рис. 1).

1. Механічні апарати.
2. Апарати з хімічною реакцією.
3. Апарати з використанням фільтрів.
4. Комбіновані апарати.
5. Апарати з електричною дією.

При виборі пиловловлювачів необхідно враховувати конструктивні особливості. Так, сухі механічні апарати характеризуються обмеженою сферою застосування по фракційності пилу, мають значні габарити, але прості в обслуговуванні та виключають періодичну експлуатацію, що є характерним для мокрих апаратів.

Циклони є інерційними пиловловлювачами, у яких очищення газоподібного середовища виникає в обертовому потоці, під дією відцентрових сил. Відповідно до ДСТУ 12.2.043-80 циклони відносяться до 4 і 5 класу пиловловлювачів по ефективності, і вловлюють частинки розміром від 8 мкм.

Кожен із апаратів має відповідну область застосування і використання. Принцип дії апаратів базується на одному або декількох процесах обезпилювання осадження, відділення, коагуляції тощо.

В основі роботи пиловловлювачів можна виділити основні механізми:

- гравітаційне осадження, коли вертикальний рух дисперсних частинок обумовлений силою тяжіння;
- інерційне відділення, коли вихід дисперсних частинок з криволінійних ліній руху ПП відбувається за рахунок сил інерції;
- відділення під дією відцентрових сил, коли на дисперсні частинки впливають відцентрові сили та відбувається їх перерозподіл до периферійних стінок апарату;
- ефект налипання, коагуляція коли частинки пилу з'єднуються одна з одною та відбувається зміна їх властивостей;
- фільтрування коли дисперсні частинки вловлюються;
- магнітне регулювання елементами осадження, коли зміна траєкторії руху заряджених дисперсних частинок відбувається в магнітному полі апарату.

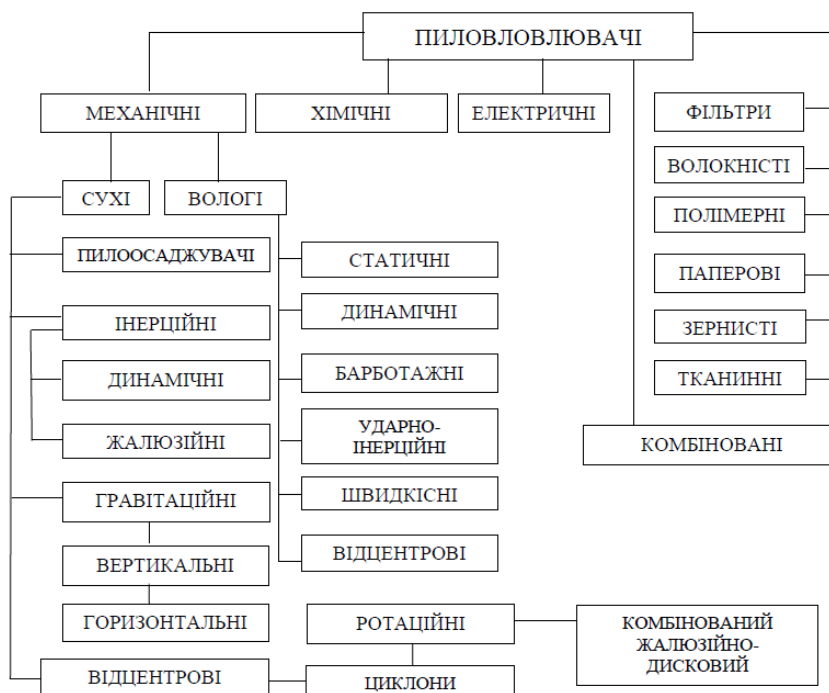


Рис. 1. Класифікація пиловловлювачів

Висновки. Таким чином, з вищесказаного очевидно, що найбільш перспективним напрямком підвищення ефективності очищення ПП є використання відцентрових пиловловлювачів. Вони мають високу ефективність очищення при низькому гідравлічному опорі, не вимагають періодичного технічного обслуговування, додаткових витрат енергії, прості у виготовленні і монтажі.

Список використаних джерел

1. Дідур В.А., Чебанов А.Б. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів пневмосепаратора з пиловловлювальним пристроєм. Техніка і технології АПК наук.-вироб. журн. Укр. н.-д. ін-т прогноз. та випробув. техн. і технол. для с.-г. вир-ва ім. Л. Погорілого. 2013. № 11. С. 6-8.
2. Ляшеник А.В., Тисовський Л.О., Дорундяк Л.М., Дадак Ю.Р. Обґрунтування конструкції циклона для очищення повітря на підприємствах деревообробної галузі. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. № 21(9). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obgruntuvannya-konstruktsiyi-tsiklona-dlya-ochischennya-povitrya-na-pidpriemstvah-derevoobrobnoyi-galuzi>
3. Мисюля Д.И., Кузьмин В.В., Марков В.А. Сравнительный анализ технических характеристик циклонных пылеуловителей. Научный журнал «Труды БГТУ». Серия: Химия и технология неорганических веществ. 2012. № 3. URL: <https://www.belstu.by/booklibrary/list/science-publication/sravnitelnyi-analiz-texnicheskix-karakteristik-ciklonnyx-pyleulovitelei.html>
4. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Циклонные пылеуловители аспирационных систем. Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений». 8-10 октября 2013 г., г. Орел. С. 161-165.

22. А.С. Драната, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ҐРУНТУ

Собівартість продукції більшою мірою визначається технологіями її виготовлення. У сучасному сільському господарстві використовуються технології, у яких витрати палива на одиницю площі вирощування сільськогосподарських культур коливаються у великих межах. Тому в умовах ринку конкурують не окремі машини, а технології. Впровадження у виробництво енергозберігаючих технологій неможливо без забезпечення їх відповідними засобами механізації, науково-технічне обґрунтування яких і має визначити напрямки розвитку сільгоспмашинобудування України.

Сучасні світові тенденції на отримання екологічно чистої продукції вимагають відмови від хімічних засобів боротьби з бур'янами. Робочі органи ґрунтообробних машин не забезпечують раціонального впливу на ґрунт з точки зору агрономічної науки та екологічних вимог. Тому, для вдосконалення процесів обробки ґрунту необхідний комплексний підхід до питань зменшення руйнування робочими органами машин і знарядь структури ґрунту та розробки технологічних процесів, що забезпечують оптимізацію його агрофізичних властивостей.

Обробка ґрунту є найважливішим прийомом в системі традиційних технологій вирощування зернових культур. Технології обробки ґрунту відрізняються окремими параметрами, отже, і видами застосовуваних машин і знарядь.

Інтенсивність обробки ґрунту, активно сприяє погіршенню фізико-механічних та інших його властивостей, що неминуче призводить до зниження врожайності і підвищення витрати енергії на отримання продукції. Тому при розробці сучасної техніки та технологій необхідно враховувати важливість збереження родючості ґрунтів.

Виходячи з проведеного аналізу машин та знарядь для обробки ґрунту встановлено, що для оптимізації фізико-механічного стану шару ґрунту, що обробляється може бути використана ґрунтообробна машина для сепарації ґрунту за структурним складом (рис. 1).

Недоліком існуючої машини є те, що робочий орган для підрізання та подачі ґрунту до розрихлювально-сепаруючого пристрою не забезпечує необхідну заглибленість у попередньо необроблений ґрунт.

Робочі органи для підрізання та підйому ґрунту пропонується розробити на базі плоскоріжучих стрічастих лап сівалки прямої сівби.

Кінці крил вказаних лап загнути під кутом 90^0 щоб зменшити зміщення ґрунту у боки, та відстань між ними, розташувати в один ряд, що істотно спростить конструкцію сепаруючого пристрою.

Для забезпечення необхідної заглибленості робочих органів у щільний ґрунт пропонується використовувати наральник у передній частині стрілкової лапи від чизельного робочого органу, який розташований під кутом до горизонту.

Для забезпечення мінімальної енергоємності процесу роботи пропонується теоретично обґрунтувати та застосувати наральник мінімального тягового опору, а також ніж ротора що забезпечує мінімальні витрати енергії на його роботу, та високу якість механічної обробки ґрунту.

Під час руху технічного засобу (рис. 2), наральник 1, встановлений на стрілкової лапі 2 встановлений на стійці 3 закріпленій на рамі 6, забезпечує заглиблення в ущільнений шар ґрунту. Підрізаний стрілковою лапою 2 ґрунт піднімається, частково кришиться, загнуті кінці лапи не дають сходити ґрунті з робочого органу у боки. Стрілчаста лапа (леміш) 2, забезпечує підйом шару ґрунту, який піднімаючись, частково кришиться, утворюючи ґрунтове ядро перед лемешем, та рухається, потрапляючи на сепаруючу решітку 5.



Рис. 1. Машина для обробки орного шару ґрунту: 1 – рама; 2 – опорні колеса; 3 – ротор; 4 – сепаруюча решітка; 5 – леміш

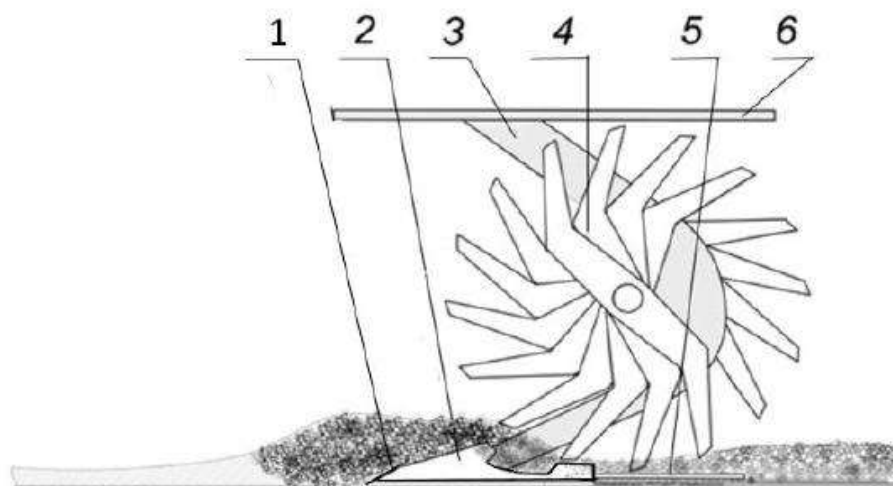


Рис. 2. Принципова схема технічного засобу: 1 – наральник; 2 – леміш; 3 – стійка; 4 – робочий орган ротора; 5 – сепаруюча решітка; 6 – рама

Ножи ротора 4 захоплюють ґрунт, кришать та перемішують його по решітці. Дрібні грудки проходять через зазори сепаруючої решітки, при цьому на поверхню ґрунту викидаються великі грудки, пожнивні залишки, та рослини з коренем, в тому числі й кореневища бур'янів. У результаті відбувається сепарація оброблюваного шару ґрунту, розшарування його за структурним складом, знищення бур'янів шляхом їхнього механічного вичісування з оброблюваного шару, а на поверхні утворюється мульчований шар [1-3].

Висновки. На підставі обґрунтування технологічного процесу роботи технічного засобу для механічного обробітку ґрунту визначено, що загнуті кінці крил плоскоріжучої лапи розрихлювально-сепаруючого пристрою не дають сходити ґрунту у боки.

Список використаних джерел

1. Сыромятников Ю.Н. Повышение эффективности технологического процесса движения почвы по лемеху почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. // Сельское хозяйство. – 2017. – № 1. – С.48–55. DOI: 10.7256/2453-8809.2017.1.22037.
2. Сокол С. П. Викопування коренеплодів удосконаленим копачем вібруючої дії // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2015. – №. 3. – С. 76-78.
3. Марчук Д. В. Обґрунтування напрямків досліджень робочих органів для викопування крихких коренеплодів цикорію // Механізація і електрифікація сільського господарства. – 2012. – №. 96. – С. 723-728.

23. И.И. Скорб, И.М. Швед, Белорусский государственный аграрный технический университет ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОВ ПРИ УБОРКЕ НАВОЗА

Навоз это важный источник элементов питания растений, его использование имеет большое значение для регулирования круговорота веществ в земледелии, сохранения и повышения содержания гумуса в почвах.

Для снижения затрат труда и обеспечения качественной и своевременной уборки навоза из животноводческих помещений за рубежом были разработаны роботизированные установки, которые выполнены в виде механических технических средств. Конструктивное исполнение навозоуборочных роботов главным образом зависит от их целевого назначения. Так, для очистки навозных проходов со сплошными полами используются скреперные роботизированные установки, которые обеспечивают сбор навоза с их поверхности и транспортировку всей этой массы к поперечному сборному навозному каналу [1].

При уборке навоза из навозных проходов, оборудованных щелевыми полами, основными функциями используемых технических средств являются сбор и проталкивание навозной массы через щели в подпольное пространство, где она накапливается или удаляется с помощью механических или гидравлических систем. Это и обусловило разработку для очистки щелевых полов мобильных роботов, работающих в автономном режиме. Эти машины имеют компактную конструкцию и оснащены электроприводом с питанием от аккумуляторных батарей, программируемой системой управления и рабочим органом, в качестве которого чаще используется фронтальный поперечный скрепер. Навозоуборочный робот Srone такой конструкции разработан канадским подразделением «Houle» компании «GEA Farm Technologies» (рисунок 1).



Рисунок 1 - Навозоуборочный робот SRone фирмы «GEA Farm Technologies»

Программное обеспечение системы управления робота позволяет осуществлять все его перемещения по заданному маршруту полностью в автоматическом режиме. При потере контакта боковых створок скрепера с кромкой навозного канала (например, при движении по криволинейной траектории, отклонении от маршрута, начале работы и т.д.) система управления робота выдает сигнал на направляющее колесо – это обеспечивает движение робота в сторону кромки канала вплоть до соприкосновения с ней. Можно запрограммировать два режима зарядки аккумуляторов робота. Через каждые 28 дней робот становится на зарядку аккумуляторов в непрерывном режиме в течение 10 часов. Безопасная эксплуатация SRone обеспечивается наличием функции остановки робота при превышении усилия сталкивания выше допустимого значения с последующим возобновлением движения по обходному маршруту.

Используя свои многочисленные наработки в области создания роботизированных систем для животноводства, фирма «Lely» для уборки навоза со щелевых полов (возможно и со сплошных полов, длиной до 5 м) коровников разработала мобильный робот Discovery (рисунок 2).



Рисунок 2 - Навозоуборочный робот Discovery фирмы «Lely»

Робот работает от аккумуляторной батареи, а в качестве рабочего органа используется скрепер. Маршрут движения робота программируется. С целью более интенсивной очистки наиболее загрязненных участков оператор имеет возможность внести соответствующие изменения в уже введенное задание. Заранее программируется и расстояние робота от внешних конструктивных ограждений коровника, которое поддерживается при всех его перемещениях с помощью ультразвукового датчика. Отправным пунктом для выполнения каждого запрограммированного маршрута уборки является зарядная станция [2].

Таким образом, использование навозоуборочных роботов позволит качественно очищать навозные проходы, улучшить условия труда и экологическую обстановку на животноводческих комплексах.

Список литературы

1. Наumenко А. А. Роботизированные системы в молочном животноводстве [Текст] / А. А. Наumenко, А. А. Чигрин, А. П. Палий // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2014. – Вип. 144: Технічні системи і технології тваринництва. – С. 92–96.
2. Роботизированные системы в сельскохозяйственном производстве [Текст]: науч. аналитический обзор / сост.: Н. П. Мишуров, Н. Ф. Соловьева, Ю. А. Цой. – Москва: Росинформагротех, 2009. – 133 с.

24. О.А. Наumenко, к.т.н., Ю.Р. Михеев, Харківський національний технічний університет сільського господарства Ім. Петра Василенка

АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ЗАКУПІВЕЛЬ СІЛЬГОСПВИРОБНИКАМИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

В аграрному секторі економіки України надзвичайно важливе значення має діяльність щодо забезпечення сільгоспвиробників запасними частинами до сільськогосподарської техніки.

В той же час підприємці, дилери, посередники, техн. центри, які займаються постачанням запасних частин свої можливості пов'язують з інтенсивністю і об'ємами збуту на споживчому ринку, так як стан споживчого ринку залежить від попиту і він є непередбачуваним чинником у їх підприємницькій діяльності.

Для проведення аналізу ринку необхідно проаналізувати інформацію про клієнтів і споживачів запасних частин.

Залежно від результатів аналізу ринку підприємець формує стратегію (об'єм діяльності, конкуренція аналогічних товарів на ринку, визначення сегмента діяльності, визначення очікуваних доходів, оцінка купівельних можливостей, тощо).[1,2]

Для цього використовується спосіб прогнозування можливих продажів товарів, шляхом вивчення тенденцій, що склалися на ринках, дослідження змін споживчого попиту на певні деталі і агрегати та сервісні послуги. [3]

Важливою інформацією для цього є інформація про споживачів. Відділення найбільш пріоритетного покупця і ранжування за їх ознаками, а також розширити коло замовників, залучення нових.

При наявності постійних замовників необхідно перерахувати їх, а також вказати інтенсивність і кількісний обсяг закупівель.

Необхідно також залікувати наявність передбачуваного основного замовника, місце розташування, місце постійного попиту на товар, певні уподобання покупця.

Нами був проведений аналіз споживачів запасних частин технічного центру обслуговування закордонної техніки. За минулий рік технічний центр здійснював обслуговування понад 70 сільгоспвиробників.

Таблиця 1 Придбання запасних частин господарствами в 2019 році

Групи господарств за кількістю спожитих частин	Кількість господарств, шт.	Кількість запасних частин, шт.	Вартість запчастин, грн.	Відсоток кількості запасних частин, %	Відсоток вартості запчастин, %	Середня вартість запасних частин в заданому інтервалі, грн./шт.
До 20	30	423	291152,22	6,49	3,37	688,30
40	6	135	197286,5	2,072	2,28	1461,38
60	9	217	442161,26	3,33	5,12	2037,60
80	4	82	272467,9	1,25	3,15	3322,77
100	2	94	188219,82	1,44	2,18	2002,33
120	3	169	336003,47	2,59	3,89	1988,18
140	2	16	274900,45	0,24	3,18	17181,27
160	2	117	306031,1	1,79	3,54	2615,65
Більше 160	16	5261,7	6596314,7	80,76	76,42	1253,64
Всього	74	6514,7	8904537,42	99,99	103,16	

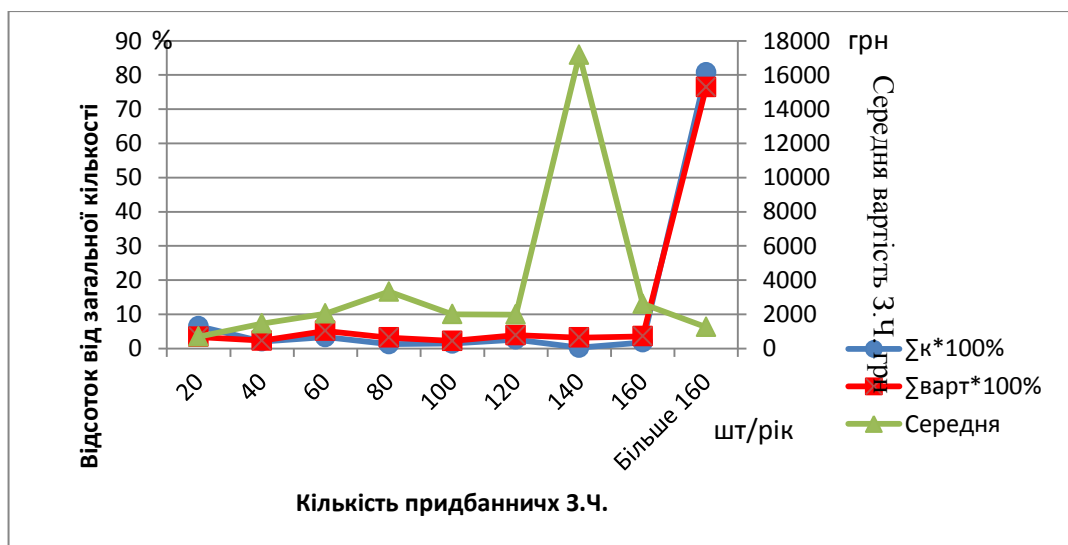


Рис. 1 Розподіл господарств по закупках запасних частин

За кількістю придбаних запасних частин господарства розподіляються слідуючим чином: майже 50% господарств на протязі року закупили менше 40 одиниць запасних частин. Практично рівномірний розподіл 2-4 господарства споживали 60-160 одиниць З.Ч.

Досить значна кількість (16 господарств) закупають більше 160 одиниць З.Ч. на рік.

Аналіз свідчить про те що дрібними споживачами не слід нехтувати, бо разом вони придбали більше 400 одиниць деталей та вузлів. Об'єм закупівель великих споживачів складає 80% продаж технічного центру.

Дрібні споживачі потребують запасних частин значно дешевших ніж господарства в діапазоні споживання 60-80 шт/рік, а великі господарства закупають як дешеві так і дорогі запасні частини, але середня вартість складає лише 1,2 тис. грн./шт.

Таким чином виконаний аналіз дає можливість прогнозувати реалізацію запасних частин до сільськогосподарської техніки закордонного виробництва на послідуочі роки.

Література

1. Науменко И.В. Науменко А.А.,Беляева О.С.Обоснование текущей потребности запасных частей к тракторам мтз в условиях Украины/Материалы Международной научно-практической конференции "Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве" Минск,БГАТУ, 2019, с.125-127
 2. Науменко О.А.,Біляєва О.С. Формування резерву запасних частин на ремонтно-експлуатаційні потреби тракторів МТЗ / ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ VI МІЖНАРОДНОЇ науково-технічної конференції "Крамаровські читання" 21-22 Лютого 2019 р. м.Київ, с.371-372
- Ромасько ДГ, Науменко ОА Основи прогнозування та аналізу попиту запчастин. Матеріали XV-го Міжнар. форуму молоді "Молодь і сільськогосподарська техніка у ХХІ сторіччі".(м. Харків, 4-5 квіт. 2019 р.). Харків, 2019. С. 10.

25. О.С. Поліщук, Житомирський агротехнічний коледж

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Сучасний парк бурякозбиральної техніки характеризується різноманітністю конструкцій, які за своїми функціонально-технологічними можливостями відповідають практично всій гамі агротехнічних умов, що супроводжують процес збирання цукрових буряків.

Найбільшого поширення у країнах Західної Європи набули бурякозбиральні комбайни, що зробили притаманним для цієї території однофазний спосіб збирання цукрових буряків. У нашій країні удосконалення існуючої бурякозбиральної техніки та розробка нової дозволить вийти на новий рівень у галузі виробництва цукрових буряків.

До 1990 року в Україні було відпрацьовано цілий ряд техніки для механізації буряківництва. Українські виробники бурякозбиральних машин були монополістами і забезпечували всі республіки і країни Ради Економічної Взаємодопомоги високопродуктивною збиральною технікою. Її випуск досягав від восьми до дванадцяти тисяч одиниць в рік. В останні роки ці заводи втратили свій виробничий потенціал, а обсяг виробництва скоротився до двох-трьох десятків машин в рік.

Економічна криза призвела до зупинки виробництва, внаслідок чого порушилися виробничі зв'язки, старіння технологічного обладнання, відбувся відтік кваліфікованої робочої сили. Низька надійність вітчизняної бурякозбиральної техніки стала однією з причин того, що вона втратила попит на ринку [1].

В 90-х роках минулого століття працівниками ВАТ «Тернопільський комбайновий завод» було розроблено моделі вітчизняних бурякозбиральних машин для однофазного збирання. Це самохідний бурякозбиральний комбайн КБС-6 «Збруч», причіпний бурякозбиральний комбайн КБ-2 та комбайн КС-6Б-10. Однак, відсутність коштів на модернізацію виробництва та переобладнання технологічних ліній і недостатня державна підтримка вітчизняних товаровиробників призвели до того, що заводом виготовлено лише декілька зразків цієї техніки [2].

Тим часом парк бурякозбиральних машин продовжує старіти і потребує зміни на сучасному, більш якісному рівні. Нездатність вітчизняних машинобудівних підприємств забезпечити вимоги сільськогосподарських виробників щодо якості і надійності техніки призвело до того, що в Україну масово почали завозити зарубіжну техніку. В залежності від фінансових можливостей сільгоспвиробники закупають нові і вживані самохідні та причіпні бурякозбиральні машини.

Відомо, що ефективність бурякозбиральних машин обумовлюється сукупністю агротехнічних, техніко-експлуатаційних і економічних показників.

В Україні великотоварні виробники цукрового буряку входять до складу переробних заводів. Це дає їм можливість захищати свої інтереси. Середні та дрібні виробники цукрового буряку не захищені від монополізму регіональних цукрових заводів у визначенні технологічної якості сировини. Лабораторії цукрових заводів визначають загальну забрудненість за методами ДСТУ 4327: 2004 «Коренеплоди буряків цукрових для промислового перероблення. Вимоги при заготівлі. Технічні умови».

В конструкціях імпортованих бурякозбиральних машин та комбайнів особлива увага надається системі очищення коренеплодів від забруднення. Вони обладнані високоефективними очисними робочими органами, що дозволяє отримувати практично майже чисті коренеплоди. Загальна забрудненість зібраних коренеплодів, отриманих після збирання самохідними бурякозбиральними комбайнами «HOLMER» та SF-10 фірми «Franz Kleine» (Німеччина), становить 0,4 % та 2,3 % відповідно, а комбайнами М-41МН «Matrot» та LECTRA 4005 «Moreau» (Франція) – 2,2 % і 2,8 % відповідно [3].

Різниця у визначенні забруднення між даними державних машиновипробувальних організацій та лабораторіями цукропереробних заводів сягає понад 10 %. Така різниця загострює питання об'єктивності та методологічності цього визначення.

Державна технічна політика в галузі буряківництва повинна базуватись на системі постійного акумулювання та використання знань і досягнень науково-технічного прогресу, новацій в її технологіях (застосування відповідних та науково обґрунтованих сівозмін, нових сортів та гібридів, добрив, засобів захисту рослин тощо) з одночасним використанням нових машини. В контексті цього необхідно передбачити збільшення щорічних обсягів бюджетних коштів на розвиток матеріально-технічної бази галузі, здійснити реалізацію різних стратегій технічного і технологічного оснащення виробників сільськогосподарських підприємств в залежності від розміру площі та рівня врожайності в господарстві.

Внутрішній ринок цукру в Україні, на відміну від країн Європи, США та інших розвинених країн, став нерегульований, що різко позначилось на обсягах виробництва буряків.

Для розробки стратегії розвитку техніко-технологічного забезпечення в цих умовах пропонуються такі кроки:

1. Реалізувати різні стратегії технічного оснащення виробників цукрового буряку - в залежності від розміру посівних площ конкретного господарства та рівня врожайності:

- в господарствах з незначним рівнем врожайності – підтримання функціонування та відтворення фізично зношеної та морально застарілої бурякової техніки з поступовою заміною 40–60 % її кількості на нову та модернізовану;

- в господарствах з середнім рівнем врожайності – впровадження нових розробок вітчизняних машинобудівників (за умови забезпечення їх технічної та технологічної надійності на рівні кращих світових зразків);

- в господарствах з високим рівнем врожайності – забезпечення інноваційного розвитку перспективних технологій на базі розробки принципово нових моделей вітчизняної потужної та надійної спеціальної техніки і, в першу чергу, – самохідних збиральних комбайнів, з поступовим зниженням темпів придбання аналогічних машин зарубіжного виробництва.

2. Підтримувати наукові установи і конструкторські організації, що виконують роботи із створення нових технічних засобів:

- самохідного бункерного бурякозбирального комбайна з експлуатаційною продуктивністю не менше 2,5 га/год;

- надійного та економічного універсально-просапного трактора з потужністю двигуна 100–120 к. с. та високою вантажопідйомністю навісної системи (для агрегування з причіпними машинами – гичкозбиральними, комбайнами).

3. Провести оновлення технічного парку буряківництва (модернізованих самохідних комбайнів і причіпних корене- та гичкозбиральних машин).

Заміна існуючих конструкцій бурякозбиральних комбайнів та розробка сучасних конструкцій сьогодення прийнятними прототипами може бути виконана на основі комбайнів ТІМ-1800 (Данія) –

з розміщенням двигуна під бункером, WKM-9000 (фірма «Agrifac», Голландія) та SF-10 з міжосьовим розміщенням бункера та заднім розташуванням двигуна [1, 3].

Для регіонів з урожайністю 400–600 ц/га до типорозмірного ряду перспективних вітчизняних машин доцільно включити комбайн з параметрами: об'єм бункера – 20...24 м³, потужність двигуна – 350 к. с. Надпотужний комбайн, з місткістю бункера 35–40 м³ можна прогнозувати лише на віддалену перспективу. Для комбайнів такого класу раціональна компоновальна схема з більшим бункером та шнеком-розрівнювачем у його верхній частині. Певного спрощення конструкції можна досягти завдяки обладнанню бункера нижнім вивантажувальним транспортером та механізмом підйому для формування кагатів висотою 2,5 м.

Важливими елементами сучасних конструкцій бурякокомбайнів є система гідроприводу, яка спрощує складні трансмісії, та бортові мікропроцесори. Вони забезпечують контроль та керування по рядках коренезбиральними та гичкозбиральними машинами, приводом та поворотом коліс ходової системи, автоматизований збір експлуатаційної інформації.

Обґрунтовуючи раціональний типаж під час створення нових конструкцій бурякозбиральних комбайнів, важливо врахувати раціональність економічних показників – продуктивності, вартості та експлуатаційних витрат на збиранні врожаю.

Продуктивність, вартість та річне завантаження комбайна визначають величину експлуатаційних витрат. Прийнятний їх рівень (залежно від вартості), витрат комбайна спостерігається за річного завантаження 400–700 год. При обмежених агротермінах це вимагає використання інтенсивних форм експлуатації з переміщенням комбайнів по регіонах.

Альтернативним і менш капіталомістким напрямком розвитку типажу вітчизняних бурякозбиральних машин є доповнення наявних зарубіжних і вітчизняних комплексів машин призначених для роздільного валкового збирання буряків, бункерним варіантом підбирача-накопичувача (для виключення жорстко зв'язаного технологічного транспорту і формування польових кагатів). Особливо економічними є варіанти причіпних одноосних підбирачів-накопичувачів-бортоукладачів з місткістю бункера 10–12 т. Більш простий підбирач із заднім вивантаженням, який добре вписується в наявні комплекси машин «Борекс», «Franze Kleine» і «Уманьферммаш» і може надійно обслуговувати завдяки більшій (8,0 км/год) швидкості та змінній продуктивності два комплекси копачів-валкоутворювачів. Раціональний розподіл маси – 50:50 % (причіпний пристрій трактора – вісь підбирача). Дослідний зразок подібного підбирача розроблено ТОВ «Дніпропетровський комбайновий завод» ще на початку 90-х років, проте в Україні відсутні трактори з потужною гідросистемою для обслуговування таких машин.

З метою скорочення непродуктивних транспортних елементів робочого циклу і підвищення продуктивності основного збирального агрегату в Європі все ширше використовуються великовантажні причепи-бортоукладачі для формування польових кагатів. Для підвищення продуктивності вантажного потоку фірма «HOLMER» створила багатфункціональний універсальний модульно-блочний надпотужний, зі змінним бункером місткістю 40 м³ бортоукладач Terra Variant, потужністю 315 кВт, з робочою швидкістю 40 км/год. Завантаження його може здійснюватися як на стаціонарі на поворотній смузі, так і під час руху за 1-2 хвилини.

При відпрацюванні перспективних вітчизняних конструкцій комбайнів слід врахувати також можливості збільшення ширини захвату до 9 рядків (посіви 18-рядними сівалками). Така конструкція комбайна вже створена фірмою «Moreau».

Враховуючи ці тенденції та відповідні пошукові дослідження, до середньострокового прогнозу перспективних обрисів вітчизняних машин доцільно віднести, поряд з комбайнами, створення більш ефективних гичкозбиральних машин і 6-рядних копачів-валкувачів: спочатку зі здвоєнням валків (наприклад, на базі коренезбиральної машини РКМ-6), а потім і високопродуктивних 12-рядних модифікацій (як альтернативних комбайновому напрямку в бурякозбиранні).

Список використаних джерел

1. Кравчук В. І. Машина для збирання зернових та технічних культур / В. І. Кравчук, Ю. Ф. Мельник. Дослідницьке : УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. 296 с.
2. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини / Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко. К. : Вища освіта, 2004. 544 с.

3. Адамчук В. В. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки / В. В. Адамчук, Г. Л. Баранов, О. С. Барановський. К. : Аграрна наука, 2004. 396 с.

26. *О.С. Поліщук, Житомирський агротехнічний коледж*

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ СІНАЖУ

Сінаж – це корм, заготовлений із трав, зібраних у ранніх фазах вегетації, підв'ялений до вологості 45-55 % і закладений на зберігання в анаеробні умови [1]. Для одержання сінажу використовують посіви багаторічних і однорічних бобових і злакових трав як у чистому вигляді, так і в сумішах. Бобові трави, скошені на сінаж, пров'ялюють до вологості від 45 % до 55 %, злакові – від 40 % до 55 %.

Консервування відбувається за рахунок фізіологічної сухості середовища. При вологості в 45-55 % водоутримуюча сила рослинних клітин перевищує всмоктувальну спроможність більшості бактерій. Лише плісняві гриби, всмоктувальна спроможність яких значно вища, можуть розвиватися на підв'яленій масі. Для усунення їх розвитку створюють анаеробні умови, ізолюючи масу від доступу повітря. Молочнокисле бродіння в сінажі проходить менш інтенсивно, тому у ньому зберігається більше цукрів.

Технологія заготівлі сінажу включає наступні операції : скошування (бобові трави з плющенням) в валки або розкидання, ворущіння або обертання валків, згрібання маси в валки, підбір валків з одночасним різанням і завантаженням маси в транспортні засоби, транспортування, закладання на зберігання, ущільнення (трамбування), укриття (герметизація) маси.

В залежності від виду отриманого продукту можливі наступні варіанти зберігання сінажу: у траншеях; в баштах; у рулонах і в поліетиленових рукавах (мішках).

Підбирання маси із валків та її різання здійснюють кормозбиральними машинами, які забезпечують довжину січки 20-30 мм [1, 2] при закладанні сінажу в башти та 30-50 мм при закладанні сінажу в траншеї.

В залежності від розміру траншеї та продуктивності збирального комплексу сінажну масу вкладають по всій поверхні траншеї або похилими шарами з торця траншеї по всій її ширині. З метою запобігання самозігрівання товщина щоденного шару маси, який закладається в траншею при заповненні її по всій довжині, повинна бути не менше 1 м. Тривалість заповнення сховища повинна бути не більше 4 днів.

Поширюється технологія заготівлі сінажу в рулонах обмотаних у поліетиленову плівку. Рулон, спресований із пров'яленої маси, обмотується по всій поверхні у декілька шарів стреч-плівкою (товщина 0,025-0,030 мм) шириною 50-75 см у результаті чого утворюється щільна повітронепроникна оболонка. Сформовані рулони повинні бути обгорнуті не пізніше ніж через 2 години [2, 3] після формування при температурі повітря 20⁰ С, через 3 год. – при температурі 15⁰ С, через 4 год. – при температурі 10⁰ С.

При застосуванні у технологіях заготівлі сінажу кормозбиральних комбайнів, як зазначають автори [4, 5] втрачається мінімум 6 % зеленої маси.

Спричинені ці втрати здуванням легких фракцій (листочків, бутонів і суцвіття) повітрям при вантаженні маси і її транспортуванні (за вітряної погоди втрати можуть сягати 15 – 20 %). Зберегти цю листову масу вкрай важливо і для досягнення потрібного ущільнення маси в траншеї чи плівковому мішку, і для оптимального вмісту сухої речовини та протеїну. Навіть 10 % втрат люцерни – це втрачені 3,5 т молока з 1 га на рік [5].

Аналіз технологій заготівлі стеблових кормів дозволяє стверджувати, що реалізація найбільш поширених призводить до втрат 40 % наявних у рослинах поживних речовин, причому втрачається найбільш багата протеїном складова – листова фракція. Дефіцит протеїну в раціонах в 35-40 % призводить до перевитрати кормів на 40 %, недобору тваринницької продукції.

Список літератури

1. Сінаж. Технічні умови: ДСТУ 4684:2006. [Чинний від 2006-09-07]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 14 с. (Національний стандарт України).
2. Кравчук В.І. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів: Науково-практичний посібник / Кравчук В.І., Луценко М.М., Мечта М.П. К.: Фенікс, 2008. 104 с.

3. Використання плівкових рукавів для зберігання стеблових кормів та зерна /Присяжнюк М.В., Демидов О.А., Григорович О.І. та ін.; За ред.. Присяжнюка М.В. та Петриченка В.Ф. К.: Аграр. наука, 2013. 96 с.
4. Сінаж з люцерни: дешево та якісно // Agroexpert. – 2011. - № 1(30). с. 60-61.
5. Прес-підбирач: руйнування стереотипів досвідом // Пропозиція. 2012. - №4(202).с.136-137.

27. С.М. Герук, к.т.н., доцент, с.н.с., В.Г. Руденко, Т.Б. Веремій, І.О. Бучко, Житомирський агротехнічний коледж, м.Житомир

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАРБОВІБРОДУГОВОГО МЕТОДУ ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Зміцнення робочої поверхні борін, плугів та комбінованих ґрунтообробних машин з нанесенням спеціальних матеріалів і зміцненням їх карбовібродуговим методом, дозволить збільшити ресурс робочих органів та забезпечить реалізацію ефекту самогострювання.

Технологія зміцнення включає в себе: зачистка ріжучої кромки, приготування пасти її нанесення, зміцнення за допомогою карбовібродугового методу ріжучої кромки.

Суть карбовібродугового методу дугового зміцнення (КВДЗ) полягає в наступному. Спочатку на зміцнюючу поверхню наноситься паста, яка висушується до твердіння. Потім між зміцнюючою поверхнею з нанесеною пастою і вугільним електродом установки для КВДЗ запалюється електрична дуга. При її горінні відбувається як наплавка композиційного металокерамічного покриття з компонентів пасти, так і термодифузійне насичення підкладки вуглецем за рахунок його дифузії внаслідок сублімації вугільного електрода. До складу паст входять сталева матриця (наплавочні порошок), керамічні компоненти (карбіди, оксиди, бори́ди) і кріоліт Na_3AlF_6 , поліпшує стабільність і якість горіння дуги. Сполучною речовиною є 50% водний розчин клею ПВА. Застосування при КВДЗ металокерамічних матеріалів у вигляді паст обумовлено їх дуже високою стійкістю до абразивного і корозійно-механічного зношування.

Проведемо теоретичні дослідження з формування напруженості електричного поля при КВДЗ і визначенню раціональної товщини шару металокерамічної пасти, що забезпечує стабільне запалювання електричної дуги при КВДЗ.

Для успішної реалізації технології КВДЗ необхідно забезпечити стабільність процесу запалювання дуги між вугільним електродом, що коливається, і зміцнюючою поверхнею з нанесеним шаром пасти (Рис.1).

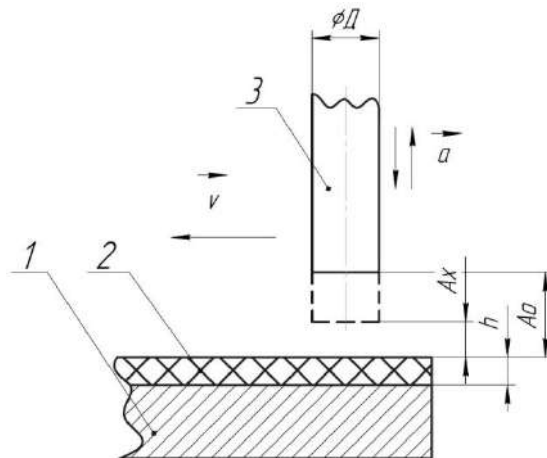


Рис.1 Принципова схема карбовібродугового зміцнення.

1- зміцнювальна поверхня; 2- шар пасти; 3- вугільний електрод.

Цього можна досягти створивши між ними напруженість E електричного поля, що перевищує певне порогове значення для запалювання дуги.

Для вирішення цього завдання може бути використаний методичний підхід запропонований Л.А. Сена, в якому електрод і зміцнюючі поповерхні розглядаються як конденсатор, між пластинами якого розміщений шар з певним опором (Рис. 1). Напруженість електричного поля E між обкладинками подібного конденсатора при традиційному вібродуговому наплавленні може бути виведена із залежності:

$$E = k_E \varepsilon \frac{U_0}{\sqrt[3]{R^2 S^2 a}} \quad (1)$$

де E - напруженість електричного поля, Н/Кл = $\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл} \cdot \text{м}} = \frac{\text{В}}{\text{м}} = 10^{-3} \cdot \text{В/мм}$

k_E - коефіцієнт, що враховує вплив коливань електрода здійснюваних у напрямку наплавленої поверхні на напруженість електричного поля, $\text{мм}^{5/3} \text{Ом}^{2/3} \text{с}^{2/3}$;

ε - діелектрична стала;

U_0 - напруга джерела живлення, В;

R - опір зони контакту, розташованої між електродом і наплавленою поверхнею, Ом;

S - площа мікронерівностей в зоні контакту електроду і наплавленої поверхні, мм^2 ;

a - прискорення електроду при вібродуговій наплавці, $\text{мм} / \text{с}^2$.

Однак при КВДЗ затверділий шар пасти має значно більший, ніж в традиційній вібродуговій наплавці, електричний опір і контактну площу, можна порівняти з площею поперечного перерізу електроду. У зв'язку з цим в емпіричній залежності (1) враховуємо втрати напруги на катоді U_a і аноді U_k і а також опір затверділого шару пасти, що розміщений між вугільним електродом і зміцненою поверхнею. Тому рівняння (1) набере наступного вигляду:

$$E = \frac{U_0 - (U_a + U_k)}{h(1 + k_a \sqrt[3]{R^2 S^2 a})} \quad (2)$$

де k_a - коефіцієнт, що враховує вплив коливань електрода, здійснюваних в напрямку зміцнюваної поверхні, на напруженість електричного поля, $\text{мм}^{5/3} \text{Ом}^{2/3} \text{с}^{2/3}$

h - товщина затверділого шару пасти, мм.

Тоді умова стійкого запалювання електричної дуги при коливаннях електрода може бути записано в наступному вигляді:

$$E = \frac{U_0 - (U_a + U_k)}{h(1 + k_a \sqrt[3]{R^2 S^2 a})} \geq E_{\min} \quad (3)$$

де $E_{\min}$ - мінімальне значення напруженості електричного поля, що забезпечує запалювання дуги при КВДЗ, В / мм.

Розглянемо більш докладно входять в залежність (3) параметри R, S, a які здійснюють найбільш вплив на напруженість E електричного поля при КВДЗ. При здійсненні наплавлення вугільний електрод установки ВДГУ-2, що використовується для КВДЗ, коливається з амплітудою $A = 0,5 \dots 1,1$ мм і частотою $\nu = 25$ Гц і $\nu = 50$ Гц, тобто його переміщення при коливаннях у вертикальному напрямку можуть бути описані рівнянням:

$$A_x = A_0 \sin(2\pi \nu t) \quad (4)$$

де t - час, с.

Таким чином, амплітуда A прискорення електрода при КВДЗ може змінюватися в досить широкому діапазоні:

$$a = \ddot{A}_{\max} = 4A_0 \pi^2 \nu^2 = 1,23 \cdot 10^4 \dots 4,93 \cdot 10^4 \text{ мм/с}^2 \quad (5)$$

Попередньо проведеними дослідженнями було встановлено, що найбільш істотний вплив на опір R затверділої пасти має товщина шару пасти, причому цей вплив носить степеневий характер і в аналітичній формі має вигляд:

$$R = k_h h^5 \quad (6)$$

де $k_h = 2,85 \cdot 10^5 \text{ Ом/мм}^5$

Величина площі мікронерівностей S у зоні контакту вугільного електроду та зміцнюваної поверхні може бути прийнята рівною:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (7)$$

де D - діаметр вугільного електроду.

Тоді з урахуванням наведених вище результатів математична залежність (3) напруженості електричного поля, що визначає умову запалювання дуги, може бути записана в наступному вигляді:

$$E = \frac{U_0 - (U_a + U_k)}{h(1 + 1,29 k_a \sqrt[3]{A_0 \nu^2 k_h^2 h^{10} D^4})} \geq E_3 \quad (8)$$

Проведені дослідження дозволили встановити, що напруженість E_3 електричного поля, що забезпечує стабільне запалювання дуги, становить всередньому 7,6 В/мм, а коефіцієнт $k_a = 10^{-6}$. Тоді залежність (8) з урахуванням отриманих значень може бути записана в наступному вигляді:

$$E = k_e E_0 \geq E_3 = 7,6 \text{ В/мм} \quad (9)$$

де k_e - безрозмірний коефіцієнт, що комплексно враховує вплив зміни відстані між вугільним електродом і зміцнюючою поверхнею, відповідно товщину затверділого шару пасти і параметрів коливань електрода, і дорівнює:

$$k_b = h(1 + 1,29k_a \sqrt[3]{A_0 v^2 k_h^2 h^{10} D^4})^{-1} \quad (11)$$

E_0 - напруженість електричного поля на рухомому електроді,

де $E_0 = U_0 - (U_a + U_k)/h$; В / мм.

Висновки:

1. Зі збільшенням товщини затверділого шару пасти вплив коливань електрода на напруженість електричного поля знижується не лінійно. При цьому, при збільшенні товщини затверділої шару пасти напруженість електричного поля зменшується в більшій мірі;
2. Враховуючи властивості затверділого шару пасти, а також необхідну для запалювання дуги напруженість електричного поля найбільш її раціональною товщиною є $h = 2,2 \dots 2,4$ мм.

Список літератури:

1. Аулов, В.Ф. Получение износостойких композиционных боридных покрытий на стали 65Г при ТВЧ-нагреве / В.Ф. Аулов, В.В. Иванайский, А.И. Ишков и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2014. - Т. 115. - С. 139-145.
2. Борак К. В., Герук С. М., Крук И. С. Повышение долговечности стрелчатых лап паровых культиваторов. Агронагата. 2020. № 2 (138). Р. 10–14.
3. Виноградов, В.В. Восстановление и упрочнение стрелчатых лап почвообрабатывающих машин металлокерамическими материалами / В.В. Виноградов // Молодежь и XXI век - 2016: Материалы VI Международной молодежной научной конференции. Курск. - 2016. - С.89-94.
4. Ахметшин, Т.Ф. Повышение износостойкости и долговечности стрелчатых лап культиваторов: дисс. ... канд. тех. наук / Ахметшин Тимурбай Фахрисламович. - М., 1988. - 245 с.
5. Виноградов, В.В. Исследование технического состояния стрелчатых лап широкозахватных культиваторов типа КШУ, упрочненных методом КВДУ / В.В. Виноградов // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: сборник научных статей в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал - 2016». Ставрополь. - 2016. - С. 315-320.
- Зайцев, С.А. Повышение износостойкости рабочих поверхностей лап культиватора газопламенным напылением с последующим оплавлением: дис. ... канд. тех. наук / Зайцев Сергей Александрович. - М., 2013. - 164 с.
6. Коломейченко, А.В. Влияние керамических компонентов пасты на твердость упрочненных карбовибродуговым методом поверхностей / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2015. - Т.118. - С. 140-145.
7. Сена Л. А. Единицы физических величин и их размерности / Учебно-справочное руководство. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1988. — 432 с. — ISBN 5-02-013848-7.
8. Тененбаум, М.М. Повышение долговечности стрелчатых лап культиваторов для сплошной обработки почвы: Экспресс-информ. / М.М. Тененбаум, Т.Ф. Ахметшин, В.И. Гасилин и др. // ЦНИИТЭИ. Сер. Сельскохозяйственные машины и орудия. - М., 1987. - Вып. 11-8 с.

28. Г.И. Гедроить, к.т.н., доцент, С.В. Занемонский, Н.В. Павлючук, к.б.н., Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

СТАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШИН ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Введение

Агротехнические и тягово-сцепные свойства колесных машин в значительной степени определяются способностью шины деформироваться в радиальном направлении и изменять при этом площадь пятна контакта с опорным основанием. Опорные свойства шин характеризуются площадью пятна контакта, средним и максимальным давлением в контакте [1, 2]. Экспериментальное определение параметров пятна контакта шин дает наиболее точные результаты. При решении задач оптимизации ходовых систем экспериментально определить параметры пятна контакта часто невозможно. Поэтому важным является получение и обобщение данных по определенным группам шин. Ниже приведены сведения о параметрах пятна контакта и методика статических исследований, позволяющая определить закономерности деформирования шин,

применяемых на прицепах, машинах для внесения органических удобрений и др. сельскохозяйственной технике.

Основная часть

В качестве объектов исследований использовались шины 16,5/70-18 мод. КФ-97 и 22/70-20 мод. Ф-118.

В процессе экспериментальных исследований шин на жестком основании определяют следующие параметры: деформацию шины на жестком основании, контурную площадь пятна контакта шин, длину и ширину пятна контакта, площадь контакта по выступам рисунка протектора, наружный диаметр шин; ширину профиля шин, ширину беговой дорожки, стрелу дуги протектора. Все необходимые для расчетов данные по шинам определяются из нормативной документации или путем несложных замеров.

Схема станда для статических исследований шин представлена на рис. 1.

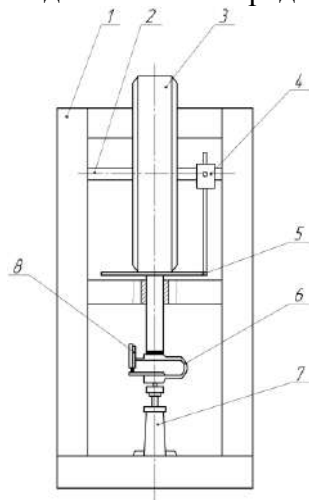


Рисунок 1 – Стенд для статических исследований шин

1 – рама станда; 2 – ось; 3 – испытываемая шина; 4 – линейка для измерения нормального прогиба шины; 5 – стол; 6 – домкрат ДОСМ-3-5; 7 – домкрат; 8 – индикатор часового типа

Для создания радиальной нагрузки служит стол станда (5), который имеет возможность при помощи домкрата (гидроцилиндра) перемещаться вертикально по направляющей. Нагрузка на шину регистрируется динамометром ДОСМ-3-5 (6) при помощи индикатора (8) часового типа с ценой деления 0,01 мм. Внутреннее давление воздуха P_w измеряется образцовым манометром типа МО модели 11202, класс точности 0,4, до создания нагрузки. Статический радиус колеса измеряется линейкой от центра неподвижного колеса, нагруженного нормальной нагрузкой, до опорной плоскости с точностью до 1 мм. Деформация шины λ под действием нормальной нагрузки G измеряется линейкой по нормали от центра колеса к опорной поверхности.

Для построения двухфакторного уравнения регрессии второго порядка необходимо составить матрицу планирования (табл. 1), созданную на базе ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП).

Таблица 1 - Матрица моделирования для построения ортогонализованного двухфакторного уравнения регрессии второго порядка на базе ОЦКП

N_k	Факторы					
	X_{0j}	X_{1j}	X_{2j}	$X_{1j} X_{2j}$	$X_{1j}^2 - 2/3$	$X_{2j}^2 - 2/3$
1	+	–	–	+	1/3	1/3
2	+	+	–	–	1/3	1/3
3	+	–	+	–	1/3	1/3
4	+	+	+	+	1/3	1/3
5	+	0	0	0	- 2/3	- 2/3
6	+	–	0	0	1/3	- 2/3
7	+	+	0	0	1/3	- 2/3
8	+	0	–	0	- 2/3	1/3
9	+	0	+	0	- 2/3	1/3

Уравнения регрессии, полученные в результате реализации ОЦКП, позволяют определить нормальную деформацию исследованных шин (табл. 2). В уравнениях размерность λ – в мм, G – в кН, P_w – в кПа.

Таблица 2 – Уравнения регрессии для определения деформации шин

Шина	Уравнение регрессии	Область эксперимента		Критерий Фишера	
		G , кН	P_w , МПа	$F_{\text{э}}$	$F_{\text{т}}$
16,5/70-18 мод. КФ-97	$\lambda = 23,3 + 3,33G - 175,4P_w + 372,9 P_w^2 - 5,38P_wG$	15...35	0,13...0,37	1,91	2,93
22/70-20 мод. Ф-118	$\lambda = 52,74 + 3,41G - 376,3P_w - 0,0113G^2 + 792 P_w^2 - 4,95P_wG$	10...45	0,15...0,25	2,73	3,16

ГОСТ 7057-81 [3] рекомендует определять контурную площадь F_k экспериментально. Однако это требует специального оборудования, поэтому при расчетах, создании новых шин и машин контурную площадь определяют аналитически.

Считается, что форма пятна контакта эллиптическая, однако это допущение справедливо для идеализированной шины, в реальности шины из-за жесткости каркаса деформируются не только в контакте, а ее форма в поперечном сечении не является тором, изгибаются боковины, деформируется беговая дорожка вне зоны контакта. С учетом этого определить контурную площадь пятна контакта на жестком основании можно из выражения [1]:

$$F_k = \frac{\pi}{4} \varepsilon a_k b_k \approx 2\pi \varepsilon k_L k_B \lambda \sqrt{Rr}; \quad (1)$$

где ε – коэффициент эллипсовидности пятна контакта, показывает во сколько раз контурная площадь пятна контакта отличается от расчетной по формуле для эллипса;

k_L – коэффициент длины пятна контакта;

k_B – коэффициент ширины пятна контакта;

a_k – длина отпечатка контурной площади на жестком основании;

b_k – ширина отпечатка контурной площади на жестком основании;

λ – деформация шины под действием нормальной нагрузки;

R, r – соответственно радиусы шины и беговой дорожки протектора.

При этом дальнейшие расчеты выполним по формулам:

$$a_k = 2k_L \sqrt{2R\lambda - \lambda^2} \approx 2k_L \sqrt{2R\lambda}; \quad (2)$$

$$b_k = 2k_B \sqrt{2r\lambda - \lambda^2} \approx 2k_B \sqrt{2r\lambda}; \quad (3)$$

Для шин сельскохозяйственных машин средние значения коэффициентов ε , k_L , k_B составляют соответственно 1,07, 0,78, 0,81. В формулах (1)...(3) переход от точных выражений к приближенным выполнен в связи с тем, что в подкоренных выражениях второй член значительно меньше первого.

Выводы

Пользуясь полученными уравнениями можно определить показатели опорных свойств, значения контурной площади пятна контакта, нормальной деформации шин в широком диапазоне нагрузок и давления воздуха в шинах. Нормальная нагрузка на колесо может изменяться в ходе технологического процесса и при использовании шин для разных машин. В последнем случае изменяется и давление воздуха в шинах. Давление воздуха может устанавливаться разным также в зависимости от твердости опорного основания, скоростного режима. В общем случае зависимость деформации шин от нагрузки и давления воздуха нелинейная.

Литература

1. Гедроить, Г.И. Опорные свойства шин для сельскохозяйственной техники / Г.И. Гедроить //Агропанорама. – 2009, № 4. – С. 22-27.
2. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86. – М. Издательство стандартов, 1986. – 11 с.
3. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний: ГОСТ 7057-81. – М. Издательство стандартов, 1998. – 18 с.

29. А.В. Захаров, к.т.н., доцент, Л.Г. Сапун, И.О. Захарова, А.В. Жук, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь

ПОДРЕССОРИВАНИЕ ЗАДНЕГО МОСТА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 3022» С ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИМ УПРУГИМ ЭЛЕМЕНТОМ

В целях рационального использования дорогостоящих колесных тракторов класса 3.0...5.0 в период межсезонья полевых работ, тракторы интенсивно используют на транспортных работах. За последние 10 лет произошло существенное (с 35...40 до 50...60 км/ч) повышение их максимальной транспортной скорости. В 2018 году среди новых тракторов удельный вес по диапазонам транспортных скоростей составил [1, 2]: $V_{\max} < 40 \text{ км/ч} - 8...10\%$; $V_{\max} > 40 \text{ км/ч} - 90...92\%$; $V_{\max} > 50 \text{ км/ч} - 20...25\%$.

Повышение скоростей движения тракторов приводит к:

- повышению динамической нагруженности ПВМ, ЗВМ и остова трактора;
- ухудшению плавности хода, повышению крутильных колебаний в силовой передаче;
- повышению вертикальных, поперечных и продольных колебаний, и в результате к:
- повышению низкочастотных колебаний и вибрации на рабочем месте водителя;
- возможности потери контакта шин ПВМ с дорогой;
- потере управляемости и снижению производительности МТА.

Анализ показал, для снижения перечисленных воздействий практически все зарубежные фирмы применяют зависимую подвеску мостов на всем диапазоне мощностей тракторов кл. 1,4 - 5. Независимые подвески трех видов с индивидуальным подрессориванием колес - фирм Carraro, Dana Corp. и John Deere - применяют на передние и задние мосты тракторов средней и большой мощности (кл. 2, 3 - 5).

Тот факт, что ведущие тракторостроительные фирмы имеют несколько вариантов СП ПВМ говорит о том, что поиск оптимальных решений конструкций систем подрессоривания не завершен, а фирмы производят несколько СП ПВМ и ЗВМ.

Результаты испытаний зарубежных испытательных центров также показывают эффективность применение СП ПВМ и ЗВМ для снижения виброускорений на сиденье водителя, особенно при скорости трактора более 30 км/ч. В результате необходимо предложить собственную конструкцию независимой подвески ЗВМ трактора «Беларус 3022», которая позволит максимально использовать трактор не только на с/х операциях, но и транспортных работах, повысит его маневренность.

Наиболее эффективной является независимая подвеска на поперечных рычагах. Предлагаемая независимая подвеска ЗВМ на примере трактора «Беларус 3022» (рисунок 1) с возможностью регулирования клиренса и фиксации, позволит увеличить плавность хода трактора и тем самым увеличить скорости движения трактора с меньшей нагрузкой на оператора. Также применение подвески позволит увеличить долговечность агрегатов заднего моста, за счет отсутствия ударных нагрузок при переезде неровностей рельефа. Ход подвески из крайнего нижнего в крайнее верхнее положение составляет 200мм.

Планетарный редуктор 1 подвешен на расположенных параллельно друг другу поперечных рычагах 2. В качестве упругого элемента выступает гидропневматический упругий элемент 4, с помощью которого осуществляется подрессоривание и фиксирование остова трактора в определенном положении. Крутящий момент двигателя к планетарному редуктору передается через карданный вал 3 (рисунок 1).

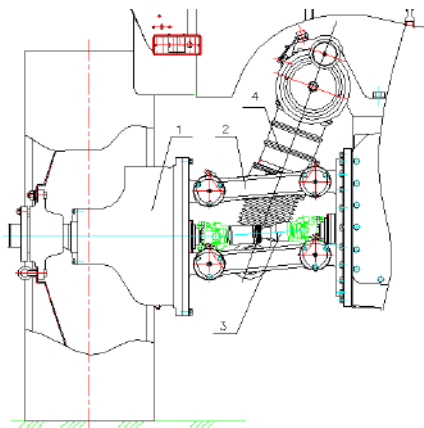


Рисунок 1 - Независимая подвеска на поперечных рычагах заднего моста трактора «Беларус 3022»

1 - планетарный редуктор; 2 - поперечные рычаги; 3- карданный вал; 4 - гидропневматический упругий элемент

Общий ход подвески составляет 200мм. Конструктивным изменениям подверглись также и карданные шарниры взамен их применили ШРУСы обеспечивающие равномерное вращение колес при углах между валами до 50° .

В предлагаемой подвеске применен гидропневматического упругий элемент с одной ступенью давления рисунок 2. Для расчета его параметров используется уравнение политропы для закрытой полости газа и расчетная схема на рисунке 2 [3]. В качестве упругого элемента выбрали гидропневматическую стойку с поршнем имеющим диаметр 78 мм , $h_{01} = 182 \text{ мм} = 0,182 \text{ м}$, $A_1 = 0,0011 \text{ м}^2$, $n = 1,25$.

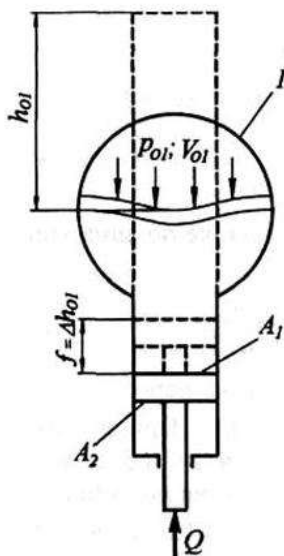


Рисунок 2 - Расчетная схема гидропневматического упругого элемента

Давление воздуха в упругом элементе при статической нагрузке $P_{01} = 5,93 \text{ МПа}$. Упругая характеристика подвески с гидропневматическим упругим элементом при ходах сжатия с шагом 0,02м, при ходах отбоя с шагом 0,02 м показана на рисунке 3.

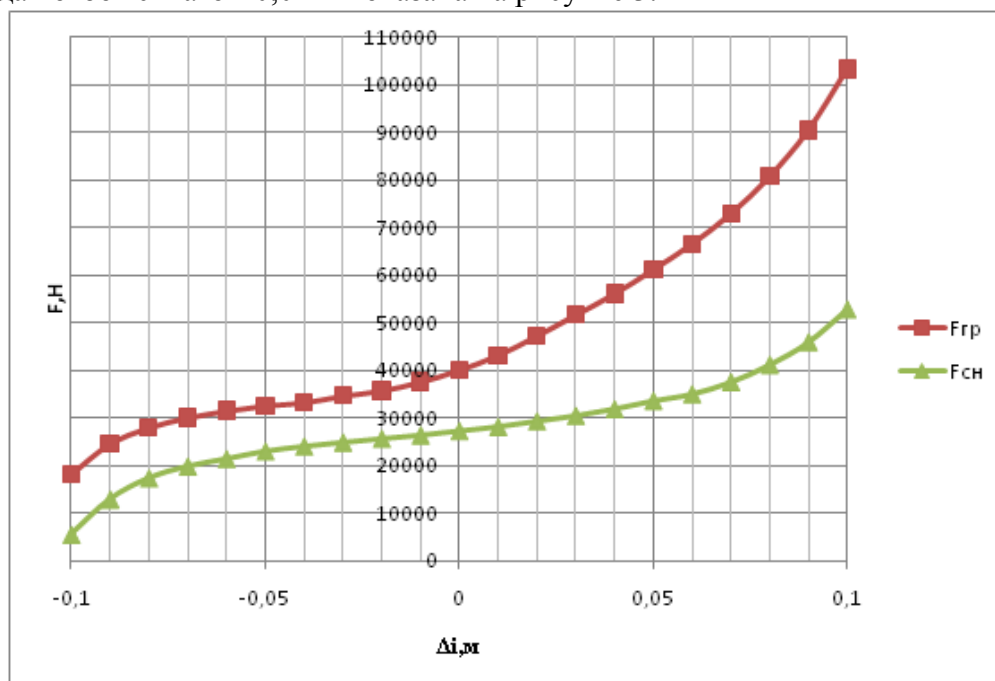


Рисунок 3 - Упругая характеристика подвески с гидропневматическим упругим элементом

Выводы

Предложенная конструкция подвески ЗВМ трактора «Беларус 3022» с общим ходом 200мм снизит динамическую нагруженность ЗВМ, вертикальные, поперечные и продольные колебания остова трактора. Повысит маневренность и возможность работать на повышенных скоростях без вреда здоровью механизатора.

Список использованной литературы

1. Волошин Ю.Л. «Анализ схем подвесок и динамических моделей транспортных средств»: Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2001, № 2, стр.42-45.
2. Волошин Ю.Л. «Активные системы подрессоривания тракторов и требования к их оптимизации»: Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2015, № 2, стр.30-34.
3. Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов. – М.: Машиностроение, 2004г. – 592с.

30. А.В. Захаров, к.т.н., доцент, Л.Г. Сапун, И.О. Захарова, А.В. Жук «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКОВЫХ ТОРМОЗОВ С КОЛЬЦЕВЫМИ РАБОЧИМИ ЦИЛИНДРАМИ НА ТРАКТОРАХ КЛАССА 5

С развитием модельного ряда тракторов «БЕЛАРУС» от тягового класса 1,4 до 5,0 и мощности двигателя от 45 до 220 кВт эксплуатационная масса трактора достигла 12-14 т. Масса агрегата на базе колесного трактора кл.5 с комбинированными почвообрабатывающе-посевными комплексами составила 18-20 т., а с транспортными прицепами доходит до 40т. Скорости движения таких агрегатов по дорогам достигают 40км/ч, что предъявляет высокие требования к тормозным системам.

Тормозная система, устанавливаемая на тракторе «БЕЛАРУС» начиная с тягового класса 3 состоит из левого и правого рабочих тормозов с ножным управлением от педалей и стояночно-запасного тормоза с ручным независимым управлением от рукоятки, действующего на рабочие тормоза. Привод рабочих тормозов – гидростатический, с помощью левого и правого главных тормозных гидроцилиндров и левого и правого рабочих гидроцилиндров.

Основным недостатком тормозного механизма является то, что прижатие фрикционных тормозных дисков к промежуточным и опорному диску осуществляется за счет развода нажимных дисков тягами 12 и 13. Как при нажатии на педаль (рабочий) так и при управлении рукояткой (стояночный). Нажимные диски обкатываются на шариках, размещенных в лунках переменной глубины, выполненных на нерабочих поверхностях этих нажимных дисков, что создает эффект (расклинивания) дополнительного прижатия нажимных дисков (эффект расклинивания) рисунок 1.

Из-за эффекта серводействия возможно заклинивание тормозного механизма даже без воздействия на тормозные педали, различная эффективность тормозного механизма при движении вперед и назад, неравномерное прижатие фрикционных дисков, а соответственно и износ, наличие двух нажимных дисков это потенциальные две пары трения.

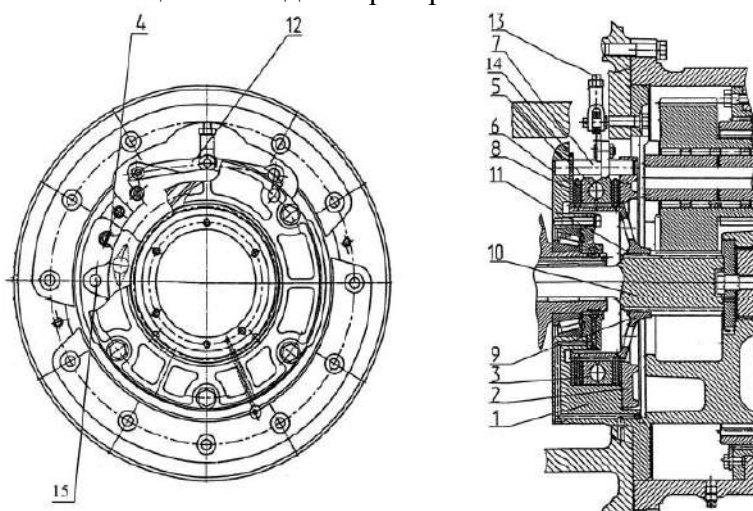


Рисунок - 1 Серийный рабочий тормоз

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — нажимной диск; 4 — стяжные пружины; 5 — шарики разжимные; 6 — диск промежуточный; 7 — палец; 8 — диск фрикционный; 9 — ступица; 10 — вал; 11 — кольцо стопорное; 12,13 — тяги, 14 — диск опорный; 15 — палец.

Для устранения этих недостатков предлагается усовершенствование конструкции тормозного механизма рис.2. Привод останется тот же гидростатический, рабочие цилиндры имеют кольцевую конструкцию. При поступлении жидкости в кольцевой рабочий цилиндр поршень 1, перемещаясь под давлением жидкости, прижимает пакет фрикционных и промежуточных дисков 2 которые находятся в масляной ванне. Стояночно-запасной тормоз остается с механическим приводом рис.3, имея только один нажимной диск, а функцию второго выполняет опорный диск.

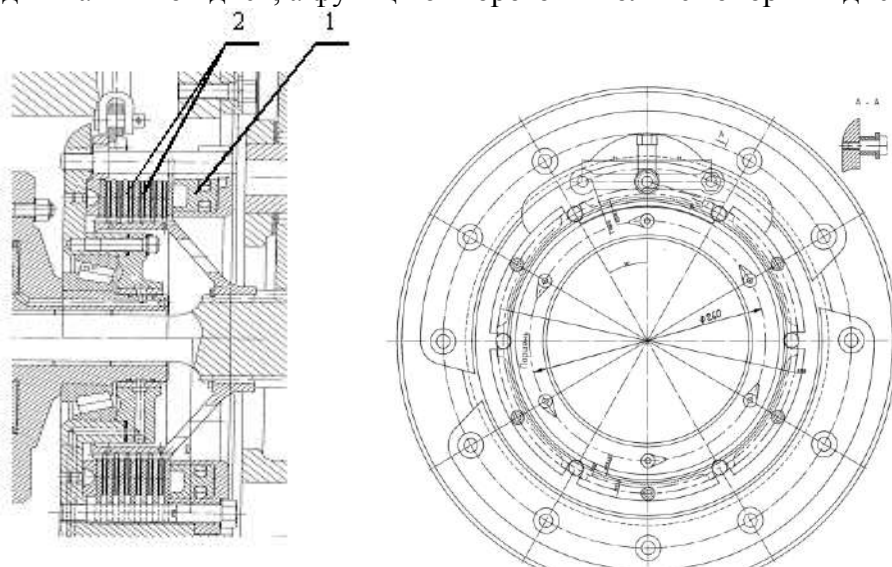


Рисунок 2 – Предлагаемая конструкция тормозного механизма

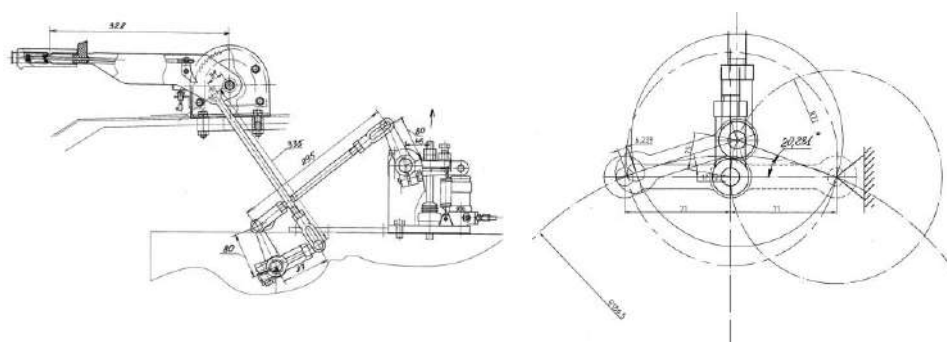


Рисунок 3 - Конструкция привода стояночно-запасного тормоза

Исходя из усовершенствованной конструкции тормозного механизма обоснование его основных параметров состоит из пяти основных этапов.

1. Определение необходимого минимального давления рабочей жидкости в полости кольцевого цилиндра, исходя из тормозного момента, количества пар трения и их геометрических размеров.

2. Определение удельного давления на поверхностях фрикционных накладок.

3. Определение скорости скольжения поверхностей трения при максимальной скорости движения трактора.

4. Определение эффективности действия стояночно-запасного тормоза при использовании его в качестве остановочного тормоза.

Расчет стояночно-запасного тормоза выполняется для условий движения тракторов с максимально разрешенной массой на максимальной скорости на горизонтальном прямолинейном участке дороги с твердым покрытием (сухие асфальт или бетон). Расчет стояночно-запасного тормоза выполнен для условий удержания трактора на уклоне 20° .

5. Определение усилия на рычаге стояночно-запасного тормоза, обеспечивающее удержание трактора на уклоне (подъеме) 20°

Выводы

Результаты полученных основных параметров предложенного тормозного механизма при работе в режиме рабочего и стояночно-запасного сведём в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты расчета основных параметров предложенного тормозного механизма трактора кл.5

Параметр	Значение
1	2
Наружный диаметр кольцевого поршня D , мм	290
Внутренний диаметр кольцевого поршня d , мм	230
Наружный диаметр накладок тормозных дисков D_n , мм	285
Внутренний диаметр накладок тормозных дисков $D_{вн}$, мм	224
Количество пар трения Z	12
Коэффициент трения накладок μ	0,1
Усилие пружины F_{np} , Н	180,5
Количество пружин Z_{np}	5
Коэффициент запаса по тормозной силе K_z	1,25
Максимальное давление от гидроцилиндра P_{max} , МПа	1,8
Минимальное давление от гидроцилиндра P_{min} , МПа	0,8
Допускаемое удельное давление на поверхности фрикционных накладок $[q]$, МПа	3,2
Номинальное число оборотов двигателя n , об/мин	2100
Передаточное число главной передачи U_{gn}	2,6429
Передаточное число коробки передач на высшей передаче $U_{кп}$	0,6955
Усилие на рукоятке P_p , Н	400
КПД шарнира $\eta_{ш}$	0,925
Количество шарниров в приводе N	11
КПД конечной передачи $\eta_{кп}$	0,961
Передаточное отношение конечной передачи $U_{кп}$	10,45
Средний радиус трения $R_{ср}$, мм	127,25
Радиус качения заднего колеса R_k , мм	907
Коэффициент трения μ_1	0,08
Радиус расположения шарнира диска $r_{шд}$, мм	186,5
Радиус расположения шарниров в нажимных дисках $r_{ш}$, мм	130
Длина соединительной тяги l_T , мм	71
Расстояние между шарнирами регулировочной тяги в исходном положении $l_{шд}$, мм	142
Суммарный зазор между парами трения S , мм	2
Угол подъема лунок нажимных дисков стояночно-запасного тормоза α_1 , °	20°
Коэффициент сопротивления перекачиванию f	0,02
Максимально допустимая масса трактора m_{max} , кг	14000
Коэффициент учета вращающихся масс K_T	1,126
Время срабатывания привода при торможении t_p , с	0,15

Литература

1. Правила ЕЭК ООН № 13 и № 13Н. Пересмотр 5. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и О в отношении торможения.
2. Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов. – М.: Машиностроение, 2004г. – 592с.
3. Трактор «Беларус 2522/2822/3022» и его модификации. Руководство по эксплуатации / гл. ред. М.Г. Мелешко, отв. ред. И.Н. Усс, отв. за выпуск А.И. Бобровник. – ПО «Минский тракторный завод», 2008. – 394 с.
4. СТБ ГОСТ Р 52302-2006 Автотранспортные средства управляемость и устойчивость. Технические требования и методы испытаний.

ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНО-ЗБІРНИХ ПРИСТОСУВАНЬ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ

У підготовці техніки для сільськогосподарських робіт різного спрямування виникає потреба забезпечення майстерень сучасним обладнанням. Розширити можливості по обслуговуванню машино-тракторного парку можна за рахунок застосування нових прогресивних видів пристосувань. Одним із видів обладнання для ефективного використання є універсально-збірні пристосування (УЗП). Відповідаючи сучасним вимогам комплект УЗП може значно скоротити терміни ремонту і обслуговування сільськогосподарської техніки. Універсально-збірні пристосування застосовують для базування і закріплення конкретної деталі. З комплекту УЗП збирають спеціальне пристосування, яке потім розбирають, а елементи УЗП багаторазово використовують для складання інших пристосувань (рис. 1) [3].

Однією з найбільш важливих складових витрат матеріальних та фінансових ресурсів є витрати на підтримання техніки в працездатному стані, тобто витрати на технічне обслуговування та ремонт техніки [1]. Зважаючи на те, що ремонтні втручання можуть відбуватись не тільки у міжсезонний період, але і у пору агротехнологічного процесу, що спонукає до пошуку нової стратегії – швидкого усунення відмов технічних засобів.

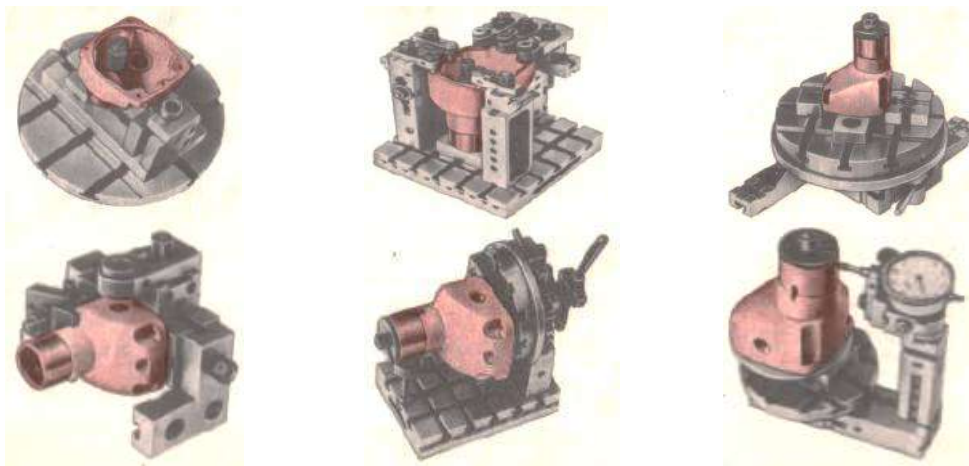


Рис. 1. Пристосування для комплексної обробки деталі

На думку автора, саме застосування універсально-збірних пристосувань відповідає вимогам щодо такої стратегії по обслуговуванню сільськогосподарської техніки. Враховуючи умови праці сервісних центрів, майстерень по ремонту технічних засобів, можемо зауважити, що вони скоріше відносяться до малосерійного або одиничного виробництва. В умовах такого виробництва для автоматизації ремонтних та профілактичних робіт вагоме значення має проектування пристосувань. Зрозуміло, що використання спеціальних пристосувань є економічно невигідно, а тому найбільш доцільним було б застосувати УЗП.

Застосування універсально-збірних пристосувань в 2-3 рази скорочує терміни технологічної підготовки виробництва до виготовлення нового виробу. Затрати на відновлення комплекту деталей УЗП за рік складають 3,5% від всієї собівартості комплекту [2].

Окреме місце у системі спорядження для технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь займає комплект універсально-збірних пристосувань для зварювання УЗПЗ (рис. 2). Такого виду пристосування можна використати при виготовленні збірних конструкцій та при зварювальних роботах різного спрямування. УЗПЗ доцільно використовувати на ремонтних підприємствах.

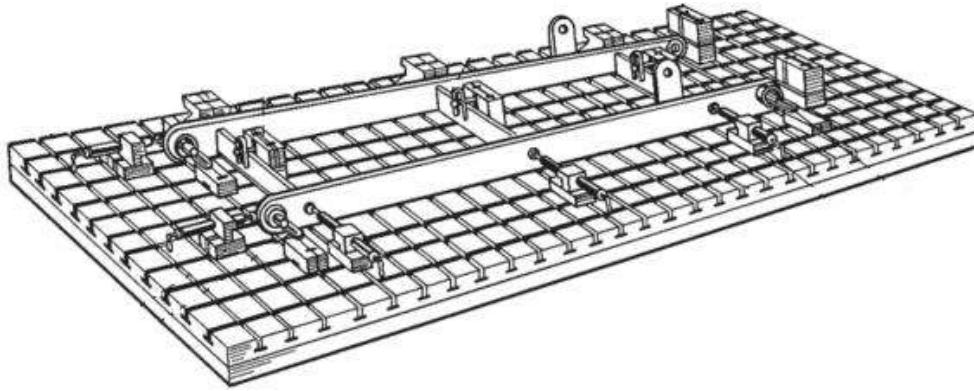


Рис. 2. Універсально-збірне пристосування для зварювання

Таким чином, при застосуванні універсально-збірних пристосувань, що знайшли широке використання в одиничному та малосерійному виробництві, зменшується показник виникнення відмов техніки, зростає надійність машин та знаряддя на етапі застосування. Разом із тим скорочуються відрахування на ремонт машин і їх технічне обслуговування.

Література

1. Проект організації та розвитку лісового господарства ДП «Олевське лісове господарство» Житомирської області. Пояснювальна записка. Ірпінь: Укрдержліспроєкт, 2019. 250 с.: URL: <http://ts.khntusg.com.ua/index.php/ts/article/download/386/392/>
2. Давыдова М.В, Михалёв А.М., Ерофеев А.С. Библиотека 3d-элементов станочных приспособлений (УСП) КОМПАС-3D. URL: <https://studfile.net/preview/5583466/> (дата звернення: 12.03.2021).
3. Кузнецов В. С., Пономарев В. А. Универсально-сборные приспособления. Альбом монтажных чертежей. URL: <https://www.chipmaker.ru/files/file/4863/> (дата звернення: 12.03.2021).

32. Д.И. Комлач, к.т.н., А.С. Воробей, к.т.н., научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Н.Л. Ракова, к.т.н., доцент, М.Н.Трибуналов, к.т.н., старший преподаватель, П.Н. Гарост, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

ЭЛЕКТРОННОЕ АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ УБОРКЕ И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДОРАБОТКЕ

Картофель является одним из основных продуктов питания в рационе многих людей во всём мире и занимает второе место, после риса, по степени широкомасштабного глобального распространения. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь в 2019 году в сельскохозяйственных и фермерских хозяйствах картофель возделывался на площади 25,4 тыс. га, валовый сбор составил 5 231 200 т, при средней урожайности 206,0 ц/га. Значимость этой культуры подчёркивается Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2021 – 2025 годы [1].

Согласно международным стандартам, массовая доля клубней с механическими повреждениями (порезы, вырывы, трещины, вмятины) глубиной 4 мм и длиной более 10 мм в совокупности не должна превышать 2 %.

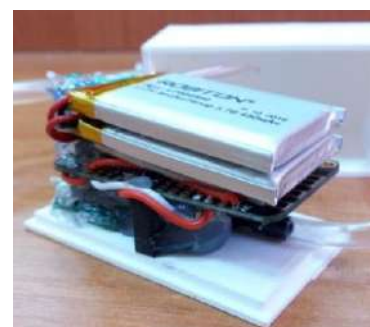
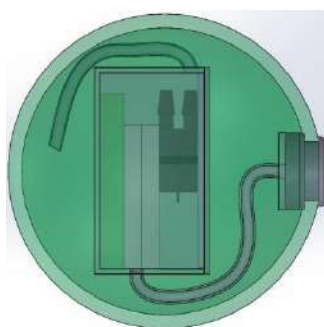
Разнообразие видов повреждений клубней обусловлено различными факторами. Порезы клубней, в основном, связаны с работой подкапывающих рабочих органов уборочных машин из-за неправильных их регулировок, нарушения ширины междурядий, боковых смещений уборочных агрегатов при работе, особенно на поперечных склонах. Раздавленные клубни – результат развала гряд при проезде по ним колес агрегатов, падения клубней с больших высот при перегрузках, а также защемления их между элементами рабочих органов машин.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в лаборатории механизации производства овощей и корнеклубнеплодов разработано электронное анализирующее устройство для обнаружения и предупреждения опасных зон возникновения механических повреждений клубней картофеля серийными машинами для уборки и послеуборочной доработки.

По статистике потери урожая картофеля достигают 25-30 %. Из них при механизированной уборке – до 13 %, при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке – до 3 - 6 %, и при хранении и сортировке - до 7-20 % [2].

Главным образом эти потери связаны с механическими повреждениями клубней картофеля. В процессе механизированных уборочных работ клубни картофеля получают механические внутренние и внешние повреждения от воздействия рабочих органов картофелеуборочных машин. Количество наносимых повреждений зависит как от конструктивных особенностей рабочих органов, так и от соответствия их кинематических параметров и режимов условиям работы, сложившимися на момент уборки. Неправильно отрегулированный картофелеуборочный комбайн в процессе работы может повреждать более 60 % клубней, что говорит о необходимости периодического контроля качества убираемого картофеля с целью вмешательства в процесс уборки.

Внешний вид корпуса электронного анализирующего устройства и схематическое расположение основных комплектующих в корпусе показаны на рисунке 3. Электронное анализирующее устройство помещается в сферический корпус из эластичного материала, заполненный силиконовым маслом ПМС-200 для передачи давления.



а)

б)

в)

а) внешний вид корпуса электронного анализирующего устройства;

б) схематическое расположение основных комплектующих в корпусе; в) блок сейсмодатчиков давления с микросхемой

Рисунок 1 – Электронное анализирующее устройство

Принцип действия электронного анализирующего устройства как объекта управления заключается в следующем: объект управления механически связан с датчиком давления, аналоговый сигнал от которого поступает на вычислительный модуль, одновременно принимающий цифровые данные от барометрического датчика. Обработанные данные передаются по цифровому интерфейсу на коммуникационный модуль, и с его помощью – удалённому оператору, который в режиме реального времени анализирует состояние искусственного картофеля.

Разработанное программно-аппаратное обеспечение позволяет в режиме реального времени определять внешние нагрузки на клубни картофеля в процессе уборки и послеуборочной доработки и в случае их превышения мгновенно информировать об этом оператора.

На рисунке 2 приведен пример обнаружения электронным анализирующим устройством, возникновения опасных зон механических повреждений клубней картофеля при уборке.

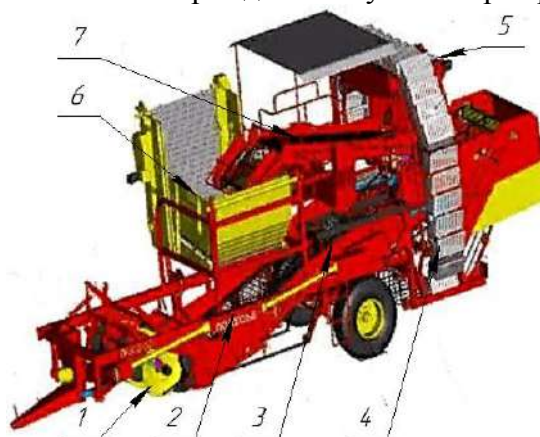


Рисунок 2 – Опасные зоны картофелеуборочного комбайна

Проанализировав опасные зоны возникновения механических повреждений в картофелеуборочном комбайне можно сделать вывод, что наибольшее количество механических повреждений в виде ушибов происходит при взаимодействии клубней картофеля с подкапывающими рабочими органами и в задней части бункера. Это видно на диаграмме взаимодействия электронного анализирующего устройства с рабочими органами картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05 (рисунок 3).

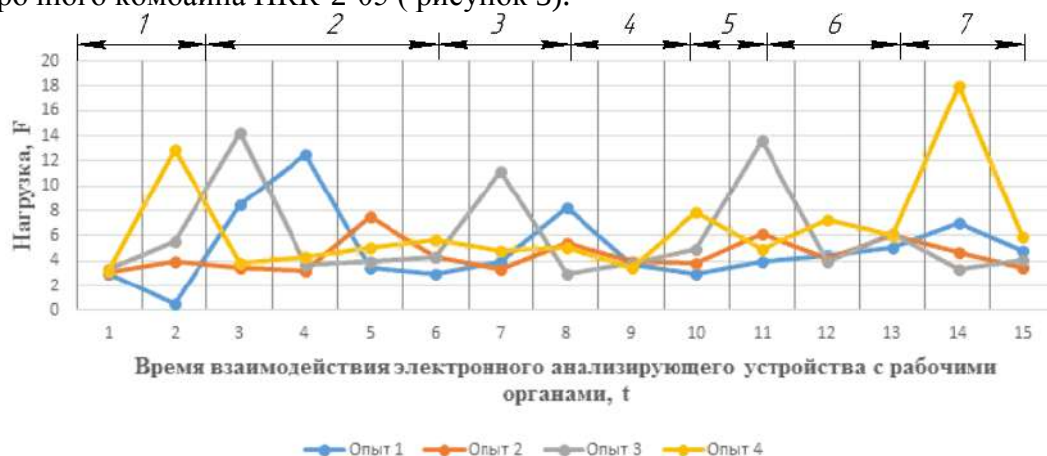


Рисунок 3 – Диаграмма взаимодействия электронного анализирующего устройства с рабочими органами картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05 (опыт производился с четырехкратной повторностью)

В целом, используя электронное анализирующее устройство, можно свести механические повреждения клубней картофеля к минимуму, за счет чего производитель получит больший экономический эффект от его реализации.

На основании результатов исследований разработаны методические рекомендации по обучению инженерно-технических работников сельскохозяйственных предприятий современным научно-обоснованным методам настройки новой и регулировки эксплуатируемой в хозяйствах техники для производства картофеля с целью минимизации потерь продукции и ее сохранности с использованием разработанного электронного анализирующего устройства.

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / национальный статистический комитет Республики Беларусь. Минск, 2020. – 211 с.
2. Гордеев, О.В. Совершенствование рабочих органов машин для уборки и послеуборочной доработки семенного картофеля: автореф. дис. ... д – ра. техн. наук: 05. 20. 01 / О. В. Гордеев. – Челябинск. - 2014. – с.4-38.

33. Ю.В. Чигарев., д.ф.-м.н., профессор, Н.Л. Ракова., к.т.н., доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» А.С. Воробей, к.т.н., РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖЕСТКИХ КОЛЕС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ С ПОЧВОЙ

Во многих сельскохозяйственных машинах и агрегатах в процессах взаимодействия с почвой используются жесткие тела и в частности, колеса, которые могут существенно изменять плотность почвы. Поэтому вызывает интерес об оценке параметров взаимодействия жестких тел с почвой [1,2].

Рассмотрим задачу о качении жесткого колеса с неоднородной упруговязкопластической почвой со случайными параметрами (рис.1) [2].

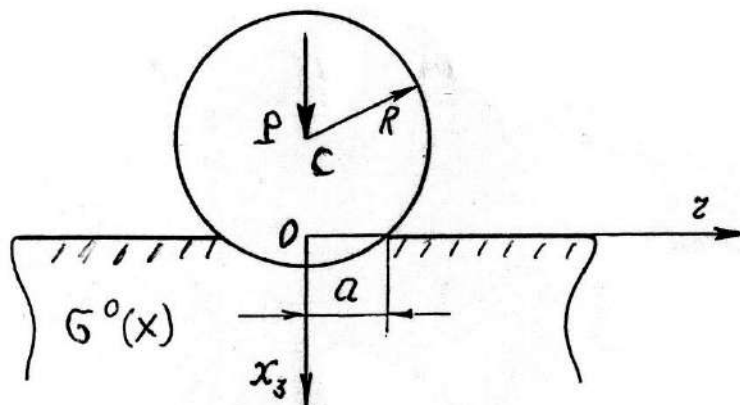


Рисунок 1– Схема взаимодействия круглого колеса с полупространством

Колесо вдавлируется в полупространство силой P . Считаем зону контакта симметричной относительно оси колеса. Напряженно-деформированное состояние полупространства описывается системой уравнений механическая модель которой представлена на рис. 2.

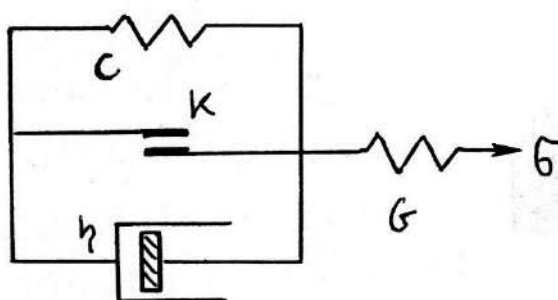


Рисунок 2 – Механическая модель полупространства

Связь между средними значениями напряжений и деформаций в общем виде представим

$$\langle \sigma_{ij} \rangle = f \cdot (\langle \varepsilon_{ij} \rangle, \langle E \rangle, \langle \eta \rangle, \langle k \rangle). \quad (1)$$

Уравнения равновесия

$$[\langle \sigma_{ij} \rangle (\delta_{jk} \langle u_{i,k} \rangle) = 0. \quad (2)$$

Граничные условия

$$[\langle \sigma_{ij} \rangle (\delta_{jk} \langle u_{i,k} \rangle) \cdot n_j = P_i \quad (3)$$

В (1) - (3) σ_{ij} - напряжения, ε_{ij} - деформации, u_i - перемещения, E – модуль упругости, η - модуль вязкости, k – модуль пластичности, n – нормаль к поверхности контакта.

Угловые скобки $\langle \rangle$ обозначают среднее значение. Уравнения (1) - (3) можно рассматривать как уравнения, описывающие среднее однородное состояние рассматриваемой почвы.

Решение системы (1)-(3) ищем в виде

$$\begin{aligned} \langle \sigma_{ij}(x_k, t) \rangle &= \sigma_{ij}^0(x_k, t); \\ \langle e_{ij}(x_k, t) \rangle &= e_{ij}^0(x_k, t); \\ \langle u_i(x_k, t) \rangle &= u_i^0(x_k, t). \end{aligned} \quad (4)$$

Будем предполагать, что с ростом времени эти решения стремятся к

$\sigma_{ij}^o(x_k), e_{ij}^o(x_k), u_i^o(x_k)$. Уравнения (1) - (3), (4) будем рассматривать как соотношения, описывающие некоторое предварительно напряженное состояние среды. Сила P вызывает малое возмущение основного напряженного состояния. Обозначим малые возмущения напряжений, деформаций и перемещений через $\sigma_{ij}^+, e_{ij}^+, u_i^+$. Тогда решение для возмущенного состояния можно искать в виде

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= \sigma_{ij}^o + \sigma_{ij}^+; \\ e_{ij} &= e_{ij}^o + e_{ij}^+; \\ u_i &= u_i^o + u_i^+.\end{aligned}\quad (5)$$

Действие штампа на среду будем рассматривать в цилиндрической системе координат, где связь между напряжениями и деформациями согласно уравнению (1) будет [1]

$$\begin{aligned}\sigma_{rr} &= E_{11}e_{rr} + E_{12}e_{\varphi\varphi} + E_{13}e_{33}; \\ \sigma_{\varphi\varphi} &= E_{12}e_{rr} + E_{22}e_{\varphi\varphi} + E_{23}e_{33}; \\ \sigma_{33} &= E_{13}e_{rr} + E_{32}e_{\varphi\varphi} + E_{33}e_{33}; \\ \sigma_{r\varphi} &= \langle G \rangle e_{r\varphi}; \\ \sigma_{r3} &= (E_{11} - E_{11})e_{r3} / 2; \\ \sigma_{r3} &= \langle E \rangle e_{r3},\end{aligned}\quad (6)$$

где G – модуль сдвига.

Коэффициенты E_{ij} комплексные величины и зависят от свойств рассматриваемой среды $\langle c \rangle$, $\langle \eta \rangle$, $\langle k \rangle$, $\langle E \rangle$, $\langle G \rangle$ и компонент тензоров напряжений σ_{ij}^o деформаций e_{ij}^o и перемещений u_{ij}^o основного состояния.

Опуская выкладки связанные с решением задачи линейного сопряжения выпишем выражение для определения контактного давления [1]

$$\int_0^a \frac{2g(\rho)}{\pi(r+\rho)} \rho d\rho = \frac{(\delta 2R - r^2)}{2R} A_1 B_1 \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned}A_1 &= \sqrt{(2E_{33} - E_{11})} \\ B_1 &= \sqrt{(5E_{33} - E_{11})}\end{aligned}$$

Выражение для перемещения запишем

$$u_3(r, 0) = Q \int_b^\infty J_o(Sr)(k(s)ds \quad (8)$$

где

$$Q = -E_{11} \sqrt{[4E_{11}E_{33} - (E_{11} - E_{33})E_{11}] \times \left[\frac{E_{11}E_{33} - (E_{11} - E_{33})E_{11}}{E_{11}E_{33}} \right]}$$

J_0 - функция Бесселя, $k(s)$ - трансформанта Ханкеля функции распределенной нагрузки в зоне контакта $g(r)$.

Таким образом, используя теорию сопряжения и методику контактного взаимодействия [1], можно получить выражение для определения контактного давления и перемещения колеса в почву которая описывается сложными реологическими свойствами.

Литература

1. Александров В.М., Мхитарян С.М. Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками. – “Наука”, М., 1983.– 488с.
2. 2. Чигарев Ю.В., Синкевич П.Н. Математические основы механики почв УП “Технопринт”, Минск, 2004.– 164 с.

34. И.И. Скорб, И.М. Швед, М.Э. Нйамушомбоза, Белорусский государственный аграрный технический университет

УДАЛЕНИЕ НАВОЗА ИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КАНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОМОГЕНИЗАТОРА

Производство продукции животноводства на крупных комплексах с использованием промышленной технологии имеет некоторые негативные последствия. Высокая концентрация животных в одном месте приводит к большому скоплению навоза и стоков на относительно небольшой территории. Между тем навоз является ценным органическим удобрением и главным поставщиком минеральных веществ, которые необходимы для роста и развития растений. Поэтому на фермах и комплексах необходимо использовать технологии и оборудование, позволяющие уменьшить отрицательное влияние навоза на окружающую среду.

Гидравлические системы удаления навоза в последние годы получают всё большее распространение как наиболее простые и надёжные в эксплуатации, позволяющие отказаться от применения трудоёмких ручных операций и полностью автоматизировать технологический процесс удаления и переработки бесподстилочного навоза.

Используют два варианта самотёчного удаления навоза — периодический и непрерывный. Периодически работает шиберная система [1].

Расслоение жидкого навоза усложняет его удаление из каналов самотечной системы. При открытии шибера жидкая фракция быстро уходит, а твердая остается в каналах, ее необходимо смывать водой.

При гидравлическом способе удаления навоза происходит разбавление его водой и превращение в малоконцентрированные стоки, объем которых в 5...10 раз превышает количество исходного навоза. Это приводит к увеличению объема навозохранилища, к нерациональным транспортным затратам по вывозке в составе стоков воды и к потере более половины полученных органических удобрений, а также заиливанию почвы и загрязнению окружающей среды.

Навоз крупного рогатого скота и свиней в зависимости от консистенции и содержания свободной воды подвержен расслаиванию (рисунок 1). При хранении в навозохранилище жидкий навоз расслаивается на наиболее плотные включения — нижний осадочный слой, менее плотный средний слой (жидкая фракция) и верхний слой — поверхностная корка, которую составляют наименее плотные включения. Поскольку слои сильно различаются по консистенции, плотности, содержанию минеральных частиц, органического вещества и питательных элементов, перед каждой гидромеханической транспортировкой требуется перемешивание, или гомогенизация [2].



Рисунок 1 - Расслоение жидкого навоза на фракции: 1-нижний слой; 2-средний слой (жидкая фракция); 3-верхний слой (поверхностная корка)

Для этого разработаны гомогенизаторы с приводом от ВОМ трактора. На рисунке 2 приведена схема гомогенизатора навесного. Гомогенизатор агрегируется с трактором кл.1.4...2.

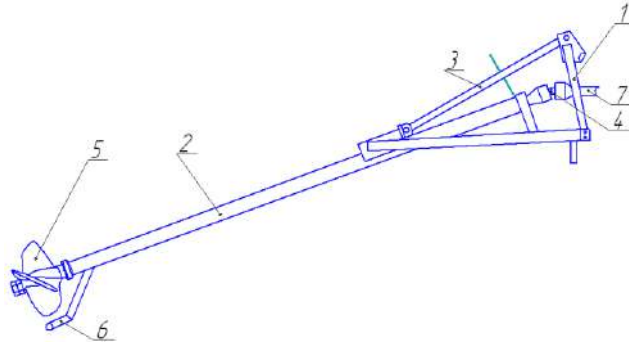


Рисунок 2 - Общий вид гомогенизатора навесного: 1-навеска; 2-рама; 3-талреп; 4-вал; 5-винт; 6-упор; 7-карданный вал

Так как практически все продольные каналы в животноводческих помещениях имеют тупиковое устройство и составляют 40...50 м перемешивание от гомогенизатора распространяется на расстояние 15...20 м, из-за упора массы в противоположную стенку дальнейшее перемешивание не осуществляется.

Чтобы перемешать навоз по всему объему канала, необходимо закольцевать каналы, возможно два канала и более (рисунок 3).

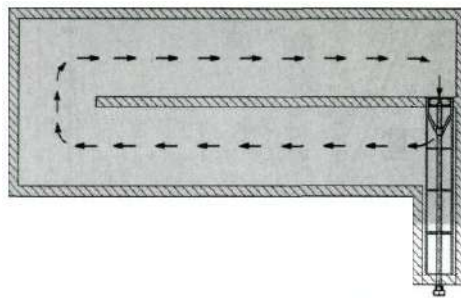


Рисунок 3 - Замкнутая система каналов

При замкнутой системе навоз движется по кругу и перемешивается. При такой системе не только два канала, но и все каналы помещения можно замкнуть.

Таким образом, применение технологии уборки навоза с использованием гомогенизатора позволит: экономить энергоресурсы и сократить капитальные вложения при уборке навоза, а также улучшить условия труда и экологическую обстановку на животноводческих комплексах.

Список литературы

- 1.Бесподстилочный навоз и его использование для удобрения. Предисл. и пер. с нем. П.Я. Семенова. М., «Колос», 1978
- 2.Лукашевич, Н.М. Механизация уборки, переработки и хранения навоза и помёта: Учебное пособие.- Мозырь:Издательский Дом «Белый Ветер», 2000.-248с.

35. М.О.Василенко, к.т.н., Л.І.Шаповал, к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

СТАН ТЕХСЕРВІСНОЇ ГАЛУЗІ ТА СТРАТЕГІЯ АДАПТИВНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Розглядаючи концептуальні напрямки розвитку техсервісної галузі для сільськогосподарської техніки слід констатувати, що в Україні формально існує система технічного обслуговування і ремонту (ТОР) машин, згідно якої проводяться регламентні номерні види ТО через 125, 500 та 1000 мото-год. (відповідно ТО-1, ТО-2, ТО-3), при цьому кожна з трьох видів передбачає використання відповідного набору ремонтно-обслуговуючих операцій (від заміни мастил, фільтрів до діагностування та регулювання дизельної паливної апаратури, гідросистеми тощо). В практиці експлуатації енергонасиченої техніки на підприємствах нині прийнята така форма сервісного

обслуговування як експлуатація до відмови з використанням вищевказаної системи ТО трьох видів та подальшим проведенням ремонтно-обслуговуючих операцій. Саме тому з метою зменшення витрат на техсервісні послуги в господарствах після завершення польових робіт проводяться технічний огляд та середній ремонт власними силами та з залученням спеціалізованих ремонтних центрів. Ремонт в умовах господарств включає технічний огляд, обслуговування (ТО-3) з використанням наявних діагностичних та ремонтних засобів.

Розглядаючи тенденції в діючій системі ТОР встановлено, що вивчення умов експлуатації та ремонту сільськогосподарської техніки за рубежом показує, що поряд з фірмовим сервісом нових машин, значний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт (особливо агрегатний ремонт) проводять ремонтно-обслуговуючі центри для застарілої техніки фермерів. Адже до недавнього часу, в зв'язку з великими цінами на нову енергонасичену техніку, зі 100 тракторів, закуплених фермерами в США, близько 65-70% були закуплені на вторинному ринку машин.

Відповідальність за технічний стан несе фірма-виробник, що обумовлено законодавством, де вказано, щодо заборони техніки без організації її технічного сервісу. Фірми-виробники зацікавлені в проведенні ТОР, бо вартість запчастин в 1,3-2,5 рази перевищує вартість цих же деталей, що йдуть на серійне збирання машин. Фірма опитує дилерів щодо вимог споживачів машин до конструкції їх та вдосконалення, а також зменшення витрат на ТОР. В сфері ТОР за рубежом сумарний оборот в 3-5 перевищує вартість річного випуску програми машин. Середні дані показують, що фермери витрачають на ТОР 10-15 % від загальних виробничих витрат. В цілому розрізняють три види обслуговування: передпродажне, гарантійне та післягарантійне. Фірма-виробник продає машини ділерам на 25-30 % дешевше продажної ціни, тому дилери одержують 10-15 % прибутку. Під час гарантійного обслуговування дилер зобов'язаний провести три технічних догляди з обов'язковим діагностуванням основних вузлів, агрегатів.

Проаналізувавши перспективні методи техсервісного забезпечення машин в різних галузях народного господарства слід констатувати, що можуть бути прийняті для умов АПК України для техсервісного забезпечення сільськогосподарської техніки наступні форми: сезонно-циклової технології ТО машин в АПК, системна стратегія експлуатації, ТО і ремонту локомотивів залізничного транспорту, адаптивна система ТОР небезпечних виробничих об'єктів(що побудована на методах теорії надійності та інформаційних технологіях).

Розглянувши діючі форми і методи техсервісного забезпечення технічних засобів, що використовуються у вітчизняній та зарубіжній практиці, слід констатувати, що в експлуатації використовуються такі системи як планово-попереджувальна, за наробітком, за технічним станом за контролем параметрів, за станом з контролем рівня надійності тощо. Однією з перспективних форм техсервісу є адаптивна стратегія обслуговування, яка передбачає всестороннє вивчення місцевих умов та рівня використання техніки (природно-кліматичні зони, дати початку і завершення робіт, інтенсивність використання машин протягом року, види культур, продуктивність машинних агрегатів, прогнозований технічний ресурс).

В рамках визначеної пріоритетності даної форми техсервісного забезпечення мобільної техніки розроблена «Настанова з реалізації адаптивної стратегії технічного обслуговування і ремонту мобільної сільськогосподарської техніки». В даному документі наведено інформацію щодо суті стратегії адаптивного технічного обслуговування і ремонту мобільної сільськогосподарської техніки та пропозиції щодо її практичного запровадження в АПК України. Документ включає: передумови і мету запровадження даної форми техсервісного забезпечення машин, її характеристики та переваги над традиційними формами, коротку характеристику діючих методів і засобів діагностування та визначення технічного стану машин; вихідні дані для моделювання процесу використання технічного ресурсу мобільної техніки та наочні приклади розрахунку величини залишкового ресурсу і призначення, на цій основі, термінів ремонтно-обслуговуючих робіт, а також економічні показники щодо ефективності використання стратегії адаптивного ТОР в АПК.

Такий моніторинг технічного стану машини дозволить прогнозувати процес витрачання її технічного ресурсу, мінімізувати відмови техніки та простої за технічних причин, що дає можливість зменшити витрати на техсервісні послуги на один трактор на 10 – 12%, що складає від 4,2 до 17,0 тис. грн. в залежності від тягового класу за сезон (вітчизняні машини) та 26,0 – 31,0 тис. грн.(зарубіжна техніка).

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ АНТИФРИКЦІЙНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ І ПІДП'ЯТНИКІВ ЗАГЛИБЛЮВАЛЬНИХ НАСОСІВ

Застосування антифрикційних композицій, що використовуються при відновленні деталей, дозволяє в багатьох випадках підвищити ресурс роботи машин і знизити витрати на ремонтні роботи. Це обумовлено порівняно низьким коефіцієнтом тертя полімерних матеріалів, що містять різні антифрикційні наповнювачі.

При створенні нових композиційних матеріалів першочергове значення має підбір найбільше ефективних типів наповнювачів. Однак відомо, що в залежності від експлуатаційних умов одні і ті ж наповнювачі, чи їх поєднання, впливають на інтенсивність зношування пар тертя. В даний час немає науково обгрунтованої теорії по вибору складу і кількості наповнювачів при створенні композицій для конкретних умов роботи. Вплив наповнювачів на механізми тертя мало вивчені. Тому при створенні антифрикційних композицій, здатних працювати в умовах змащення у воді, були поставлені наступні задачі:

- а) обгрунтувати кількість і тип наповнювачів;
- б) дослідити вплив наповнювачів на процес зносу матеріалу і контртіла;
- в) визначити оптимальний склад антифрикційної композиції, що забезпечує мінімальний знос покриття і контртіла.

На першому етапі досліджень визначали оптимальний склад композиції для радіальних підшипників ковзання електрозаглиблювальних насосів на базі фенолформальдегідної смоли.

На другому етапі визначали оптимальний склад полімерної композиції для під'ятників електродвигуна заглиблювальних насосів на базі фторопласту.

Параметрами оптимізації був масовий знос.

Оптимізація складу полімерної композиції на основі фенолформальдегідної смоли для радіальних підшипників ковзання електронасоса.

Підготовка антифрикційних композицій для підшипників ковзання включає наступні операції:

-подрібнювання високоміцного скловолкнистого полімеру АГ-4В (ГОСТ 20437-75) і просіювання його через сита з різним розміром отворів. Після просіювання склад фракції полімеру склав: до 50 мкм – не більше 10%; до 150 мкм – не більш 15%; до 400 мкм – не більш 55%; до 500 мкм – не більше 20%;

-змішування рецептурної кількості подрібненого препрегу, суміші колоїдного графіту та вуглецевої тканини, дисульфиду молібдену і порошкового поліаміду протягом 10 хвилин;

-нанесення покриттів з композицій методом компресійного пресування по режимах: тиск пресування 60 МПа; температура пресформи 165 °С; час витримки під тиском – 0,8 хв/мм товщини.

В якості антифрикційних наповнювачів взято: дисульфід молібдену ДМ-1; суміш колоїдного графіту С-1 і вуглецевої тканини ТГН-2М, а також порошкового поліаміду 12 АПН-Б [1].

Критерієм оптимізації служили масовий знос полімерного покриття і контртіла. При оптимізації складу композиції варіювався вміст суміші колоїдного графіту і вуглецевої тканини, дисульфиду молібдену, порошкового поліаміду при постійному вмісті подрібненого препрегу, що включає суміш скловолкна і модифікованої фенолформальдегідної смоли Р2М. Для отримання математичної моделі зони оптимума використаний план другого порядку (Бокса-Бенкіна), що складається з 15 досвідів і включає три точки, які закріплені на нульовому рівні.

Аналіз коефіцієнтів регресії доводить, що суміш колоїдного графіту і вуглецевої тканини, дисульфиду молібдену і порошкового поліаміду сприяють зниженню зносу як полімерного покриття, так і контртіла. Колоїдний графіт має більш сильний вплив на зменшення зносу полімерного покриття і незначно впливає на знос контртіла. Порошковий поліамід, навпаки, робить більш сильний вплив на зменшення зносу контртіла і незначно впливає на знос полімерного покриття. Це мабуть пояснюється тим, що поліамід у порівнянні з графітом має більш низькі показники механічної міцності і твердості. Вплив же дисульфиду молібдену на знос полімерного покриття і контртіла приблизно рівнозначний.

Так як при дослідженні композицій вміст подрібненого препрегу, що включає скловолокнистий наповнювач, було незмінним (83%), то при перерахунку на 100% масових частин композиції оптимальний вміст антифрикційних наповнювачів буде: суміш колоїдного графіту і вуглецевого волокна – 9,5%;

дисульфід молібдену – 2,9%;

порошкового поліаміду – 8,6%;

подрібнений препрег, що включає скловолокнистий наповнювач, просочений модифікованою фенолформальдегідною смолою Р2М – решта .

Розробка композицій на основі фторопласту Ф4 для під'ятників.

Для антифрикційної полімерної композиції на основі фторопласту Ф4 були взяті наступні компоненти: політетрафторетилен ГОСТ 10007-78; вуглецева тканина ТГН-2М (попередньо подрібнена); порошкова мідь ПМС-1; дисульфід молібдену ДМ-1 [2].

Для дослідження використовували стандартний рототабельний план другого порядку. Оптимізацію складу антифрикційної композиції для під'ятників проводили шляхом оцінки інтенсивності зношування і коефіцієнту тертя.

Після виключення незначимих коефіцієнтів одержані поліноміальні залежності інтенсивності зношування I і коефіцієнту тертя f від трьох факторів: складу дисульфід молібдену ; вуглецевої тканини ; порошкової міді .

Перевірка статистичної гіпотези, зробленої по критерію Фішера, показала адекватність регресивної моделі по функції відгуку при рівні значимості $\alpha = 0,05$.

Аналіз рівнянь і результати досліджень виявили, що оптимальним є склад, мас. ч.

Фторопласт Ф4 – 100

Дисульфід молібдену – 3,7...3,9

Вуглецева тканина – 7,5...9,4

Порошкова мідь ПМС-1 – 140...160

При оптимальному складі композиції коефіцієнт тертя дорівнює 0,032, інтенсивність зношування $0,52 \cdot 10^{-10}$.

Характеристика антифрикционного материала

Властивості композиції	Параметри
Щільність, кг/м ³	3600-3700
Теплопровідність, Вт/мК	0,80-1,02
Коефіцієнт тертя	0,02-0,09
Робоча температура, °С	від -60 до +250
Граничне питоме навантаження, МПа	від 1 до 8

Літературні джерела.

1. Остапенко Р.М., Ружи́ло З.В., Дудчак Т.В. та ін. Полімерна антифрикційна композиція. Патент на корисну модель № 136085. Бюл. № 15 від 12.08.2019.
2. Дудчак В.П. Спосіб відновлення поршнів і антифрикційна композиція для його здійснення. Пат. на винахід України №61442А, СО8F114/26. Заявл. 06.02.2003. Опубл. 17.11.2003. Бюл. №11.

37. А.П. Демидюк, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ДВИГУНІВ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Підвищення міжремонтного ресурсу двигунів мобільної сільськогосподарської техніки вкрай утруднено в зв'язку з низькою точністю деталей, що надходять на зборку. Особливо негативно впливають макрогеометричні відхилення поверхонь сполучених деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ). Тому цілком актуальним є забезпечення підвищення міжремонтного ресурсу двигунів, що працюють в екстремальних умовах сільськогосподарського виробництва при їхній збірці в процесі ремонту з деталей фактичної якості. Представляється можливим вирішити цю задачу шляхом використання електрохіміко-механічного припрацювання (ЕХМП) деталей у процесі складання. Процес дозволяє виправляти макрогеометрію сполучених деталей, пристосовуючи їхні поверхні одна до одної. Дослідження показали, що деталі одержують необхідну якість поверхонь з мінімальним зносом, здобувають високу зносостійкість і працездатність, що сприяє підвищенню

їхнього міжремонтного ресурсу [1].

Проведений аналіз проблем підвищення міжремонтного ресурсу двигунів, які експлуатуються в реальних умовах сільськогосподарського виробництва. Відзначається вплив умов експлуатації сільськогосподарської техніки і стану деталей та складальних одиниць, які надходять на складання при ремонті, на техніко-економічні показники і міжремонтний ресурс двигунів. Обґрунтовується необхідність припрацювання деталей двигунів і його вплив на зміну вихідного стану тертьових поверхонь деталей і підвищення ресурсу двигунів. Проведено аналіз існуючих способів прискорення припрацювання спряжень двигунів і їх вплив на міжремонтний ресурс.

При зниженій точності деталей ЦПГ, що були в експлуатації, низькій точності запасних частин та відновлених деталей які надходять на складання, міжремонтний ресурс двигунів мобільної сільськогосподарської техніки на 60...70% нижче доремонтного. Найбільш відповідальними парами тертя, що визначають ресурс двигуна, є сполучення канавка поршня – кільце – гільза. Міжремонтний ресурс двигунів залежить від величини припрацювального зносу деталей ЦПГ та інтенсивності їх нормального зношування в важких умовах експлуатації сільськогосподарської техніки, що в свою чергу залежить від одержаної якості тертьових поверхонь після макроприпрацювання. Тому відхилення їхньої макрогеометрії призводять до підвищеного припрацювального зносу, погіршення техніко-економічних показників двигунів в експлуатації та зниження їх ресурсу. В умовах ремонтного виробництва слабо вирішуються питання макроприпрацювання, а ті способи, що дозволяють його вирішити призводять до підвищення зносу деталей і зниженню ресурсу двигунів. При використанні ЕХМП вирішується задача макроприпрацювання сполучень ЦПГ і кривошипно-шатунного механізму із мінімальним зносом деталей, робочі поверхні яких набувають характерного мікрорельєфу та властивостей, що сприяє зменшенню інтенсивності нормального зношування деталей в експлуатації, за рахунок чого підвищується ресурс двигунів. У застосуванні даного способу є великий потенціал для підвищення міжремонтного ресурсу двигунів мобільної сільськогосподарської техніки[2].

Виконані дослідження з оптимізації режимів електрохіміко-механічного припрацювання сполучення кільце – гільза. Знайдені оптимальні режими були апробовані на розгорнутому двигуні з вивченням припрацьовуваності сполучень кільце – гільза, кільце – канавка поршня і поршень – гільза. З урахуванням виконаних досліджень запропонована скоректована технологія ЕХМП деталей ЦПГ[3].

Таким чином, можна стверджувати, що за рахунок зменшення припрацьовувального зносу та за рахунок покращення макро- і мікрогеометричних характеристик робочих поверхонь деталей ЦПГ середній прогнозований ресурс дослідних двигунів СМД-14НГ виріс в 3,27 рази і склав 4738 мото-годин - проти 1449 мото-годин у контрольних. У двигунів Д-240 відповідно: 4811 мото-годин у дослідних – проти 1443 мото-годин у контрольних, що в 3,33 рази більше. Прогнозований ресурс дослідних ЦПГ, припрацьованих по режимам удосконаленої технології ЕХМП виріс на 10% в порівнянні з дослідними ЦПГ, що припрацьовувались по існуючим режимам.

Список літератури

1. Колокатов А.М., Подзоров А.Н., Соловьев А.В. Ускорение приработки деталей цилиндропоршневой группы // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1998. - №9. - С. 43-45.
2. Алексеев В.П., Болдарь Л.Н., Лангазов В.Н. Оценка некоторых показателей прирабатываемости основных соединений рядных двигателей СМД при использовании электрохимико-механической приработки (доводки) // Двигателестроение. - 1990. - №7. - С. 42-45.
3. Розробка технологічного процесу прискореної обкатки тракторних двигунів з використанням ЕХМП основних з'єднань: Звіт про НДР (проміжний) / Луганський СГІ; № ДР УАО1001530Р; Інв. № 8М/92.- Луганськ, 1992. - 54 с.

38. І.М. Кутецький, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСМІСІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ

Досвід експлуатації вітчизняних сільськогосподарських агрегатів (СГА) свідчить про їх недостатню надійність. Головний вплив на надійність машини в цілому здійснюють основні (базові) елементи, які є ресурсовизначальними, оскільки вони зазнають значних динамічних навантажень, які призводять до відмов.. Використання існуючих методів розрахунку не дозволяє з достатньою

точністю оцінити довговічність елементів машини при проектуванні. Тому підвищення довговічності СГА, а також створення перспективних моделей з високими ресурсними показниками можливе лише на основі науково обґрунтованих рекомендацій, які виходять з глибокого вивчення процесів зносу і накопичення втомних пошкоджень елементів [1].

Ряд трансмісійних елементів мають довговічність, що не відповідає сучасним вимогам, а її ремонт і технічне обслуговування трудомісткі, відмови в експлуатації можуть приводити до аварійних ситуацій. Тому виявлення причин і закономірностей виникнення відмов деталей трансмісії, розробка способів прискореної оцінки надійності її елементів, пошук шляхів підвищення довговічності при мінімальних витратах в експлуатації сільськогосподарських агрегатів є актуальними проблемами.

Вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить про наявність двох головних напрямків підвищення надійності машин: збільшення ресурсу елементів, який закладається в конструкцію і технологію при проектуванні, і зниження кількості виробничих дефектів. У зв'язку з цим виникає потреба в моделюванні довговічності виробів за різними технологічними і конструктивними параметрами. Необхідно мати повну картину і достовірну інформацію про рівень надійності машини до впровадження її в серійне виробництво, щоб врахувати його при конструюванні, виготовленні і випробуванні дослідних зразків, та своєчасно вжити заходи по забезпеченню якості за цим критерієм. Для своєчасного отримання потрібної інформації необхідно розробити більш ефективні методи прискорених випробувань елементів, що дозволять не тільки оцінити рівень надійності виробів, але і здійснити перевірку результатів прогнозних розрахунків.

При оцінці імовірності безвідмовної роботи механічної системи з послідовною структурою на етапі проектування використовують методи, для реалізації яких необхідно отримати дані про імовірність безвідмовної роботи всіх елементів, що при їх великій кількості стає практично неможливим. На практиці виникає задача оцінки надійності системи при відомих показниках, що визначають надійність її окремих елементів. Тому розробка способу і показників для оцінки надійності складної багатеlementної системи за наявністю інформації про їх рівень по деякій сукупності (вибірці) окремих елементів є актуальною задачею і має прикладне значення [2].

Підвищення надійності елементів машин повинно бути економічно виправданим і ефективним. Необхідно знайти раціональне співвідношення між підвищенням довговічності та зростанням відповідних витрат, що передбачає використання обґрунтованих критеріїв оптимізації. При цьому не слід обмежуватися лише одним критерієм оптимізації, у зв'язку з чим виникає необхідність більш широкого підходу до оцінки методів підвищення надійності машин з погляду щодо їх ефективності.

Забезпечення нормативних ресурсів трансмісій СГА вимагає підвищення зносостійкості та втомної міцності. Вивчення причин відмов елементів машин дозволяє визначити найефективніші шляхи забезпечення оптимальних показників надійності, а також дозволить підвищити працездатність СГА при виконанні технологічних операцій.

На підставі отриманих моделей довговічності елементів трансмісій розроблено новий спосіб вибіркової оцінки її надійності за характеристиками основних ресурсовизначальних елементів. Даний спосіб реалізує можливість вибіркової оцінки надійності систем і дозволяє виконувати контроль надійності за істотно меншою інформацією, ніж при використанні відомих методів [3].

На підставі статистичного аналізу результатів натурних втомних випробувань шліцьової цапфи колісного редуктора ведучого моста розроблена і апробована методика уточнення прогнозування довговічності шліцьових з'єднань. Уточнення полягає в урахуванні окружної нерівномірності розподілу навантаження по зубцях з'єднання. Це дозволило привести розрахункові величини напружень у відповідність з результатами натурних випробувань. Отримано міру впливу точності виготовлення (показник ступеня знаходиться в інтервалі значень 4-5) на довговічність шліцьових валів.

Список літератури

1. Погорелый Л.В. Повышение эксплуатационно-технологической эффективности сельскохозяйственной техники. – К.: Техника, 1990. – 176 с.
2. Попов А.П., Табацков В.П., Балицкий И.В. Повышение нагрузочной способности зубчатых передач сельскохозяйственных машин // Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2001. - Вип. 8. Т.1. - С. 300-305.

3. Ковалев А.П. Обеспечение экономичности разрабатываемых изделий машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. – 152 с.

39. С.І. Лобоцький, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет

МЕТОДИКА ЗБОРУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРО НАДІЙНІСТЬ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Для вирішення поставлених завдань експериментального дослідження і отримання статистичної інформації про надійність зернозбиральних комбайнів проводяться спостереження за їх станом в період експлуатації.

В умовах рядової експлуатації зернозбиральних комбайнів, зважаючи на велику трудомісткість і практичну неможливість проведення безперервних хронометражних спостережень протягом тривалого часу через сезонність їх використання, в процесі експериментальних досліджень використовується метод визначення показників надійності зернозбиральних комбайнів і їх конструктивних елементів шляхом поєднання хронометражних спостережень зі збором і обробкою даних про наробіток до відмови окремих деталей і складальних одиниць комбайнів іншими способами, які не потребують постійної присутності хронометражистів в полі [1].

Мета спостережень – визначення характеру і причин відмов, способу їх усунення, тривалості і трудомісткості всіх робіт з технічного обслуговування і ремонту, що проводяться в польових умовах, а також оцінка показників надійності зернозбирального комбайна в цілому та окремих його систем.

Для проведення спостережень розроблено журнали з нагляду, в який заносяться відомості про комбайн (марка, заводський номер, рік випуску, проведені ремонти, умови використання, сезонний наробіток), відомості про комбайнера, початок та кінець нагляду. Крім того, в листах фіксуються такі дані про відмови:

- характер виникнення, описання і можливі причини виникнення відмови, група складності;
- назва системи, в якій виникла відмова та конструктивний елемент чи агрегат, що спричинив дану відмову;
- наробіток на відмову в мото-годинах (гектарах або тонах);
- спосіб усунення відмови (заміна конструктивного елементу, ремонтні роботи), обладнання, яке при цьому застосовувалось;
- тривалість усунення відмови загальну та тривалість, яка “технічно” необхідна для ремонту (без організаційних втрат часу при усуненні відмови – відсутність запчастин, інструменту тощо).

При частих відмовах однотипних деталей і у випадку, коли немає можливості прослідкувати наробіток до відмови кожної деталі окремо, фіксується сумарна кількість відмов протягом кількох днів. Цей спосіб менш трудомісткий, ніж при фіксуванні наробітку до відмови кожної деталі, але він дає менше інформації і ефективний для оцінки витрат запчастин [2].

Для оцінки безвідмовності складальних одиниць, що не ремонтуються в польових умовах, а замінюються при відмові використовується спосіб реєстрації величини наробітку до відмови шляхом фіксування дати встановлення даного вузла на комбайн, дати заміни і величини наробітку до відмови у відповідних одиницях виміру.

Для оцінки ремонтпридатності конструкції комбайна при обробці даних використовується та частина тривалості усунення відмови, яка безпосередньо залежить від конструкції, тобто тривалість оперативного усунення відмови.

Тому при проведенні спостережень фіксуються суміщені в часі роботи і втрати часу, яких можна було б уникнути при правильній організації робіт [3].

Крім того, під час робіт з технічного обслуговування і усунення відмов проводяться хронометражні спостереження за розбиранням і збиранням кожного окремого елемента з виділенням складових затрат часу і тривалості виконання елементарних операцій. Цей метод особливо ефективний для визначення ремонтпридатності більшості пасів, оскільки усунення відмов даних елементів в польових умовах полягає в їх заміні. При цьому також встановлюється кількість і причини заміни елементів.

Збір даних про фактичну витрату запасних частин проводиться за допомогою книг обліку на

складах та лімітно-забірних карток на отримання запасних частин. Ці дані дають можливість визначити середній термін служби деталей (складальних одиниць) і наробіток на відмову при умові встановлення відсутності в майстерні бригади інших запасних частин чи відновлення їх в центральній майстерні.

Список літератури

1. Бородін С. зернозбиральні комбайни України: проблеми та шляхи їх вирішення // Пропозиція. – 1996. – № 10. – С. 70-72.
2. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Поліський А.Я. та ін. Ремонт машин. – Київ: Урожай, 1999. – 218 с.
3. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1984. – 335 с.

40. Е.Р. Саковський, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БРОНЗОВИХ ВТУЛОК

До нашого життя широко увійшли сплави на основі міді з різними компонентами. Залежно від легуючого елементу такі сплави отримують одну з основних характеристик: електро- і теплопровідність, пластичність, міцність, витримка високих температур, стійкість до зносу, стійкість до впливу хімічних речовин, пружність.

Найбільш часто використовуваним поєднанням металів в промисловості було з'єднання міді з оловом, раніше іменоване просто - бронзи. Але сьогодні бронзові сплави, виходячи зі свого хімічного складу, діляться на дві великі групи: олов'яні і безолов'яні. Іншими легуючими металами можуть виступати алюміній, берилій, фосфор, кремній і інші, окрім цинку.

Особливу цінність в промисловому плані мають сплави, що деформуються, із-за високого показника в'язкості, пластичності і довговічності. Бронзове литво вигідно відрізняється великою щільністю, оброблюваністю, стійкістю до зносу і корозії, а значне зміцнення матеріалу досягається шляхом термічної обробки. Тому, сфера застосування бронзового прокату досить широка. З таких сплавів виготовляють контактні пластини, вкладиші, пружини, підшипники, шестерінки і звичайно ж втулки [1].

Бронзові втулки застосовуються для захисту і протидії процесу зношування важливих вузлів різних механізмів. Їх використання значною мірою збільшує термін служби і експлуатації деталей, знижує ризик виникнення аварійних ситуацій, забезпечує високий коефіцієнт надійності і працездатності.

Виготовлення втулок з бронзи у більшості випадків здійснюється методом відцентрового литва і наступною механічною обробкою, що гарантує якість продукту і відповідність його усім ГОСТам і ТУ.

Сфера застосування бронзових втулок досить широка, починаючи від легкового автомобільного транспорту і закінчуючи складними механічними агрегатами. Така їх популярність обумовлена наявністю антифрикційних властивостей і можливістю роботи при малих проміжках. У зв'язку з цим вони незамінні в механізмах, функціонування яких пов'язане з великою силою тертя, що згубно позначається на терміні служби деяких вузлів або їх частин [2].

Спосіб дії бронзових втулок простий. Так, як вони м'якші, ніж деталі, що захищаються ними, то схильні до посиленого зносу саме вони. Поверхня, що контактує з ними, не стирається. Таким чином, значно скорочуються витрати на заміну частин механізмів, які виготовляються з дефіцитних або дорогих металів.

Розглянемо деякі приклади застосування бронзових втулок залежно від маркіровки сплаву виробу.

Найбільш затребувані на ринку втулки з ливарної бронзи з позначенням БрОЦС 555 завдяки своїй ціновій категорії. Вони найдешевші і тому самі затребувані. Саме ці втулки мають відмінні характеристики ковзання у зв'язку з наявністю у своєму хімічному складі олова. Також вони чинять найменшу дію на поверхню деталей з якими стикаються. Такий щадний режим пояснюється тим, що БрОЦС 555 одна з найм'якших бронз з показником твердості по Бріннелю 70 кгс/мм².

Ряд переваг над виробами іншими марок мають бронзові втулки з позначенням БрОФ10-1 і БрОФ7-02, коли йдеться про робітку в умовах підвищених навантажень і тертя. У їх складі є мідь,

фтор і олово. А так, як вони мають найбільш яскраво виражені антифрикційні властивості, то їх, як правило, використовують в пресовому устаткуванні і механізмах простій яких може привести до значного збитку, або ж небажаних наслідків.

В умовах сильного корозійного впливу застосовують бронзові втулки зі значною домішкою нікелю - БрАЖН10-4-4. Використовуються такі вироби переважно в хімічній галузі, але можливість витримувати високі температури забезпечила їх застосування в ремонті судів і човнів. Хоча, в кораблебудуванні безперечне лідерство утримують так відомі «морські втулки» марки БрАЖМц10-3-1.5. Відмінні антикорозійні властивості цих виробів успішно доповнюються стійкістю до високого тиску, що обумовлено наявністю в кристалічній решітці цього сплаву марганцю [3].

Ну і зовсім вже в екстремальних умовах роботи використовують бронзові втулки БрОС10-10, які витримують воістину неймовірний тиск і температуру в 500 градусів за Цельсієм. Унікальність простого на перший погляд складу (мідь і в рівних частинах олово зі свинцем), дозволяє створювати під час ковзання на поверхні тертя особливу міцну і слизьку плівку. Тому, вони відмінно справляються зі своїми функціями при високій швидкості роботи механізмів.

Список літератури

1. Сулима А.М. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин / А.М. Сулима, В.А. Шулов, Ю.Д. Ягодкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
2. Пельцер Г. Основы трения и изнашивания / Г. Пельцер, Ф. Майснер. – М.: Машиностроение, 1994. – 264 с.
3. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Поліський А.Я. та ін. Ремонт машин. – Київ: Урожай, 1999. – 218 с.

41. М.В. Тарасов, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОФІЛЮВАННЯ ГВИНТОВИХ СЕКЦІЙНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Особливості профілювання гвинтових секційних робочих органів перш за все обумовлюється їх складною геометричною формою. Залежно від конструктивних параметрів гвинтових стрічок або їх окремих секцій, умов роботи й програми випуску вибирають метод їх профілювання, який визначає економічність, довговічність і точність виробу.

В процесі профілювання широкополосних гвинтових спіралей, які нераціонально одержувати способами навивання на оправу чи прокатування з коефіцієнтом нерівномірності витягування $\psi > 3$, і окремих їх елементів у вигляді одного витка, доцільно використовувати операцію штампування [1].

Для проектування гнучких гвинтових робочих органів, які складаються з окремих секцій, шарнірно з'єднаних між собою і призначених для виконання спеціальних операцій, здійснюється профілювання цих секцій. Технологічний процес виготовлення складається як мінімум з трьох операцій. Це вирубування заготовки (кільця), його розрізування з заданими параметрами, штампування та калібрування заданого профілю і кроку.

На рисунку 1 зображено розгортку профільного витка гвинтової секції, яку доцільно виготовляти на спеціальному устаткуванні з послідовним виконанням технологічних операцій.

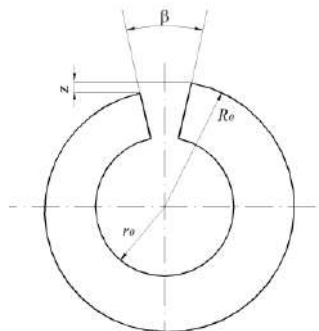


Рисунок 1 - Розгортка профільного витка секції робочого органу ГПМ

Штампована з листової сталі заготовка повинна мати кільцеву форму змінної ширини, між найбільшою та найменшою сторонами виконаний радіальний паз.

Для виконання штампування, виходячи з умови забезпечення зменшення зусилля різання,

формоутворення та підвищення надійності та довговічності штампу нами запропоновано та використано конструкцію штампу [2].

Після робочого ходу штампу на заготовці залишаються масляні відбитки, які мають форму контуру деталі [3]. Мінімальна ширина B змащуючого шару визначається максимально можливим двохстороннім зазором $Z_{\max}$ між матрицею і пуансоном, похибкою встановлення $\varepsilon_{\text{вст}}$ по упорах і похибкою $\varepsilon_{\text{роз}}$ розміщення пристрою для змащування відносно робочих частин штампа визначається по формулі:

$$B = k(Z_{\max} / 2 + \varepsilon_{\text{вст}} + \varepsilon_{\text{роз}}), \quad (1)$$

де $k = 1,5 \div 2,5$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність нанесення мастила, товщину заготовки, технічний стан штампу та інші параметри.

Приведено методи дослідження енергосилових параметрів профілювання гвинтових заготовок методами пластичного деформування та проточування, спроектовано та виготовлено технологічне спорядження для забезпечення використаних методів.

Результати досліджень по визначенню силових параметрів профілювання гвинтових заготовок дають можливість визначити їх раціональні значення при виготовленні секційних робочих органів ГПМ.

Список літератури

- 1.Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков. -Львов: Вища школа, 1986. –128 с.
- 2.Гупка Б.В., Лешук Р.Я., Стухляк П.Д. Методи підвищення зносостійкості пар тертя технологічного оснащення і устаткування // Машинознавство – 2001, №10. - С. 51-55.
- 3.Иванченко Ф.К. Конструкция и расчет ПТМ. - К.: Вища школа, 1983. –351 с.

42. М.А. Урсуляк, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет

ВПЛИВ ОБРАНОГО РЕЖИМУ НАПЛАВЛЕННЯ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕТАЛІ

Запропонована методика дає можливість розрахувати основні параметри режиму наплавлення для отримання шару заданої товщини. Проте не зрозуміло, чи будуть забезпечуватись при такому режимі оптимальні механічні властивості наплавленої поверхні деталі.

По-перше розглянемо питання можливості наплавлення шару з товщиною, яка відрізняється від заданої, з метою підвищення механічних властивостей деталі. Очевидно, що шар менше заданої товщини наплавляти неможливо, оскільки деталь за розмірами не буде відповідати технічним вимогам. Проте можна наплавити шар значно товстіший заданого, потім з більшими затратами на механічну обробку довести його до необхідного розміру, сподіваючись отримати вищі механічні властивості.

Збільшення товщини шару шляхом збільшення сили струму обмежується тим, що прийнята нами методика передбачає максимальну величину струму, яка виключає перегрівання деталі. Тому збільшення товщини шару можна досягти або за рахунок зменшення швидкості наплавлення, або за рахунок зменшення кроку наплавлення. Зменшення швидкості наплавлення призведе до збільшення глибини проплавлення, що при наплавленні чавунних деталей сталевими дротами збільшить твердість через збільшення частки основного металу в наплавленому шарі. Збільшення твердості сприяє тріщиноутворенню [1].

Зі зменшенням кроку наплавлення сплавлення шару з основним металом погіршується, але й знижується твердість наплавленого шару. Крім того, збільшення товщини наплавленого шару збільшує час наплавлення і, відповідно, нагрівання деталі.

Режим наплавлення повинен не тільки забезпечувати якісне формування шва (перша умова), але й не викликати істотного погіршення властивостей навколошовної зони. Очевидно, другою умовою вибору раціонального режиму наплавлення є забезпечення оптимальних властивостей зони термічного впливу і наплавленого шару. При наплавленні сірих чавунів сталлю властивості навколошовної зони залежать від швидкості охолодження металу, яка дорівнює:

$$w_{\text{охол}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot (T - T_0)^2 \cdot V_{\text{нап}}}{q}, \quad (1)$$

де $w_{охол}$ – швидкість охолодження металу шва.

З рівняння (1) видно, що із зменшенням швидкості наплавлення швидкість охолодження зменшиться. Зменшення швидкості охолодження не усуває утворення ледебуриту, але призводить до значного росту зерна, яке в свою чергу знижує пластичність. Можна допустити, що це справедливо і для наплавлення. Таким чином видно, що допускати надмірне збільшення висоти наплавленого шару нераціонально з причини погіршення не тільки економічних показників, але й механічних властивостей деталі.

Однак задану товщину наплавленого шару можна отримати і при другому поєднанні параметрів режиму наплавлення: сили зварювального струму, швидкості і кроку наплавлення. Таким чином, очевидно, що теоретично не можливо визначити з достатньою точністю вплив таких змін на твердість.

Основні параметри режиму, які змінюють при наплавленні корпусних деталей коренезбиральних машин і які впливають на продуктивність, можна визначити аналітично для поверхонь діаметрами 50...170 мм.

Враховуючи, що встановлені залежності параметрів режиму наплавлення характеризують лише кількісний взаємозв'язок між окремими параметрами при ідеальному формуванні наплавленого шару, необхідно експериментальним шляхом встановити вплив режиму наплавлення на механічні властивості робочих поверхонь деталі [3].

Визначення всіх параметрів режиму наплавлення розщепленим електродом не піддається прямому аналітичному розрахунку, тому їх необхідно визначити експериментально. Це створить можливість розробити технологію відновлення деталей і надати рекомендації ремонтному виробництву.

Список літератури

1. Погорілий Л.В. Досвід європейського сільськогосподарського машинобудування та прогресивні технології – підприємствам України // Техніка АПК. – 1998. – №4. – С. 24–25.
2. Гранкін С.Г., Малахов В.С., Черновол М.І., Черкун В.Ю. Надійність сільськогосподарської техніки. – К.: Урожай, 1998. – 205 с.
3. Тывончук П.А., Василенко М.А. Наплавка чугунних деталей в природному газі // Техніка в сільському господарстві. – 1987. – №7. – С. 44–45.

43. О.М. Ачкевич, В.І. Ачкевич, Національний університет біоресурсів та природокористування України

РОЗВИТОК ВІТЧИЗНЯНОГО ТРАКТОРОБУДУВАННЯ

Аналіз стану ринку тракторів в Україні вказує на неспроможність вітчизняного тракторного машинобудування конкурувати із потужними європейськими тракторними заводами. Розвиток галузі відбувається в умовах потужного тиску іноземних фірм. Відсоток тракторів українського виробництва складає лише 8 – 10 % від загальної кількості. Але не зважаючи на це сучасне тракторобудування в Україні представлено виробництвом різних видів тракторів, самохідних шасі, тракторних та комбайнових двигунів, вузлів, агрегатів, запасних частин та деталей до тракторів.

Харківський завод «Агромаш» представили трактор Vakula [1]. Побудована машина на базі «Кіровоць» К-701, в конструкції застосовані ряд агрегатів ХТЗ, і двигун MAN (хоча може бути встановлений практично будь-який інший двигун - ММЗ, ЯМЗ, DAF). Вироблено кілька машин.

Компанії TDS Pomichna Кіровоградська обл. представили трактор Boris Bond BX958i (рис.1) [2]. Він побудований на шасі відомого колісного трактора К-700 "Кіровоць". Двигуни на трактори Boris Bond ставлять: DAF XF315 (Euro 2) і DAF XE315 (Euro 3) - обидва 430 к.с., DAF XE355 (Euro 3) і Volvo D12 Euro 3 - по 480 к.с. У парі з двигуном - на вибір або 16-ступінчаста гідромеханічна КПП К-700, або 12-ступінчаста автоматична КПП Volvo I-Shift. Також пропонують гусеничну версію Boris Bond BG748 оснащений рядним, 6-циліндровим турбодизелем IVECO Cursor 11, який відповідає екологічним стандартам Євро 6. При робочому об'ємі 11 л він розвиває 480 к.с. при 2100 об / хв, а максимальний обертовий момент становить 2200 Нм. Коробка передач - автоматизована, 12-ступінчаста, ZF Трахон. Використання дороговартісних двигунів та коробки зменшують попит на ці трактори.



Рис.1. Трактор Boris Bond BX958i



Рис. 2. Трактор "Січеслав-1104"

Кременчуцький автоскладальний завод заявляє трактор КрАСЗ. Але виявляється що це лише вузлове збирання китайських тракторів.

Трактори КИЙ представлені компанією Укрзапчастина. Більшість вузлів з трактора Білорусь з англійським двигуном PERKINS.

Трактор ЮМЗ випускають в Дніпрі. Трохи дорожчий за своїх аналогів. 4-х циліндровий двигун відомого світового виробника Deutz, з безпосереднім уприскуванням, з турбонаддувом; - передній ведучий міст балочного типу відомого світового виробника НЕМА.

Компанія «Агромашінвест» Дніпро в 2019 році підприємство почало виробництво нової моделі Farmer – 10286 [3], де застосували кращі комплектуючі – двигун Perkins (Англія), трансмісію і міст від трактора «Valtra».

"Січеслав" - китайські трактори з українською душею (рис.2) [4]. Місто Дніпро. Трактор оснащений 6-циліндровим дизельним двигуном WP6T160E201 виробництва Weichai (Weifang). Система вприскування палива Longbeng.

«Слобожанець» - сімейство тракторів і спеціальної техніки на базі виробництва Слобожанської промислової компанії (Харків) [5]. Випускаються з 2004 року. Найбільш поширені і відомі моделі — ХТА-200-10, ХТА-220-2, ХТА-200-02М і ХТА-250-10. Оснащуються двигуном BF06M1013FC (Deutz AG) та двигуном TAD841VE (AB VOLVO PENTA).

Також великий асортимент сільськогосподарської техніки випускає Харківський тракторний завод [6]. Продукція ХТЗ представлена тракторами потужністю від 35 до 250 к.с. Це колісні та гусеничні трактори загального призначення, орно-просапні, трактори малої потужності, які агрегуються (поєднуються) з більш ніж 250 найменуваннями сільгоспмашин та знарядь. Крім тракторів завод випускає дорожньо-будівельну та спецтехніку (на базі тракторів), гусеничні тягачі, гарячостамповані заготівлі, складноріжучий інструмент і технологічне оснащення, лиття, товари народного споживання, запасні частини. Вироблена заводом техніка використовується в сільському господарстві, житлокомунгоспі, будівництві, промисловому виробництві, для транспортування великих вантажів. Значна частина техніки йде на експорт (в основні ринки — Польща, Болгарія, Румунія, Литва, Грузія, Молдова, Казахстан, Вірменія та Нова Зеландія).

Отже, розвиток галузі тракторного машинобудування відбувається базується на використанні імпортованих вузлів і агрегатів та подальшій зборці на вітчизняних підприємствах. Тому потребує детального дослідження галузі, вдосконалення, будівництва нових спеціалізованих підприємств та організацій, розробки документів, які стосуються проектування та конструювання тракторів, тракторних двигунів та інших об'єктів галузі тракторобудування.

Література

1. Трактор "Вакула" - наш ответ! Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.don1500.com.ua/prodazha-s-kh-tekhniki/traktor-vakula.html>
2. Трактор Boris Bond. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://traktorist.ua/brands/boris-bond>
3. ТОВ НВП "АГРОМАШІНВЕСТ". Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.agromashinvest.com/ua/>
4. Січеслав" - китайські трактори з українською душею. Електронний ресурс. Режим доступу: https://motokosmos.com.ua/ua/news/sicheslav_kitayskie_traktora_s_ukrainskoy_dushoy
5. ТОВ Слобожанська промислова компанія. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://spk.in.ua/o-nas/>
6. Харківський тракторний завод. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://xtz.ua/ua/tractory/>

ВІДМОВОСТІЙКІ СИСТЕМИ

Властивість відмовостійкості у системи пов'язана з її структурою та поняттям відмови системи. До категорії відмовостійких або тих, що мають резерв живучості, слід віднести системи, відмова яких настає в результаті одночасної відмови більш ніж одного елемента. Поняття "некритичної" відмови елемента у відмовостійкій системі іноді інтерпретується, як відмова, відновлювана в прийнятні терміни або пов'язана з певним, але обмеженим матеріальним збитком. До раптової механічної відмови відмовостійку систему може призводити втрата її несучої здатності в результаті одночасної раптової відмови більш ніж одного її елемента. При цьому не будуть враховуватися питання відновлюваності відмов або інші негативні наслідки. Суттєвою і визначальною відмовою системи величиною в подальшому розгляді буде тільки число одночасно відмовивших внаслідок втрати несучої здатності елементів. Виходячи з цього, необхідно аналізувати можливість практичного застосування такої структурної схеми в кожному конкретному випадку.

Окремим випадком відмовостійких систем є системи з паралельною структурою, які відмовляють тільки при відмові всіх елементів. Якщо елементи паралельної системи навантажені роздільно-незалежно, то відмови такої системи можна вважати незалежними випадковими подіями, а ймовірність безвідмовної роботи визначити за допомогою формули:

$$\tilde{R}_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i(t)), \quad (1)$$

де $R_i(t)$ - функції ймовірностей безвідмовної роботи елементів в залежності від напруження.

Розглянемо варіант, коли несучі здібності елементів у паралельної системи не мають випадкового розсіювання і є детермінованими постійними величинами. Тоді при стаціонарних пуасонівських потоках навантажень елементів з інтенсивностями ω_{oi} , виходячи з (1), отримаємо такий вираз для ймовірності безвідмовної роботи системи [1-4]:

$$\tilde{R}_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \exp[-\omega_{oi}t(1 - R_{1i}(K_i))]). \quad (2)$$

Якщо у всіх елементів системи інтенсивності навантажень і коефіцієнти запасу однакові, тобто $\omega_{oi} = \omega_o$, $K_i = K$, $i = 1, 2, \dots, n$; , з (2) отримаємо, що

$$\tilde{R}_c(t, n) = 1 - (1 - \exp[-\omega_o t(1 - R_1(K))])^n. \quad (3)$$

Середній наробіток до відмови системи з паралельною структурою, що складається з рівнонадійних елементів, можна визначити з виразу:

$$T_c = \int_0^{\infty} \tilde{R}_c(t) dt = \int_0^{\infty} \{1 - (1 - \exp[-\omega_o t(1 - R_1(K))])^n\} dt. \quad (4)$$

Вираз (4) можна проінтегрувати в замкненому вигляді [5] за допомогою заміни змінної

$$x = 1 - \exp[-\omega_o t(1 - R_1(K))], \quad (5)$$

яка призводить цей інтеграл до вигляду:

$$T_c = \frac{1}{\omega_o(1 - R_1(K))} \cdot \int_0^1 \frac{1 - x^n}{1 - x} dx. \quad (6)$$

Після інтегрування остаточно отримаємо, що

$$T_c = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{i}}{\omega_o(1 - R_1(K))}. \quad (7)$$

Вираз (7) свідчить про можливість і вказує на спосіб управління надійністю паралельної системи за рахунок величини коефіцієнту запасу у елементів.

Література

1. Grynchenko O., Alfeyorov O. (2020) *Mechanical Reliability. Prediction and Management Under Extreme Load Conditions*. Springer Nature Switzerland AG., 125 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41564-8>.
2. Гринченко А., Алферов А. (2017) *Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных нагрузок*. Харьков ТОВ «Планета - Принт» 136 с.
3. Алферов А. И., Гринченко А. С. (2017) Прогнозирование надежности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных напряжений. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. № 7. С. 141–148.
4. Алфьоров О. І. (2019) Прогнозування і управління надійністю систем при пуассонівському потоці навантажень. *Крамаровські читання: збірник тез доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф. 2019 р., м. Київ*. Київ: Видавничий центр НУБіП України. С. 329–331.
5. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. (1965) Математические методы в теории надежности. Москва, Наука. 524 с.

45. К.Т. Осипчук, Житомирський агротехнічний коледж

ІНЖЕНЕРНО - ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА.

Проаналізувавши стан та перспективи інженерно – технічного забезпечення аграрного виробництва на основі іноваційно – інвестиційних процесів, що відбуваються в агропромисловому комплексі під впливом змін ринку сільськогосподарської техніки. Необхідно враховувати регіональні особливості технологічного оснащення аграрної сфери та визначення напрямку і принципу відтворення технічного потенціалу сільського господарства. Трансформація аграрного виробництва у світові інтеграційні процеси привела до значного перетворення у сільському господарстві. Беручи до уваги, що світовий прогресивний досвід ґрунтується на поступальному розвитку сільського господарства на основі іноваційно – технологічного розвитку під впливом науково – технологічного прогресу. У сучасних умовах в нашій державі значно погіршився рівень інженерно – технологічного забезпечення сільського господарства. Основні технологічні машини аграрного виробництва, трактори і комбайни відпрацювали свій ресурс. В даний час змінилася структура ринку сільськогосподарських машин, що вимагає нових підходів до формування інженерно – технічного забезпечення аграрного виробництва.

Важливою умовою дотримання агротехнологій є технічне забезпечення аграрного виробництва, що забезпечить продовольчу безпеку держави і вихід з вітчизняною продукцією на зовнішній ринок. Зробивши аналіз інженерно – технічного забезпечення аграрного виробництва, можна відмітити що в останні роки відбувається істотне скорочення технічних засобів. Такий стан технічного, інженерного та сервісного обслуговування не може забезпечити виробництво конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції для внутрішнього і зовнішнього ринку та економічну ефективність виробництва. Рівень технологічного оснащення сільського господарства на даний час не відповідає технологічним потребам. Тому через несвоєчасне виконання збиральних операцій втрачається чимало сільськогосподарської продукції.

Розвиток сільського господарства в значній мірі залежить від технічного забезпечення, кількості технічних засобів їх продуктивності, а також відповідності екологічним вимогам, безпечній експлуатації та технологічній досконалості виробництва. Для вирощування екологічно чистої продукції велике значення набуває органічне землеробство, яке забезпечить виробництво екологічно чистої продукції на основі запровадження нових технологій із застосуванням конструктивно нових високопродуктивних машин. До якості вирощуваної сільськогосподарської продукції в даний час змінилися вимоги. Суть їх полягає у біологізації технологій, заощадженні енергії та ресурсів, захисті природного середовища, підвищенні екологічної безпеки в процесі виробництва продукції.

Високі біологічні вимоги до сільськогосподарської продукції впливають на тенденції створення нових машин і технологій. Створення нових машин і їх робочих органів, для того щоб можна було обробляти різні типи ґрунту, розпушувати або ущільнювати залежно від потреб на різну глибину. Вносити органічні і мінеральні добрива, виконувати точне висівання і боронування. На організацію сільськогосподарських робіт впливає оптимізація термінів виконання комплексу операцій і агротехнічних вимог для одержання запрограмованого врожаю.

Технологічні вимоги до аграрної продукції постійно зростають, звідси висновок потрібно вдосконалювати і формувати новий комплекс технологічних машин. Вітчизняне сільськогосподарське машинобудування не спроможне забезпечити розробку і випуск нової високоякісної техніки. При жорсткій міжнародній конкуренції на ринку техніки засобів все більше і більше появляються на українських полях імпортової нової і вживаної техніки. Такі напрямки викликані вимогами ринку щодо виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції. Імпортна техніка впроваджується і забезпечує виробництво сільськогосподарської продукції необхідними технічними засобами впроваджуючи передові агротехнології.

Вітчизняне сільськогосподарське машинобудування поступово втрачає свої позиції на ринку технічних засобів, за технічними характеристиками та за якістю виготовлення. Такий стан інженерно – технічного забезпечення потреб сільського господарства і комплексного аналізу потребує нових наукових інженерно – технічних розробок організаційно – екологічного і правового характеру. Також нових обґрунтувань, тенденцій і напрямків розвитку агротехнологій з урахуванням біологізації та екологізації аграрного виробництва. Необхідно координувати науково – дослідницькі та дослідницько – конструкторські роботи з розробки та впровадження нових типів машин у виробництво через державну систему сертифікації. Впроваджувати державну технічну політику в агропромисловому комплексі і надати державну підтримку наукомістних виробництв вітчизняного сільського господарського машинобудування.

Для нового вдосконаленого парку сільськогосподарської техніки потрібно організовувати системи сервісного ремонтно – технічного обслуговування парку сільськогосподарської техніки, із врахуванням змін структури ринку технічних засобів, організаційних форм господарювання та прогнозу розвитку. Формувати прогнозування розвитку ринку технічних засобів, їх розвиток та організацію форм господарювання.

Із зміною попиту на сільськогосподарську техніку, змінилася структура ринку, що привело до інтенсивного ввезення нової та вживаної імпортової техніки. На цей фактор вплинула аграрна реформа, що супроводжувалась розпаюванням земель і зміною розмірів земельних ділянок, виникнення нових юридично – правових форм господарювання.

Розглянувши попередні факти можна зробити висновок, що технічне забезпечення аграрного виробництва до рівня технологічної потреби, вимагає ефективного макроекономічного механізму регулювання економічних відносин з урахуванням регіонального розвитку. Інженерно – технічне забезпечення охоплює весь комплекс питань структурної перебудови, зміну взаємовідносин між аграріями виробниками сільськогосподарської продукції, проектними організаціями машинобудівних підприємств, підприємств агротехсервісу та інших учасників ринку.

В зв'язку з необхідністю посилення темпів зростання технічного розвитку піднялася проблема якості підготовки фахівців для аграрного виробництва. Відставання сільськогосподарського машинобудування України від сучасного рівня вимагає впровадження у навчальний процес інформаційно – комунікаційних технологій. Зі значним розширенням вивчення графічних дисциплін, особливо «Основи нарисної геометрії та інженерна графіка» і «Нарисна геометрія» як конструктивних складових. Для формування професійних навичок спеціаліста – механіка аграрного профілю потрібно рішити проблему досягнення в технічному і технологічному розумінні результату. Обов'язково звернути увагу на адаптацію студентів у трудову (практичну) діяльність з тим щоб зменшити до мінімуму процес входження молодих спеціалістів у виробничу промислову сферу. Сучасний стан економіки України вимагає тісного зв'язку процесу навчання з виробництвом, з подальшим удосконаленням українських підприємств через наукові досягнення до лідерів світової економіки.

Конструкторсько – технологічні проекти і робочі кресленики, що лежать в його основі технічної документації це головні інформаційно – технологічні документи, що виступають посередниками у спілкуванні, при вирішенні технічно – конструкторських питань, починаючи від робітника до керівника, науковця. Дисципліни «Основи нарисної геометрії та інженерна графіка» і «Нарисна геометрія» вперше вводять здобувачів освіти до середовища технічних наук і тому їх вплив повинен бути найбільш потужним, щоб можна було забезпечити володіння об'ємним технічним мисленням. З практичних міркувань можна зробити висновок, максимальне злиття теоретичної підготовки з прикладними роботами дає найкращий результат в вивченні графічних робіт. Особливу увагу потрібно приділити самостійній роботі студентів. Самостійно виконанні

завдання контролювати по темам, проводити усне опитування по цим графічним роботам і вправам. Машинобудівне креслення повинно займати провідне місце в одержанні освіти спеціалістів аграрного профілю.

Випускники вищих аграрних закладів України, зокрема Житомирського агротехнічного коледжу повинні добре володіти технічними науками, щоб орієнтуватись у агрегатах і машинах вітчизняного та зарубіжного виробництва. Проблема вільного входження у реальне життя в умовах ринку стала складною. Спеціалісту – механіку аграрного профілю потрібно досягти високого в технічному розумінні результату. Велику роль відіграє вивчення тих дисциплін, що забезпечують інтенсивний міждисциплінарний зв'язок. Такими дисциплінами є «Основи нарисної геометрії та інженерна графіка» і «Нарисна геометрія», «Технічна механіка». Щоб обслуговувати сучасні машини сільськогосподарського виробництва вітчизняні і іноземні, виконувати сервісне обслуговування механік повинен володіти інформаційними технологіями, теоретичними знаннями, навиками та вмінням працювати з конструкторською документацією. Для забезпечення необхідної технічної підготовки основним фактором є підвищення рівня знань, комплексним забезпеченням засобами навчання.

Література:

1. Лось Л. В. Особливості викладання машинобудівного креслення в агроєкологічному вищому навчальному закладі / Л. В. Лось, А. О. Железна, Г. О. Райковська – Житомир: Вісник ДААУ. – 2000. - №2.ст.323-237.
2. Михайленко В. Є. Інженерна графіка / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан – К.: Вища школа, - 2000, - 342 с.
3. Райковська Г. О. Методика формування графічних знань у системі інформаційних технологій / Г. О. Райковська – Житомир: Житомирський держав. технологічний ун – т, 2009. – 324 с.
4. Михайленко В. Є. Інженерна графіка / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов – К.: Каравела, - 2008. – 272 с.
5. Боголюбов С. К. Индивидуальные задания по курсу черчения: практ. пособие для учащихся техникумов / С. К. Боголюбов = М.: Высшая школа, 1989. – 368 с.

46. О.И. Мисуню, к.т.н., доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ПРИВОДА ОПОРНЫХ КОЛЕС ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Сельскохозяйственное тракторостроение характеризуется в настоящее время ростом единичной мощности двигателей выпускаемых тракторов. Для реализации возрастающих мощностей увеличивается масса тракторов, сельскохозяйственных машин. В результате наряду со снижением темпов роста производительности агрегатов по сравнению с темпами роста мощности тракторов еще и возрастает отрицательное воздействие их ходовых систем на почву, приводящее к снижению урожайности возделываемых культур.

В условиях интенсивного земледелия создаются условия, когда машины, призванные повысить урожайность, снижают плодородие почв. Являясь средой для выращивания сельскохозяйственных культур, почва выполняет функцию несущего основания по которому перемещаются тяжелые агрегаты, оказывающие на нее механическое воздействие. За последние десятилетия произошло повышение мощности и тягового класса тракторов. Их масса возросла примерно в два раза. Исходя из стремления повысить производительность техники, ее создатели увеличивают мощность тракторов и ширину захвата орудий, что еще сильнее разрушает и уплотняет почву. От переуплотнения почв снижается развитие растений, урожайность культур и плодородие интенсивно используемых земель. При этом, значительная часть энергии в земледелии тратится на то, чтобы с помощью одних машин возместить ущерб, нанесенный другими машинами.

На повышение производительности и снижение отрицательного воздействия ходовых систем агрегатов на почву в настоящее время направлены следующие меры: использование специальной симметричной рамы с комплектом быстросменных рабочих органов для составления агрегатов, выполняющих за один проход несколько технологических операций; применение высокопроизводительных широкозахватных и комбинированных машин и агрегатов с максимальным совмещением технологических операций.

Для совмещения операций применяются комбинированные почвообрабатывающие и посевные агрегаты или машины с комбинированными рабочими органами. Использование комбинированных агрегатов уменьшает вредное воздействие проходов тракторов и сельскохозяйственных машин на структурный состав и плотность почвы, позволяет сократить продолжительность производственного цикла, увеличить производительность труда, снизить, затраты и себестоимость продукции.

Комбинированные агрегаты стали выпускать в конце шестидесятых годов прошлого века. За прошедшие годы они получили широкое применение в сельскохозяйственном производстве как у нас в стране, так и за рубежом. Комбинированные агрегаты представляют собой комплекс технологически согласованных рабочих органов, установленных на одну машину. Поэтому комбинированные агрегаты могут одновременно выполнять сразу несколько технологических операций, чем они в свою очередь отличаются от других простых сельскохозяйственных машин. Комбинированные агрегаты пользуются преимуществом еще и потому, что они уменьшают количество проходов тракторов и сельскохозяйственных машин по полю для выполнения технологических операций, что, в конечном счете, уменьшает уплотнение почвы и ее удельное сопротивление, при этом уменьшаются энергетические затраты.

Недостатком имеющихся комбинированных почвообрабатывающих агрегатов являются значительные вес и тяговое сопротивление, отсутствие технологической универсальности. Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты применяются преимущественно для основной или для предпосевной обработки почвы и посева и в основном предназначены для тракторов с номинальным тяговым усилием 30 и 50 кН.

Повышение энергонасыщенности тракторов и развитие машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур привело к опережению роста массы технологической части МТА относительно роста массы трактора.

Эффективный способ увеличения сцепного веса в агрегате – оснащение его технологической части ведущими колесами. Реализовать передачу мощности на привод колес технологической части агрегата в настоящее время возможно через гидро- или электропривод. В этом случае только часть мощности двигателя будет реализовываться через ходовую систему трактора. Это дает возможность снизить буксование трактора и увеличить суммарную тяговую мощность.

В этой связи рассмотрим целесообразность построения комбинированного агрегата совмещающего предпосевную обработку почвы и посев зерновых культур. В состав агрегата входят энергонасыщенный колёсный трактор «БЕЛАРУС» и комбинированный почвообрабатывающий посевной агрегат типа АПП (рис. 1). Мощность двигателя энергетического средства при этой схеме построения агрегата реализуется через ходовой аппарат трактора и передаётся на привод опорной тележки орудия. При подобной схеме агрегатирования трактор выполняет функцию энергетического модуля, а приводная опорная тележка – технологического модуля.



Рис. 1 Почвообрабатывающий посевной агрегат АПП-6

Для анализа воспользуемся уравнением баланса мощности двигателя трактора. В расчетах нагрузка двигателя энергетического средства принимается постоянной, а движение агрегата – равномерным, на ровном участке поля.

$$N_{\text{н}} \eta_{\text{и}} \eta_{\text{тр}} = N_{\text{т}} + N_{\text{м}} + N_{f_{\text{т}}} + N_{f_{\text{м}}} + N_{\delta_{\text{т}}} + N_{\delta_{\text{м}}} + N_{\alpha}, \quad (1)$$

где N_n – номинальная мощность двигателя; η_n – степень загрузки двигателя; $\eta_{тр}$ – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии; N_t, N_m – тяговая мощность, соответственно, энергетического и технологического модулей; N_{ft}, N_{fm} – мощность, затрачиваемая на передвижение, соответственно, трактора и почвообрабатывающего посевного агрегата; $N_{\delta t}, N_{\delta m}$ – мощность, затрачиваемая на буксование движителей, соответственно, энергетического и технологического модулей; N_{α} – мощность, идущая для привода и работы вспомогательного оборудования агрегата.

Тяговые мощности энергетического и технологического модулей зависят от тягового сопротивления почвообрабатывающего посевного агрегата, скорости движения.

Мощность, идущая для привода и работы вспомогательным оборудованием агрегата зависит от ширины захвата, скорости движения агрегата и представляется выражением

$$N_{\alpha} = B(N_0 + \varepsilon_N v), \quad (2)$$

где B, v – соответственно ширина захвата и скорость движения агрегата; N_0 и ε_N – эмпирические данные: $N_0 = 0,3$ кВт/м; $\varepsilon_N = 0,2$ кВт/м.

Вес почвообрабатывающего посевного агрегата зависит от ширины захвата. На основе анализа характеристик АПП существующих конструкций их вес как функцию ширины захвата можно описать следующим уравнением

$$G_a = pB + g_0, \quad (3)$$

где p, g_0 – эмпирические коэффициенты для определения веса агрегата: $p = 11000$ Н/м; $g_0 = 10000$ Н.

Сцепной вес технологического модуля составляет часть веса ($\approx 50\%$) почвообрабатывающего посевного агрегата $G_m = 0,5G_a$.

Мощности, затрачиваемые на передвижение энергетического и технологического модулей зависят от их веса, коэффициента сопротивления качению f и скорости движения.

Из уравнения баланса мощности двигателя трактора (1) выражается ширина захвата агрегата при заданной скорости движения, затем определяется производительность почвообрабатывающего посевного агрегата за час чистого времени и строятся графические зависимости производительности от ширины захвата. В расчетах используются следующие данные: $\eta_n = 0,95$; $\eta_{тр} = 0,88$; $f = 0,2$; удельное тяговое сопротивление $k_0 = 6$ кН/м; темп нарастания тягового сопротивления с увеличением скорости движения $\varepsilon_N = 0,04$; характеристики трактора «БЕЛАРУС 3022» (вес $G_t = 115000$ Н; $N_n = 222,3$ кВт).

Результаты расчетов представлены в виде потенциально-эксплуатационных характеристик – графических зависимостей производительности почвообрабатывающего посевного агрегата W от ширины захвата B при работе с трактором «БЕЛАРУС 3022» для двух вариантов, когда у АПП приводные опорные колеса и когда у АПП пассивные опорные колеса (рис. 2).

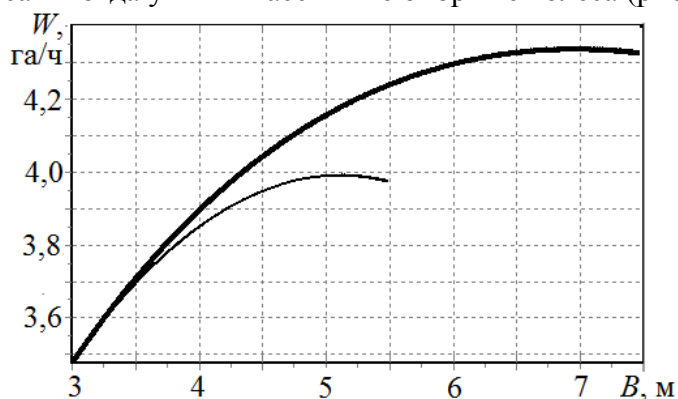


Рис 2. Зависимость производительности почвообрабатывающего посевного агрегата с приводными (—) и пассивными (—) опорными колесами от ширины захвата при работе с трактором «БЕЛАРУС 3022»

Построенные графические зависимости показывают, что при передаче части мощности на привод опорных колес возрастает производительность почвообрабатывающего посевного агрегата на 8,7 %.

Таким образом, рациональным направлением повышения производительности работы почвообрабатывающих посевных агрегатов является передача части мощности двигателя энергетического модуля на привод опорных колес (технологического модуля) рабочей машины, что позволяет увеличить сцепной вес агрегата или использовать для выполнения технологического процесса трактор с меньшим весом.

47. О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, К.П. Шалак, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ОБЩЕГО КПД МЭС НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

В настоящее время непрерывно возрастает мощность двигателей выпускаемых сельскохозяйственных тракторов. Сосредоточение больших мощностей в одном агрегате является объективным результатом научно-технического прогресса приведшего к сокращению численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве. Анализ тяговых характеристик энергонасыщенных тракторов позволяет заключить, что реализовать мощность через прицепное устройство невозможно из-за недостаточного сцепления движителей с почвой. Работа агрегата происходит с неполной загрузкой двигателя и большими величинами буксования трактора.

При дальнейшем увеличении мощности двигателя трактор уже развивается как мобильное энергетическое средство (МЭС). Мощность двигателя трактора данной концепции не может быть полностью реализована через тяговое усилие ни при каких условиях эксплуатации и способах агрегатирования. Трактор всегда будет иметь излишнюю мощность. Поэтому эффективное использование его мощности неотъемлемо связано с созданием МЭС, у которого значительная часть мощности передаётся, минуя ходовую систему трактора, на привод: одного или нескольких дополнительных шасси, или опорных колёс почвообрабатывающей машины; активных рабочих органов орудия. Как пример, можно привести пахотный агрегат на основе МЭС, включающий плуг с комбинированными рабочими органами.

Для обоснования параметров и режимов работы почвообрабатывающих агрегатов в заданных условиях выполнения технологического процесса необходимо знать численные значения ряда величин, входящих в общий КПД энергетического средства и составляющие баланса мощности двигателя трактора.

При установившемся движении на ровном участке поля почвообрабатывающего агрегата уравнение баланса мощности двигателя энергетического модуля МЭС представляется выражением:

$$N_n \eta_n = N_e = N_{тр} + N_t + N_f + N_\delta + N_\alpha + N_{тр\alpha}, \quad (1)$$

где N_n – номинальная мощность двигателя; η_n – степень загрузки двигателя; N_e – эффективная мощность двигателя; $N_{тр}$ – потери мощности в трансмиссии привода колес энергетического и технологического модулей; N_t – тяговая мощность МЭС; N_f – мощность, затрачиваемая на передвижение МЭС; N_δ – мощность, затрачиваемая на буксование движителей МЭС; N_α – мощность, идущая на выполнение полезной работы активными рабочими органами почвообрабатывающей машины; $N_{тр\alpha}$ – потери мощности в трансмиссии привода активных рабочих органов.

Уравнение (1) можно представить в виде:

$$N_e = \frac{N_t + N_f + N_\delta}{\eta_{тр}} + \frac{N_\alpha}{\eta_{тр\alpha}}, \quad (2)$$

где $\eta_{тр}$ – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии привода колес энергетического и технологического модулей;

$\eta_{тр\alpha}$ – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии привода активных рабочих органов.

Тяговая мощность МЭС определяется как произведение тягового сопротивления почвообрабатывающей машины P на скорость движения агрегата v . Мощность, затрачиваемая на передвижение МЭС определяется как произведение веса G на коэффициент сопротивления качению f и на скорость движения агрегата v .

Введем следующие обозначения:

$$a = \frac{1}{\eta_{\text{тр}}} ; \quad b = \frac{G f}{\eta_{\text{тр}}} ; \quad c = \frac{1}{\eta_{\text{тр} \alpha}} .$$

Тогда

$$a \frac{Pv}{1-\delta} + b \frac{v}{1-\delta} + c N_{\alpha} = N_e , \quad (3)$$

где δ – буксование движителей МЭС.

Представим уравнение (3) в виде линейных уравнений, образующих систему

$$\begin{aligned} a \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2 v_i^2}{(1-\delta_i)^2} + b \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i^2}{(1-\delta_i)^2} + c \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i}{(1-\delta_i)} N_{\alpha i} &= \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i}{(1-\delta_i)} N_{ei} ; \\ a \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i^2}{(1-\delta_i)^2} + b \sum_{i=1}^n \frac{v_i^2}{(1-\delta_i)^2} + c \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{(1-\delta_i)} N_{\alpha i} &= \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{(1-\delta_i)} N_{ei} ; \\ a \sum_{i=1}^n \frac{P_i v_i N_{\alpha i}}{(1-\delta_i)} + b \sum_{i=1}^n \frac{v_i N_{\alpha i}}{(1-\delta_i)} + c \sum_{i=1}^n N_{\alpha i} &= \sum_{i=1}^n N_{ei} N_{\alpha i} . \end{aligned} \quad (4)$$

В результате подстановки в систему уравнений (4) текущих экспериментальных значений тягового сопротивления почвообрабатывающей машины P_i , скорости движения агрегата v_i , буксования движителей МЭС δ_i , мощности, идущей на выполнение полезной работы активными рабочими органами почвообрабатывающей машины $N_{\alpha i}$, эффективной мощности двигателя энергетического модуля N_{ei} и последующего решения находятся неизвестные коэффициенты a, b, c .

Тогда КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии привода колес энергетического и технологического модулей будет равен:

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{1}{a} .$$

КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии привода активных рабочих органов почвообрабатывающей машины определится как

$$\eta_{\text{тр} \alpha} = \frac{1}{c} .$$

Коэффициент сопротивления качению энергетического и технологического модулей определится из формулы

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{G f}{b} .$$

Таким образом, располагая энергетическими и эксплуатационными показателями, получаемыми при проведении экспериментальных исследований почвообрабатывающего агрегата можно определить составляющие общего КПД МЭС в конкретных условиях выполнения технологического процесса и использовать их при обосновании основных параметров и режимов работы рабочей машины.

48. О.В. Ільющенкова, Відокремлений структурний підрозділ «Чернятинський фаховий коледж Вінницького національного аграрного університету»

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ТА НАДІЙНІСТЬ МАШИН: ФОРСУНКИ.

В машинах виникають різноманітні дефекти, що знижують ефективність експлуатації. Для запобігання появи дефектів та їх своєчасного усунення машини піддають діагностуванню, технічному обслуговуванню і ремонту.

Діагностування – це перевірка технічного стану механізму, системи, агрегату і машини в цілому з частковим або без розбирання та встановлення за допомогою вимірювальних приладів та інструментів їх залишкового ресурсу. Діагностування дозволяє в встановлені строки виконувати відновлення параметрів технічного стану техніки, що впливає на економічні та якісні показники, підвищення надійності роботи.

Технічне обслуговування – це сукупність операцій, які спрямовані на підтримання працездатності машин при їх використанні та зберіганні.

Основною метою технічного діагностування є визначення з мінімальними затратами праці технічного стану і несправностей машин без розбирання.

Організацію технічного діагностування машин здійснюється на системному принципі за оптимальною технологією із застосуванням сучасних електронних приладів і будов.

Діагностування проводять при введенні машин в експлуатацію, технічному обслуговуванні і ремонті. За результатами діагностування приймають рішення про доцільність подальшої експлуатації машини, визначають терміни її роботи до поточного чи капітального ремонту або необхідність постановки на ремонт; визначають вид ремонту.

Несвоєчасне діагностування, проведене пізніше, призводить до збільшення обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт, витрат запасних частин, часу простою машин в обслуговуванні і ремонті за рахунок появи аварійного зношування деталей і передчасних відказів. У результаті знижується ефективність використання машин.

У процесі роботи машин змінюються їх основні експлуатаційні параметри, погіршується якість роботи, економічність і надійність. Необхідною умовою ефективного використання МТП є комплексний підхід до вирішення питань, що пов'язані із забезпеченням працездатності, надійності та довговічності сільськогосподарської техніки.

Якісне і своєчасне проведення технічного обслуговування сприяє підтримувannya на високому рівні працездатності і надійності машин.

Працездатність машини – це стан, при якому значення усіх її параметрів відповідають вимогам нормативно-технічної документації. Надійність – властивість машини зберігати протягом тривалого часу у встановлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати задані функції при заданих режимах та умовах використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання, транспортування.

Форсунки – виконавчий механізм, призначений для розпилення палива у впускному тракті паливної системи або в циліндрах двигуна внутрішнього згоряння. За способом приведення в дію всі форсунки діляться на механічні та електромеханічні. Форсунки для бензинових і дизельних двигунів відрізняються за принципом роботи. Також в різних марках автомобілів форсунки працюють при різній напрузі і тискові.

Форсунки дизельного двигуна, також як і інжекторного, періодично забруднюються. Як правило, в разі їх засмічення паливо несвоєчасно подається в циліндри, і виникає підвищена витрата пального, а також перегрів і руйнування поршня. Крім цього, можливий прогар клапанів, і вихід з ладу фільтру сажі.

Електромагнітні форсунки встановлюються в бензинові двигуни. Вони складаються з наступних складових частин: електромагнітного клапана, розпилювальної голки і сопла.

Принцип їх роботи досить простий. При надходженні команди від ЕБУ автомобіля на електромагнітний клапан подається напруга, завдяки чому в ньому створюється магнітне поле, яке втягує голку, тим самим звільняючи канал в соплі. Відповідно, через нього проходить паливо. Як тільки напруга на клапані зникає, голка під впливом зворотної пружини знову перекриває сопло і бензин більше не подається в циліндри.

Електрогідравлічні форсунки використовуються в дизельних двигунах, в тому числі, створених за системою Common Rail. Такі форсунки мають більш складну конструкцію. Зокрема, до їх складу входять впускний і зливний дроселі, електромагнітний клапан і камера управління. Робота форсунки виконується наступним чином.

Рух заснований на використанні тиску палива як під час уприскування, так і по його припиненню. У початковому положенні електромагнітний клапан знеструмлений, і відповідно, закритий. При цьому голка форсунки притиснута до свого сидла під природним

тиском палива на поршень в камері управління. Тобто, впорскування палива не відбувається. Оскільки діаметр голки набагато менше діаметра поршня, то тиск на неї більше.

Коли на електромагнітний клапан подається сигнал від ЕБУ той відкриває зливний дросель. Відповідно, паливо починає витікати в зливну магістраль. Однак впускний дросель перешкоджає швидкому вирівнюванню тисків між камерою управління і впускний магістраллю. Відповідно, тиск на поршень знижується повільно, а тиск на голку не змінюється. Тому голка під різницею тисків піднімається і відбувається паливне впорскування.

П'єзоелектричні форсунки вважаються найдосконалішими, і використовуються на дизельних двигунах, забезпечених системою подачі палива Common Rail. У конструкцію такої форсунки входять п'єзоелемент, штовхач, перемикає клапан, голка.

У момент, коли паливо не надходить через форсунку, її голка сидить щільно в своєму сидлі, так як на неї тисне високий тиск палива. Коли від ЕБУ надходить сигнал на п'єзоелемент, який є виконавчим механізмом, то в цей момент він збільшується в розмірі (в довжину), і таким чином виштовхує поршень. Внаслідок цього відбувається відкриття клапана, і через нього паливо потрапляє в зливну магістраль. Тиск у верхній частині голки знижується і голка піднімається. При цьому відбувається впорскування палива.

Основна перевага п'єзоелектричних форсунок полягає у високій швидкості їх спрацьовування (приблизно в 4 рази швидше гідравлічних). Це дає можливість здійснювати багаторазове уприскування палива за один робочий цикл двигуна. В процесі подачі кількість палива, що подається можна контролювати двома шляхами часом впливу на п'єзоелемент, а також тиском палива в рампі. Однак у п'єзоелектричних форсунок є один істотний недолік – їх неремонтопридатність.

Форсунки Delphi володіють достатньою потужністю і економністю, але в той же час має великий недолік у вигляді боязні бруду або сміття що може перебувати в паливній системі. На автомобілі це може проявлятися по різному, в зимовий період це поганий запуск двигуна, а при плюсовій температурі – помилка на високих оборотах, а також не рівномірна робота (троїння) двигуна. Всі подібні симптоми супроводжуються зниженням тиску в паливній рампі, збільшеною витратою палива, появою чорного диму у авто, а це в свою чергу призводить до забруднення сажового фільтра або клапана ЄДР.

В форсунках за перелив відповідає мультиплікатор, який виступає свого роду регулятором, коли поверхня цього клапана отримує пошкодження, форсунка починає зливати в обратку. Сама ж часта проблема всіх дизельних форсунок Delphi – пропадає тиск, а все тому що клапана в форсунках або забиваються від неякісного палива, або іржавіють від домішків в дизельному паливі.

Суть відновлення працездатності форсунки Delphi полягає в тому, що потрібно поміняти зворотний клапан і почистити не тільки розпилювач, але і всі деталі форсунки в розібраному вигляді.

Для початку необхідно очистити форсунку зовні, щоб при ремонті сміття не потрапило в середину форсунки, при цьому особливу увагу необхідно приділити розпилювачу, очищаючи його не можна зчісувати носик розпилювача інакше форсунка почне неправильно подавати паливо.

Коли форсунка захищена, затискаємо її в лещата, беремо головку на 15 (як в правило в форсунках Delphi тільки така головка) і розкручуємо проти годинникової стрілки. Акуратно знімаємо гайку.

За структурою все просто, гайка, розпилювач, голка, плунжер, мультиплікатор, пружина і корпус. Всі елементи форсунки потрібно продуті і акуратно промити, крім самого корпусу, для промивання і очищення найкраще використовувати синтетичний очищувач (WD-40).

Дуже важливо запам'ятати порядок, в якому ми розбирали форсунку.

Неправильна робота форсунок веде до значного навантаження на інші вузли силового агрегату. В цілому ж, машину при невідрегульованих форсунках експлуатувати можна, проте бажано якомога швидше виконати ремонт. Це дозволить зберегти в працездатному стані двигун автомобіля, що позбавить нас від ще більших грошових витрат. Так що при прояві перших же симптомів нестабільної роботи форсунок на нашому дизельному автомобілі потрібно хоча б елементарним способом перевірити працездатність форсунки, яку можна зробити в домашніх умовах.

Літературні джерела

1. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
2. Вознюк Л.Ф., Іщенко В.В., Михайлович Я.М. Технічне обслуговування і діагностування сільськогосподарських машин. – К.: Урожай, 1994. – 213 с.

49. И.И. Скорб, А.А. Романович, Белорусский государственный аграрный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОГО НАВОЗА ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ

Гидравлические системы удаления навоза в последние годы получают всё большее распространение как наиболее простые и надёжные в эксплуатации.

Применение гидравлических систем уборки навоза периодического действия, позволяют сократить затраты труда и материальные затраты на 10...30%, по сравнению с механическими средствами уборки. Удельная металлоёмкость гидравлических систем уборки и транспортировки навоза в 4...6 раз меньше.

С началом применения гидравлических способов уборки навоза связаны исследования реологических и физико-механических свойств жидкого бесподстилочного навоза.

Исследования гранулометрического состава показали, что в свином навозе при концентратном типе кормления частиц размером 0,5 мм и меньше содержится более 50 %, в навозе КРС частиц размером до 0,5 мм – около 50 %, частиц размером от 3 до 10 мм – около 30 % [1].

С.Д. Дурдыбаевым установлено, что в навозе КРС содержится более 55 % частиц размером до 0,25 мм, в свином навозе – около 58 % частиц размером 0,25...1,0 мм [2].

Во время хранения жидкого навоза происходят сложные биофизико-химические процессы, вызывающие изменения состава его по глубине. Интенсивность этих процессов зависит от вида навоза, его состояния, условий хранения, погодных условий и т.д.

Жидкий навоз при хранении подвержен расслаиванию (разделению), которое обусловлено разной плотностью жидкой и твердой фракций. Так исследованиями В.И. Якубаускаса установлено, что жидкий бесподстилочный навоз во время длительного хранения расслаивается на верхний слой влажностью 73...78 %, высотой до 0,7 м, средний слой влажностью 92...96,5 % - до 1 м и нижний слой – осадок влажностью 87...88,9 % до 0,5 м [3].

Навоз крупного рогатого скота имеет меньший удельный вес, содержит больше (примерно в пять раз) коллоидов, чем свиной, поэтому расслаивается медленнее.

Верхний слой представляет собой рыхлую массу из подстилки, остатков корма и волокнистой части твердых выделений животных. Нижний слой включает остатки корма, песок, ил, образуемый тяжелыми частицами твердых выделений животных. Замечено, что свиной навоз склонен образовывать очень плотный осадочный слой. Между верхним и нижним слоями находится более однородный средний слой, почти не содержащий твердых и волокнистых включений.

У свиного навоза осадок имеет плотность 1120...1180 кг/м³, а у навоза крупного рогатого скота – 1050...1090 кг/м³. По данным [1], влажность осадка навоза крупного рогатого скота 83-86%, свиного навоза – 78-84%, влажность среднего слоя – 94-98%.

По агротехническим требованиям разность влажности жидкого навоза при вывозке по высоте резервуара не должна превышать 2-3%. Установлено, что после 2...3 часов разница влажности между слоями превышает норму агротехнических требований. Следовательно, в период хранения и использования жидкий навоз необходимо гомогенизировать через определенные промежутки времени.

Осаждение твердых частиц в свином навозе начинается при влажности выше 88 %. Наибольшая скорость осаждения происходит в течение 2...3 часов и заканчивается через 3...6 суток.

Наиболее интенсивно свиной навоз расслаивается при влажности 90% и выше, а навоз крупного рогатого скота – при влажности более 91% [1].

Зная скорость осаждения частиц различного диаметра в жидком навозе и время осаждения, можно оптимизировать функционирование гидравлических систем уборки навоза при решении технических задач связанных с удалением жидкого навоза из гидравлических каналов таких систем.

Список литературы

1. Назаров С.И., Шаршунов В.А. Механизация и внесение органических удобрений. Для с.-х. вузов по спец. «Механизация животноводства». – Мн.: Ураджай, 1993. – 296 с.: ил. – (Учеб. пособие для с.-х. вузов).
2. Дурдыбаев С. Д., Данилкина В. С., Рязанцев В. П. Утилизация отходов животноводства и птицеводства: Обзор. М.: Агропромиздат, 1989. 56с.
3. Якубаускас В. И. Технологические основы механизированного внесения удобрений, М.: Колос, 1973. 231 с

50. А.А. Романович, И.И. Скорб, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ

В последние годы в производстве кормов все шире применяется экструзионная обработка зерна. В комбикормовой промышленности этот способ является наиболее перспективным для дальнейшего совершенствования технологии, повышения качества и пищевых достоинств комбикормов, а также использования самых неожиданных компонентов в рецептах комбикормов, с целью привлечения новых ресурсов, снижения стоимости корма, повышения его потребительских достоинств [1, 2].

В наиболее экономически развитых государствах (США, Япония, страны Западной Европы) экструзионные технологии стали приоритетным направлением развития пищевой и кормовой промышленности. В настоящее время различными экструзионными методами производят кондитерские изделия, а также корма для домашней птицы, животных, рыб.

Наибольшее применение в технологии комбикормов нашел этот процесс при производстве вспученных кормов для молодняка животных. Например, в США ежегодно вырабатывается таких кормов не менее, чем на 4 млн. дол. [1]

В настоящее время линии по переработке отходов полеводства, мукомольной промышленности и других отходов установлены в ряде птицеводческих, животноводческих и звероводческих хозяйств разных 8 регионов России и Беларуси, в Республике Казахстан. Их эксплуатация подтверждает указанные выше преимущества.

Экструзионная переработка многокомпонентных кормов особенно сложна, так как необходимо учитывать внутреннее строение материала (структуру), иметь представление о зависимости состава корма (рецепт, рацион), необходимости обработки этого состава корма, конечный результат изменения структурно-механических свойств, для каких животных данный экструдированный корм будет скармливаться [2].

В процессе приготовления корма зерно подвергается кратковременному, но очень интенсивному механическому и баротермическому воздействию за счет высокой температуры 110–160°C, давления 5,0 МПа и сдвиговых усилий в винтовых рабочих органах экструдера, в результате чего происходят структурно-механические и химические изменения сырья. За счет резкого падения давления при выходе разогретой зерновой массы происходит «взрыв» (увеличение в объеме) продукта, что делает его более доступным для воздействия ферментов желудка животных, а также повышает усвояемость. В процессе экструдирования крахмал распадается на простые сахара, вредная микрофлора обеззараживается.

Кроме того, на процесс экструдирования практически не влияют такие факторы как влажность перерабатываемого продукта и засоренность семенами других культур [3].

Таким образом, за время прохождения через экструдер, смесь:

- стерилизуется и обеззараживается (болезнетворные микроорганизмы, грибки, плесень полностью уничтожаются);
- увеличивается в объеме (вследствие разрыва молекулярных цепочек крахмала и стенок клеток при выходе из экструдера);
- гомогенизируется (процессы измельчения, и перемешивания сырья в стволе экструдера продолжаются, продукт становится полностью однородным);
- стабилизируется (нейтрализуется действие ферментов, вызывающих прогорание продукта, таких, как липаза и липоксигеназа, инактивируются антипитательные факторы, токсины);

—обезвоживается (снижается влажность от исходной) [4].

Фундаментальной задачей процесса экструзии является глубокая клейстеризация крахмала. При этом происходит декструкция макромолекул крахмала с образованием различных декстринов и сахаров, в результате чего существенно повышается усвояемость зернофуража, причем ассимиляция питательных веществ происходит с меньшими энергетическими затратами. С точки зрения процесса питания процесс клейстеризации крахмала имеет следующее значение:

- клейстеризованный крахмал заметно повышает свою сорбционную емкость, что обеспечивает поглощение им большего количества воды, поэтому его усвояемость возрастает практически во всех случаях, повышается и переваримость корма.

- вследствие клейстеризации крахмала существенно облегчается доступность его молекул действию ферментов, поэтому процесс ферментативного гидролиза крахмала заметно облегчается, что обеспечивает образование значительного количества декстринов и сахаров различной молекулярной массы, вплоть до образования простых сахаров, глюкозы и т.п.

Таким образом, экструдирование предоставляет широкие возможности для совершенствования технологии, в современных условиях этот способ является прогрессивным и заслуживает самого широкого применения на практике.

Экспандирование – процесс, основанный на гидротермической обработке корма под давлением. Принцип действия экструдеров и экспандеров одинаков – в шнековом рабочем органе продукт разогревается, уплотняется и выпрессовывается. Однако режимы обработки существенно различаются.

В экструдерах продукт разогревается только за счет трения при движении по виткам шнека и активном перемешивании под большим давлением. В экспандере обработка проводится при более высокой влажности (до 26 %) и разогрев осуществляется не только за счет трения, но за счет ввода пара, в результате чего обработка зерна происходит в менее жестких условиях с большей производительностью и с меньшими затратами электроэнергии, чем при экструдировании.

В основе термовструдирования лежит кратковременная (5–15 с), высокотемпературная (350–600 °С) обработка зерна в потоке горячего воздуха. При термовструдировании используют высокие температуры и на порядок меньше времени на обработку зерна за счет сверхинтенсивного подвода тепла к зерну в специально организованном режиме теплового удара. В этом случае отпадает необходимость в искусственном увлажнении зерна, а используется только внутренняя естественная влага. Зерна злаков в процессе термовструдирования сами становятся миниатюрными высокоскоростными «котлами варки» под давлением.

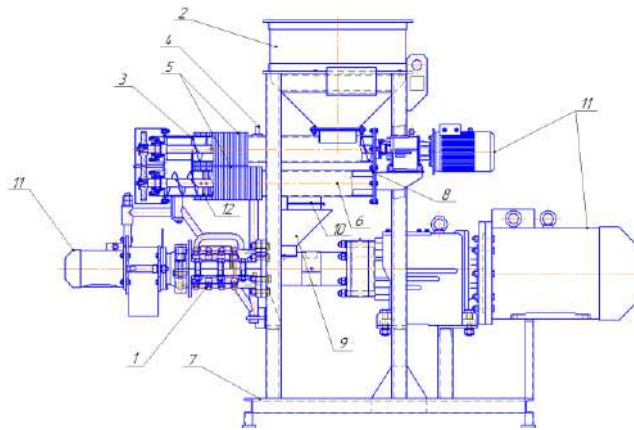
Термовструдирование зернобобовых позволяет значительно нейтрализовать ингибиторы трипсина и химотрипсина. Вместе с тем, как показала практика, организовать подвод тепла к зерну в летящем потоке достаточно сложно, а из-за высоких температур происходит частичное разрушение незаменимых аминокислот и витаминов. Поэтому такой способ пока не получил распространения.

Таким образом, в каждом из перечисленных термомеханических видов обработки зернофуража есть как свои преимущества, так и недостатки, для устранения которых необходимо объединить лучшие технологические решения в одной машине.

Для этого за основу предлагается взять экструдер, но для снижения энергозатрат на осуществляемый технологический процесс необходимо подвести к нему дополнительный источник тепла для интенсификации процесса. Однако в качестве источника тепла использовать пар, как это сделано при экспандировании, не целесообразно, так как это значительно усложнит конструкцию машины и снизит ее надежность, кроме того возникнет необходимость в парогенераторе, что существенно увеличит стоимость оборудования для осуществления технологического процесса.

Кроме того, для интенсификации процесса необходимо, чтобы зернофураж стал миниатюрным «котлом варки» как в случае обработки в термовструдере. Для этого необходимо чтобы зерно содержало относительно большое количество естественной или искусственной влаги и разогрев всей зерновой массы должен происходить достаточно быстро, то есть в режиме теплового удара, а не только за счет высокого давления и трения как в обычном экструдере.

Предложенные технические решения реализованы в конструкции экструдера представленного на рисунке 1.



1 – екструдер; 2 – прийомний бункер; 3 – винтові смесителі; 4 – уламжувач; 5 – індуктор; 6 – кожина винтових смесителів; 7 – рама; 8 – перебрасувачі лопатки; 9 – прийомна воронка; 10 – шибєр; 11 – електродвигатель; 12 – завихритель

Рисунок 1 – Общій вид усовершенствованного екструдера

Роботає усовершенствований екструдер следующим образом. Первоначальная порция исходного сырья подается в приемный бункер, из которого поступает в соединенный с ним винтовой смеситель, на котором установлен увлажнитель. Из которого дозировано, подается вода на транспортируемое с помощью смесителя сырье. Кормовые компоненты смешиваются и нагреваются посредством индуктора и подаются на перебрасывающие лопатки, которые перегружают ее в винтовой смеситель, соединенный с экструдером, где сырье продолжает нагреваться и перемешиваться. Если подогретое сырье не достигло требуемой температуры, то шибєр остается закрытым и масса продолжает движение до перебрасывающих лопаток, которые перегружают ее в окно винтового смесителя и процесс повторится до нагрева массы до заданной температуры, после чего шибєр открывается и сырье поступает в приемную воронку и далее в екструдер.

Список используемых источников

1. Анферников, О.Ю. Совершенствование технологии пищевых текстуратов, получаемых способом термопластической экструзии [Текст] / О.Ю. Алферников Дисс. канд. техн. наук. – Краснодар: –2010. –122 с.
2. Брылинский, М.П. применение екструдеров при производстве кормов для молодняка сєльхозптіцы [Текст] / М.П. Брылинский // Хранение и переработка зерна. – 2004. №9. – С. 43-44.
3. Приоритетные методы тепловой обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов [Текст] : Монография /В.А. Афанасьев, А.Н. Остриков. – Воронеж, 2015. – 336 с.
4. Гаврилов Н.В. Применение екструдеров при переработке продукции растениеводства. Учебно-методическое пособие для обучающихся в профильной магистратуре в рамках ГПИИР-2– Костанай, 2018. - 127 с.

51. І. А. Афанасьєв, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АДАПТИВНОЇ ДОЇЛЬНОЇ АПАРАТУРИ НА БАЗІ ПОРЦІЙНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ВАГОВОГО ТИПУ

За останнє десятиліття середня продуктивність корів значно зросла з 3975 кг/рік у 1990 році до 6025 кг/рік у 2017 році [1], разом з цим зросла і інтенсивність молокозведення. Висока пікова інтенсивність молокозведення спричиняє переповнення молокозводної магістралі доїльної апаратури та порушення режиму молокозведення [2, 3, 4]. Таким чином актуальними є дослідження щодо створення доїльної апаратури з адаптивною зміною робочого тиску в молокозбірній камері колектора.

З досліджень фізіологів [3, 5] відомо, що середня інтенсивність молокозведення під час доїння змінюється в межах 1–4,2 л/хв, що в свою чергу спричиняє коливання тиску в молокозбірній камері колектора [6, 7].

Для проведення досліджень укомплектовано лабораторний стенд, який імітує роботу установки для доїння корів у залі (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд лабораторного стенду: 1 – вакуумна установка; 2 – бідон для збору молока; 3 – пульсатор; 4 – комп’ютер; 5 – колектор; 6 – доїльні стакани; 7 – штучне вим’я; 8 – ротаметр FM-02; 9 – блок живлення типу АГАТ; 10 – блок керування процесом доїння; 11 – регулятор вакууму мембранного типу; 12 – ковшовий лічильник; 13 – ємність з молоком; 14 – аналоговий цифровий перетворювач Е14-440.

Предметом дослідження було встановлення взаємозв’язку між інтенсивністю молоковидедення, параметрами дросельного елемента, діаметром молоковідвідного патрубку.

Рівні варіювання факторів дано в таблиці 1.

Таблиця 1 Рівні варіювання факторів та їх кодовані значення

Фактор	Рівень варіювання			Інтервал варіювання
	основний	верхній	нижній	
	0	+	-	
Інтенсивність молоковидедення, л/хв	2,5	4	1	1,5
Діаметр молоковідвідного патрубку, мм	14	16	12	2
Діаметр дросельного отвору, мм	1,2	1,4	1	0,2

Обробка експериментальних даних здійснена за допомогою статистичного програмного пакету STATISTIKA-6.5. Отримано рівняння регресії:

$$P_K = 8.572 \cdot 10^3 - 1.3 \cdot Q_M - 1.362 \cdot 10^7 \cdot d_{D2} + 5.39 \cdot 10^9 \cdot d_{D2}^2 - 1.226 \cdot 10^6 \cdot d_n + 4.287 \cdot 10^7 \cdot d_n^2 + 1.955 \cdot 10^9 \cdot d_{D2} \cdot d_n - 6.829 \cdot 10^{10} \cdot d_{D2} \cdot d_n^2 - 7.726 \cdot 10^{11} \cdot d_{D2}^2 \cdot d_n + 2.699 \cdot 10^{13} \cdot d_{D2}^2 \cdot d_n^2$$

де P_K - вакуумметричний тиск у молокозбірній камері колектора, кПа;

Q_M - інтенсивність молоковидедення, $10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$;

$d_{д2}$ - діаметр дросельного отвору з'єднуючого управляючу камеру з джерелом вакуумметричного тиску, м.

d_n - діаметр патрубку, м;

На основі одержаного рівняння побудовано графік залежності вакуумметричного тиску в молокозбірній камері доїльного апарата від інтенсивності молоковиведення та діаметру дросельного отвору, який зображено на рисунку 4.

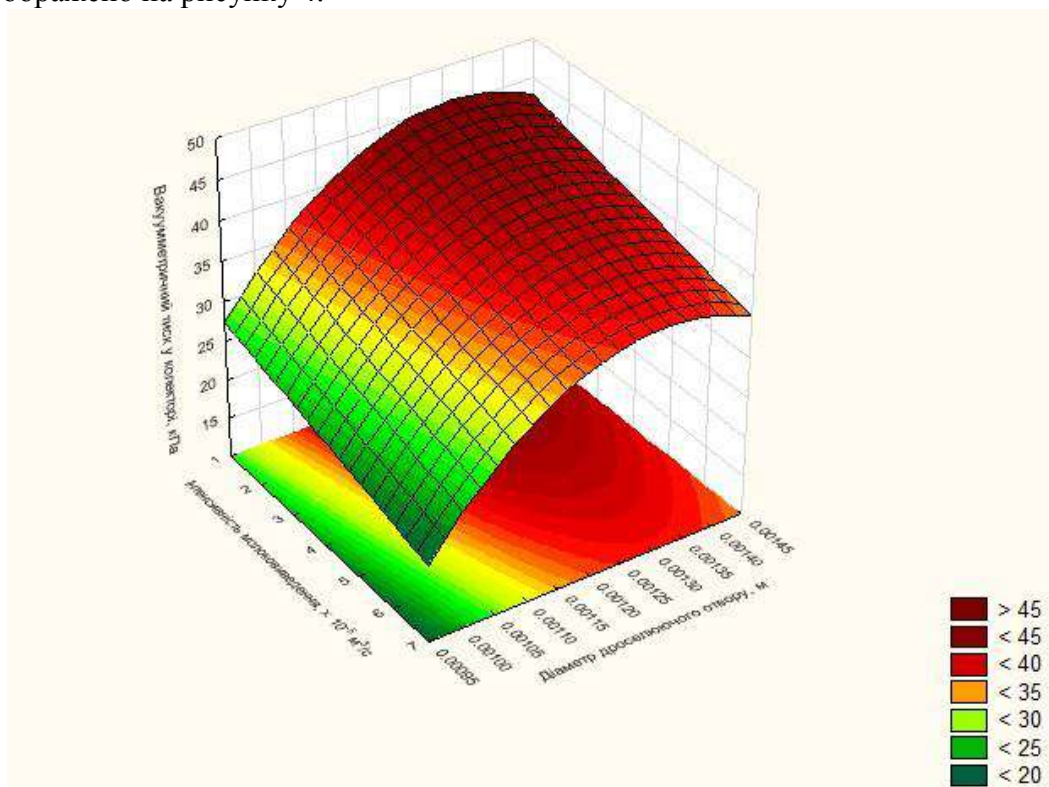


Рис. 4 Залежність величини вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора доїльного апарата від інтенсивності молоковиведення та діаметру дросельного отвору, при діаметрі патрубку 14 мм

Встановлено, що при досягненні миттєвої інтенсивності молоковиведення понад $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ та діаметрі дросельного отвору $0,1 \text{ мм}$, вакуумметричний тиск в молокозбірній камері колектора доїльного апарата знижується до критичного (33 кПа).

Тому доцільно використовувати наступний режим роботи адаптивної доїльної апаратури:

- При інтенсивності молоковиведення до $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$, необхідно використовувати діаметр дросельного отвору $0,1 \text{ мм}$;

- При досягненні інтенсивності молоковиведення понад $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$, необхідно збільшувати діаметр дросельного отвору до $0,13 \text{ мм}$ або повністю відкривати подачу повітря.

Отримане рівняння розкриває взаємозв'язок між конструктивними особливостями регулятора вакууму мембранного типу та режимами роботи адаптивної доїльної апаратури.

Визначено граничні значення інтенсивності молоковиведення при яких відбувається критичне падіння вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора доїльного апарата.

Встановлено відповідні параметри дросельного отвору необхідні для адаптивної роботи доїльної апаратури.

Список використаних джерел

1. Державна служба статистики України. Статистичний щорічник України за 2017 рік. URL: www.ukrstat.gov.ua.
2. Механизация и автоматизация производства молока / под ред. д-ра техн. наук, академика НААН В.В. Адамчука и док. техн. наук, профессора А.И. Фененко. – Нежин: 2013. 324 с.
3. Филиппова О. Б., Доровских В. И., Кийко Е. И. К методике физиологической оценки доильного оборудования. *Наука в центральной России*. 2014. № 6. С. 53–60.

4. Афанасьєв І. А., Ткач В. В. Удосконалений блок керування адаптивної доїльної апаратури на базі порційного лічильника вагового типу. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Глеваха, 2019. Вип. 9 (108). С. 122–127. DOI:10.37204/0131-2189-2019-9-15
5. Капшук Н. О. Функціональна активність вимені голштинських корів впродовж лактації. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Тваринництво*. 2016. Вип. 5. С. 164–169.
6. Мещеряков В. П. Кровоснабжение вымени коров в зависимости от индивидуальной интенсивности молокоотдачи. *Известия ТСХА*. 2013. Вып. 5. С. 115–124.
7. Ткач В. В. До питання взаємодії дійкової гуми та дійки у процесі машинного доїння корів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Глеваха, 2011. Вип. № 5. С. 143–148.

52. В.Л. Куликівський, к.т.н., В.М. Боровський, Поліський національний університет
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТООБРОБНИХ КОТКІВ У МОБІЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

Прикочування ґрунту являється важливою операцією інтенсивних технологічних процесів обробітку багатьох сільськогосподарських культур. Дослідження показують, що даний прийом обумовлює реальне підвищення врожайності, на чому наголошують аграрії та виробники сільськогосподарської продукції.

Технологічний процес прикочування передбачає виконання заходів, спрямованих на зміну властивостей ґрунту з метою збереження вологи та створення сприятливих умов для розвитку культурних рослин [1, с. 5; 2, с. 82-83]. До того ж прикочування може бути спрямоване на: розрівнювання поверхні поля; знищення ґрунтової кірки; коткування зелених добрив; ущільнення ґрунту; руйнування грудок. Класифікація основних типів ґрунтообробних котків представлена на рис. 1.



Рис. 1. Основні типи ґрунтообробних котків

Гладкі котки деформують ґрунт у двох напрямках (вертикальному та поздовжньому). Оскільки вертикальна складова деформації є пріоритетною для ущільнення ґрунту, необхідно збільшувати діаметр котка, що позначиться на тяговому опорі агрегату. Зменшення діаметра барабана обумовлює збільшення поздовжнього руйнування ґрунту і зменшення вертикальної складової деформації, що призводить до зростання тягового опору катка. Знаряддя використовуються для ущільнення ґрунту перед посівом або після сівби дрібнонасінних культур та прикочування багаторічних сіяних трав і зелених добрив перед оранкою. Під час обробітку поверхні поля малі грудки роздавлюються барабаном котка або вдавлюються в ґрунт, утворюється гладка поверхня, яка погіршує повітрообмін і при збільшенні вологості покривається кіркою. Для подрібнення великих грудок даний тип котків малоефективний. Гладким коткам властиво налипання ґрунту на поверхню барабана, що негативно позначається на якості ущільнення посівного шару і сприяє підвищенню тягового опору знаряддя під час переміщення.

Інший характер впливу на ґрунт, на відміну від гладких котків, мають клиноподібні робочі органи. Клиноподібний коток своїми ребрами трикутного перерізу деформує ґрунт не лише у вертикальному та поздовжньому, але і в поперечному напрямку. Знаряддя призначене для знищення бур'янів та вирівнювання верхнього шару і часткового ущільнення ґрунту на задану глибину. Під час руху агрегату конічні колеса, пасивно обертаючись із ковзанням, подрібнюють грудки ґрунту, вичісують бур'яни і пожнивні рештки, залишаючи за собою вирівняну мульчувальну поверхню поля. До основних недоліків функціонування клиноподібних котків відносяться незначні деформації ґрунтового шару і погана якість ущільнення, не зважаючи на те, що руйнування ґрунту

відбувається у трьох напрямках. У процесі переміщення котка по оброблюваній поверхні утворюються поздовжні гребені висотою 2...3 см, які внаслідок невеликої ширини розсипаються, утворюючи на поверхні розпушений шар ґрунту.

Деформують ґрунт у трьох напрямках також зубчасті та шпорові котки. Кільчасто-зубчасті робочі органи призначені для подрібнення грудок, передпосівного прикочування ґрунту і часткового вирівнювання поверхневого шару (рис. 2). Котки створюють умови для просочування води у поверхневі шари, а зайва кількість вологи випаровуватиметься з поверхні ґрунту, що дає змогу вчасно розпочати сівбу після рясних дощів.

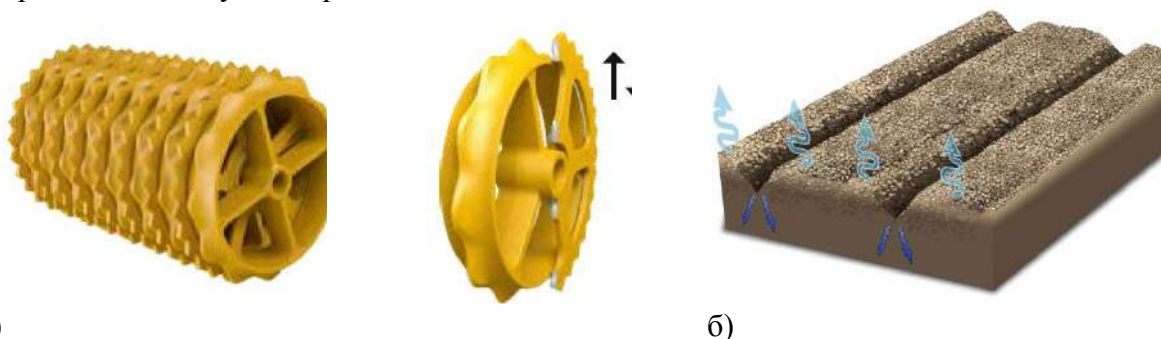


Рис. 2. Кільчасто-зубчастий робочий орган (а) та забезпечення котком водного режиму (б)

Основним недоліком кільчасто-зубчастих, кільчасто-шпорових та зубчасто-шпорових котків (рис. 3) являється висока металоємність конструкції і, як наслідок, значні енерговитрати у процесі виконання передпосівного прикочування, а також недостатнє розпушування верхнього шару (до 4 см) і ущільнення нижнього шару ґрунту (до 9 см).

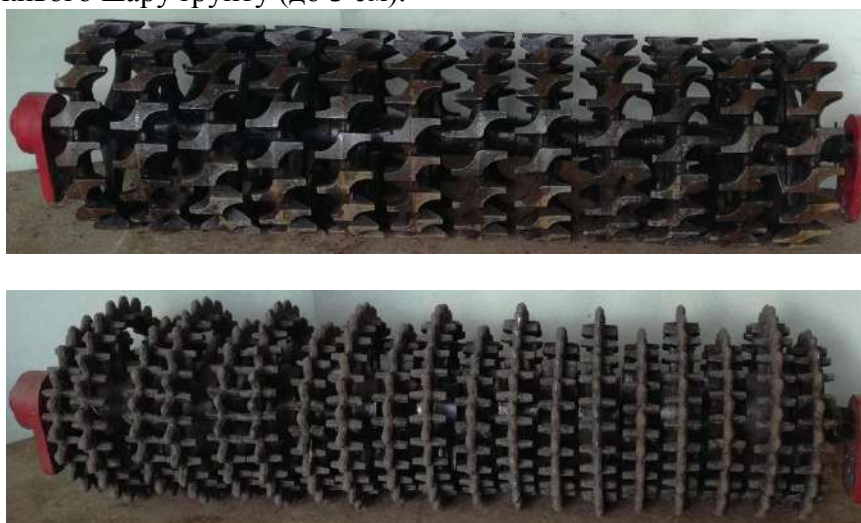


Рис. 3. Загальний вигляд кільчасто-шпорового (а) та зубчасто-шпорового (б) котка

Для покращення якості обробітку ґрунту і зниження енерговитрат технологічного процесу, машинобудівна промисловість виготовляє комплексні ґрунтообробні машини, невід'ємним конструктивним елементом яких є спіралеподібні та пруткові котки. Спіралеподібні котки являються ефективним знаряддям для збереження вологи у ґрунті (весняний обробіток) та створюють більш сприятливі умови для проростання рослин. Однак на гладку гвинтову поверхню можливе налипання вологого ґрунту (рис. 4, а), що погіршує якість вирівнювання оброблюваної поверхні. Конструктивні особливості котка часто обумовлюють поперечний зсув ґрунту у процесі переміщення агрегату. Недоліки роботи пруткових ґрунтообробних котків прослідковуються під час обробітку пластів трав, засмічених полів. Спостерігаються порушення технологічного процесу внаслідок потрапляння всередину барабанів рослинних решток та подрібненої дернини (рис. 4, б), що обумовлює низьку якість вирівнювання поверхневого шару ґрунту.



а)



б)

Рис. 4. Налипання ґрунту на робочі органи (а) та забивання (б) котків

З метою ущільнення ґрунту використовують і дискові котки. Робочі органи дозволяють ущільнювати ґрунт на глибину 22...24 см. Основним недоліком роботи даних знарядь являється значне вертикальне ущільнення котками, що суттєво знижує повітроємність ґрунту та негативно впливає на розвиток рослин.

Проведений огляд конструкційних рішень та особливостей функціонування ґрунтообробних котків показав, що існуючі робочі органи не в повній мірі забезпечують рівномірне ущільнення ґрунту за площею контакту. Рекомендації з використання баласту, різних діаметрів котків являються недостатньо обґрунтованими та подекуди суперечливими. До недоліків конструкцій ґрунтообробних котків можна віднести: недостатню ефективність існуючих способів очищення від налипання ґрунту, що призводить до порушення вимог з підготовки поверхневого шару, особливо на важких ґрунтах; використання лише механічного впливу статичним навантаженням; значну металоємність. Незважаючи на всі напрямки розвитку конструкцій котків, основним залишається питання забезпечення можливості регулювання питомого навантаження робочого органу на ґрунт, що є важливим для сучасних адаптивно-ландшафтних систем землеробства.

Список літератури

1. Ловкис В. Б., Бакач Н. Г., Радько Е. Г., Лисай Н. К. Исследование влияния прикатывающего катка на изменение характеристик почв на глубине. Агропанорама. 2011. № 6. С. 4–6.
2. Смолінський С., Смолінська Л., Марченко В. Ґрунтообробні котки для ефективного землеробства. Agroexpert: практ. посіб. аграрія. 2017. № 6. С. 82–86.

53. В.Л. Куликівський, Поліський національний університет

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ДОГЛЯДУ ЗА ПОСІВАМИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Актуальним питанням при вирощуванні різних сільськогосподарських культур являється догляд за посівами. Після того як площа засіяна, потрібно проводити певний комплекс заходів для підвищення показників врожайності.

Способи догляду за посівами, їх поєднання, терміни та послідовність виконання операцій залежать від біологічних особливостей оброблюваних культур і способів їх посіву, періоду вегетації культурних рослин, а також ґрунтових, кліматичних та погодних умов [1, с. 190].

Догляд за посівами просапних культур при традиційній технології вирощування супроводжується двома чи навіть трьома механізованими міжрядними обробітками. Під час механізованого обробітку міжрядь культурні рослини пошкоджуються робочими органами сільськогосподарських машин [2, с. 84; 3, с. 31]. Для того, щоб уникнути травмування культурних рослин, робочі органи культиваторів розміщують на деякій відстані від рядка. Тому після проходження культиватора по обидва боки рядка рослин залишається необроблена смуга (захисна зона). Ширину захисної зони з кожним наступним обробітком збільшують, в результаті площа необробленого ґрунту також зростає. Розміри захисної зони залежать від виду і сорту оброблюваної культури, ступеня розвитку рослин, глибини розпушування ґрунту, якості сівби (прямолинійності рядка), а також від величини горизонтальних відхилень робочих органів культиватора в перпендикулярному до руху напрямку.

Крім механізованого способу догляду за посівами просапних культур, застосовують і хімічний – обробку гербіцидами. Застосування гербіцидів дозволяє знищити бур'яни на 80 %, але негативною стороною використання хімікатів є зниження врожайності оброблюваної культури до 10 %. Крім того, застосування гербіцидів негативно позначається не лише на екології, а й на здоров'ї працівників. Догляд за посівами виконують і комбінованим способом – поєднуючи механізовані та

хімічні засоби (технології). Поряд з наведеними способами догляду за посівами в багатьох передових країнах світу широко ведуться дослідження різних фізичних методів знищення бур'янів (термічний, електричний). Таким чином, способи догляду за посівами просапних культур можна класифікувати за основними ознаками представленими на рис. 1.



Рис. 1. Класифікація способів догляду за посівами просапних культур

Проаналізувавши засоби механізації догляду за посівами просапних культур, можна зробити висновок, що вони мають однотипне конструктивне виконання. На кожній секції просапного культиватора встановлюють універсальні стрічкові, пружинні або розпушувальні лапи, односторонні плоскорізальні лапи-брівки, плоскі чи сферичні диски, ротаційні борінки та захисні пристосування. Даними робочими органами міжряддя обробляють до захисних зон, але майже 40 % площі міжрядь не обробляють взагалі. У захисних зонах рядків бурхливо розвиваються бур'яни, утворюється ґрунтова кірка, яка спричиняє інтенсивне випаровування вологи із прикореневої зони культурних рослин.

Термічний спосіб дозволяє знищувати не лише бур'яни у активний період життєдіяльності, а й їх насіння (рис. 2). Знищення бур'янів за допомогою вогню та пару більш ефективно і менш небезпечно для навколишнього середовища, ніж традиційні способи догляду за посівами, які передбачають механічний обробіток ґрунту (культивування, боронування). Полум'я пошкоджує бур'яни і майже не впливає на мікробіологічні, фізичні та хімічні характеристики поверхневого шару ґрунту.



Рис. 2. Знищення бур'янів за допомогою полум'я (вогневі культиватори)

Аналіз способів термічної обробки дозволив встановити, що при дії полум'я пальника на бур'яни можливі пошкодження і культурних рослин. Крім того, пальник на рамі агрегату встановлений на певній висоті, а висота бур'янів різна. Таким чином, для максимального знищення бур'янів необхідно до п'яти проходів агрегату по полю, в результаті чого ґрунт у міжряддях переушільнюється, а експлуатаційні витрати на догляд за посівами максимальні. Для знищення бур'янів витрати палива (скрапленого природного газу) складають від 20 до 80 л/га, а продуктивність агрегатів зазвичай не перевищує 2...3 га/год. Тому використовувати даний спосіб

на полях доцільно у тих випадках, коли інші методи боротьби з бур'янами не ефективні або з якихось причин заборонені.

Сутність електричного способу догляду за посівами просапних культур полягає в контактній дії електричного струму на бур'яни (рис. 3). Такий вплив сприяє припиненню життєдіяльності рослинних тканин, а також порушує структуру і цілісність клітинних мембран бур'янів.



Рис. 3. Засоби для боротьби з бур'янами електричним струмом

Практична реалізація даного способу передбачає наявність на агрегаті високовольтного джерела електричної енергії, генератора, блоку управління, пристроїв генерування змінних за частотою проходження імпульсів та електродів, які взаємодіють з бур'янами і ґрунтом. Поруч з безперечними перевагами щодо збереження екології практичне застосування електричного методу для знищення бур'янів обмежене низкою факторів. Застосування електричного способу результативне лише при контакті зонду з рослинами, тобто вони повинні досягти певної висоти для того, щоб метод був дієвим. Для знищення різних бур'янів потрібна різна сила електричного впливу.

У зв'язку зі встановленням електричного обладнання на трактор, якість проведених робіт в значній мірі залежить від ступеня вирівнювання поверхні оброблюваних площ, а також відсутності сторонніх предметів, сміття. При значному засміченні полів бур'янами застосування електричного методу також не представляється можливим, оскільки обладнання не здатне впоратися з великими обсягами, а ненормоване навантаження призведе в результаті до короткого замикання. Важливою залишається проблема забезпечення безпеки працівників при роботі з високовольтним електричним обладнанням. Застосування електричного методу для боротьби з бур'янами на значних територіях не представляється доцільним через низьку рентабельність.

Аналізуючи термічний та електричний способи догляду за посівами просапних культур встановлено, що дані методи недосконалі, а засоби механізації для їх впровадження вимагають модернізації. Практична реалізація цих способів вимагає додаткового обладнання, а також засобів захисту працівників від ураження електричним струмом.

Список літератури

1. Технологія виробництва продукції рослинництва: навч. посіб. / Рожков А. О., Огурцов Е. М., Свиридов А. М. та ін. Харків: Майдан, 2016. 550 с.
2. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль: ТАНГ, ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2005. 228 с.
3. Ветохін В., Амосов В., Голдибан В., Боровик О., Біловод І. Огляд розвитку засобів для орієнтації просапних знарядь вздовж рядків, зокрема у вирощуванні цукрових буряків. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2020. № 26 (40). С. 30–46.

54. О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко, А.В. Солоницький, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ҐРУНТОМ

Створення нових та удосконалення існуючих робочих органів ґрунтообробних машин зумовлює пошук ефективних методів керування процесом їх зношування шляхом визначення підходів цілеспрямованого впливу на цей процес. Робочі органи культиваторів є найбільш поширеними серед ґрунтообробних знарядь, що використовуються у виробництві

сільськогосподарських культур. Враховуючи періодичність їх використання у технологічному процесі, до них пред'являються певні вимоги відносно якості виконання роботи та забезпечення їх довговічності. Дуже важливим при виробництві ґрунтообробних робочих органів є реалізація ефекту самозагострення, принцип якого характеризується вибіркоvim зношуванням елементів і забезпечення збереження загостреної конфігурації ріжучої крайки в процесі роботи.

Сучасні культиватори вітчизняного і зарубіжного виробництва обладнують, в основному, робочими органами у вигляді стрілчастих лап з прямолінійною формою леза. Відомі дослідження вказують на те, що такі робочі органи не завжди забезпечують виконання процесу з дотриманням вимог агротехніки, мають високу енергоємність та обмежений ресурс роботи. Це пояснюється змінним характером середовища обробки з точки зору фізико-механічних властивостей, недосконалістю конструкції самих робочих органів, високою абразивністю ґрунту. Відомі наукові дослідження в напрямку підвищення ефективності та довговічності робочих органів культиваторів вказують на доцільність використання локального зміцнення леза із змінною геометричною формою по його довжині. Такі підходи дозволяють, з одного боку, підвищувати задані показники якості виконання технологічного процесу, а з іншого – керувати процесом зношування, що зумовлює підвищення довговічності робочих органів культиваторів. Діючі вимоги до робочих органів культиваторів за довговічністю, при розгляданні їх як елементів трибосистеми, спонукають до більш глибокого вивчення процесів і явищ, що виникають при контактній взаємодії та терті робочих поверхонь з ґрунтом.

Аналіз теоретичних і експериментальних досліджень зношування ґрунтообробних робочих органів, в тому числі і культиваторних лап, вказує на те, що їх направленість стосується отримання максимально можливого ресурсу при забезпеченні заданого рівня агротехнічних вимог та зменшення енергоємності процесу [1]. Значна увага приділяється можливості управління характером зношування з метою формування змінної геометрії робочої частини, яка б задовольняла якісні показники роботи при заданій довговічності.

Відомі наукові дослідження в напрямку підвищення ефективності культиваторів вказують на перспективність робочих органів, що мають форму робочої поверхні відмінну від традиційної, яка виконується у вигляді симетричних прямолінійних лез встановлених під певним кутом до напрямку руху, та зміцнених твердосплавними матеріалами [2-4].

З точки зору підвищення довговічності значний науковий і практичний інтерес представляють зубчасті робочі поверхні, які формують при виготовленні робочих органів або в процесі експлуатації.

На сьогодні перший підхід широко використовується провідними зарубіжними фірмами, що виробляють ґрунтообробні знаряддя. Перевагою другого способу отримання зубчастої форми леза є більш проста технологія виробництва та можливість керування спрацюванням робочих органів для забезпечення заданої довговічності та дотримання технологічних показників робочого процесу.

Метою роботи було дослідження процесу зношування монометалевих стрілчастих лап культиваторів з криволінійною формою леза та локально зміцнених по їх довжині при взаємодії із ґрунтовим середовищем за напрацюванням та порівняння їх із серійними робочими органами.

Для реалізації мети було досліджено комплект монометалевих стрілчастих лап згідно [5,6] та таких, що мають локальне зміцнення по довжині леза [7].

Випробування дослідних лап проводили у порівнянні із серійними монометалевими стрілчастими лапами вітчизняного виробництва шириною захвату 0,330 м та лапами фірми «Case», що мають криволінійне зубчасте лезо із нижнім локальним зміцненням [8].

Монометалеві лапи виготовлені із сталі 65Г і мають нижню заточку. Зміцнені лапи виконані з верхньою заточкою лез та нижнім локальним зміцненням, що зумовлює їх самозагострення при спрацюванні за класичною схемою. Зношування лап контролювали за лінійним зносом та ваговим методом.

Для проведення дослідження впливу форми леза на зношування робочих поверхонь лапи за напрацюванням у виробничих умовах був прийнятий комплект експериментальних культиваторних лап з криволінійною формою леза згідно [6], які встановлювалися на культиватор КПС-4, що агрегувався з трактором МТЗ-80.

Знос досліджуваної лапи культиватора визначали методом контрольних точок. На кожній контрольній точці визначалися наступні показники: - відстань від контрольної точки до крайки

леза; - середнє значення і середньоквадратичне відхилення відстані від контрольної точки до крайки лека; коефіцієнт варіації та середнє значення зносу лапи при напрацюванні 20 га на одну лапу.

Аналіз отриманих результатів досліджень показав, що використання культиваторних лап з криволінійним лезом забезпечує зменшення спрацювання крил в середньому на 2 мм і носка лапи на 4,1 мм в порівнянні із серійною стрілкою прямолінійною лапою.

Характер зносу лапи в контрольних точках показав, що форма лека лапи суттєво впливає на величину зносу за напрацюванням. Так експериментальні лапи з криволінійною формою лека на відміну від серійних прямолінійних забезпечують більш рівномірне зношування по всій поверхні лапи за рахунок раціональної форми.

Другим етапом досліджень було визначення зношування культиваторних лап з локально зміцненою поверхнею лека [7] по довжині при взаємодії із ґрунтовим середовищем за напрацюванням та порівняння їх із серійними робочими органами фірми «Case» ваговим методом. Так встановлено, що зношування культиваторних лап з локально зміцненою поверхнею лека ваговим методом вказує на те, що експериментальні культиваторні лапи мають менший питомий знос у порівнянні з серійними лапами фірми «Case» в середньому на 0,5 грам/га на одну лапу.

За результатами польових випробувань експериментальних культиваторних лап можна зробити наступні висновки:

1. Експериментально доведено, що форма лека лапи суттєво впливає на процес зношування за напрацюванням. Більш рівномірне зношування притаманне експериментальним лапам з криволінійною формою лека.

2. Використання культиваторних лап з криволінійним лезом забезпечує зменшення спрацювання крил, в середньому, на 2 мм; носка лапи – на 4,1 мм в порівнянні із серійною стрілкою прямолінійною лапою.

3. Експериментальні стрілкові лапи з криволінійною формою лека з нижнім локальним зміцненням мають менше спрацювання у порівнянні з серійними лапами фірми «Case» з криволінійним зубчастим лезом із нижнім локальним зміцненням в середньому на 0,5 грама/га на одну лапу.

Література

1. Козаченко О.В. Забезпечення ефективності робочих органів культиваторів: монографія / О.В.Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко. – Харків: ПромАрт, 2021. 238 с.
2. Демидко М.О. Вплив ступеня спрацювання лез культиваторних лап на якісні показники їх роботи / М.О. Демидко, С.І. Бондарев // Науковий вісник НАУ. – К.:НАУ, 2004. – Вип. 73, ч.2. – С. 60-64.
3. Бойко А.И. Упрочнение лезвий как метод управления их геометрической формой при изнашивании / А.И. Бойко, А.В. Балабуха // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства – Харків: ХДТУСГ, 2000.– Вип. 4. С. 49-56.
4. Гаврильченко А.С. Особенности износа культиваторных лап с криволинейным лезвием / А.С. Гаврильченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2006. – Вип. 44. – Т.2. С. 34-38.
5. Козаченко О.В. Теоретичне обґрунтування параметрів культиваторної лапи / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, О.В. Блезнюк // Motorization and power industry in agriculture. – Lublin, Poland, 2010. – Motrol. Tom 12В. С. 130-134.
6. Пат. 77000 Україна, МПК А01В 35/20. Робочий орган культиватора / Козаченко О.В., Шкрегаль О.М.Вотченко О.С., Зиков В.В., Блезнюк О.В., Ситніков М.Л.; заявник та власник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – № u201208102; заявл. 02.07.12; опубл. 25.01.13, Бюл. № 2.
7. Пат. 39713 Україна, МПК А01В 35/00. Робочий орган культиватора / Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В.; заявник та власник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – № u200811612; заявл. 29.09.08; опубл.10.03.09, Бюл. № 5.
8. Козаченко О. В. Польові випробування удосконалених культиваторних лап.// Козаченко О. В., Шкрегаль О. М., Каденко В. С., Блезнюк О. В. // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2019. № 15. С. 31-39.

55. С.О. Крупич, н.с., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», О.М. Крупич, к.т.н., доцент, Я.В. Семен, к.т.н., доцент, С.І. Левко, Львівський національний аграрний університет

ОБГРУНТУВАННЯ АГРОТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ЩОДО РОЗМІРІВ КВАРТАЛІВ ПРОМИСЛОВИХ НАСАДЖЕНЬ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА

Тільки 7 % земної поверхні сприятливі для вирощування горіхоплідних насаджень. Україна має значні природні переваги порівняно з державами сусідами для високоефективного вирощування волоського горіха, на її території 424 тис. га вільних земель придатні для вирощування цієї культури. Водночас рівень внутрішнього виробництва не досягає третини фізіологічних потреб людини, зокрема середнє річне споживання людиною горіхів становить в Україні 1,2 кг, а у розвинутих державах світу – 6–8 кг. Основною причиною такого стану є недостатній розвиток промислового вирощування та переробки горіхів за низького рівня механізації технологічних процесів, особливо збирання [1, 2].

Технологічний процес вирощування горіхів включає: вибір сорту, місця і схеми посадки, підготовку ґрунту і внесення добрив, посадку, догляд за насадженнями, збір урожаю його зберігання та переробку [3].

Особливе значення в технологічному процесі промислового вирощування набуває визначення місця закладки саду та формування оптимальних розмірів кварталів з умовою ефективного виконання технологічних операцій напівмеханізованим та механізованим способами.

Схема посадки має забезпечувати освітленість крони дерев та достатню площу живлення.

Промислові насадження волоського горіха доцільно формувати кварталами площею до 10 га з утворенням вільних міжквартальних провітрюваних смуг. У зв'язку з інтенсифікацією садівництва пропонуються загущені посадки, однак в разі закладки горіхових садів і визначення схеми посадки необхідно враховувати, що дерева волоського горіха довговічні і стабільно плодоносять понад 100 років, а діаметр крони може перевищувати 20 м. Деревця швидко ростуть, особливо в перші роки, освоюючи площу саду. Тому, для промислових садів рекомендуються такі схеми посадки: сильнорослі дерева – 17×15 , 14×12 , 13×11 , 12×12 , 10×10 м ($b_{\text{між}} \times a$, де $b_{\text{між}}$ – ширина міжряддя, м; a – віддаль між деревами в ряду, м); середньорослі – 10×8 , 10×7 , 10×6 , 9×7 м і слаборослі – 8×6 , 8×5 , 7×6 , 7×5 м. Якщо площа живлення одного дерева $100 - 255 \text{ м}^2$ на 1 га висаджується 40 – 100 дерев, $60 - 80 \text{ м}^2$ – 125 – 170 дерев, $35 - 48 \text{ м}^2$ – 200 – 300 дерев [3, 4].

З метою ефективного використання площі, багаторічні насадження волоського горіха доцільно формувати за схемами посадки 8×8 , 8×10 та 10×10 метрів, відповідно для слаборослих, середньорослих та сильнорослих дерев, а загущеність насаджень регулювати обрізкою.

Посадки волоського горіха доцільно розбивати на квартали довжина яких коливається в межах від 200 до 500 м, а ширина від 50 до 250 м. Розміри кварталу можуть становити 200×50 м ($L_{\text{ркв}} \times B_{\text{кв}}$, де $L_{\text{ркв}}$ – довжина кварталу; $B_{\text{кв}}$ – ширина кварталу), при цьому площа кварталу рівна одному гектару, за розмірів 500×200 м – 10 гектарів. Більше десяти гектарів робити площу кварталу недоцільно, бо зростає периметр ділянки, а отже довжина міжквартальної дороги та затрати часу на маневрування основних чи допоміжних, в тому числі транспортних агрегатів. Тобто за довжини кварталу 400 м його ширина має бути 250 м.

У реальних умовах виробництва довжина і ширина кварталу будуть також залежати від схеми посадки. Тобто довжина кварталу має бути кратна відстані між деревами і становити

$$L_{\text{ркв}} = n_{\text{дер}} a, \quad (1)$$

де $n_{\text{дер}}$ – кількість дерев в ряду, м;

а ширина кварталу

$$B_{\text{кв}} = n_{\text{ряд}} b_{\text{між}}, \quad (2)$$

де $n_{\text{ряд}}$ – кількість рядів на кварталі.

За даних формул передбачена віддаль до міжквартальних доріг від крайнього дерева в ряду – $a/2$, а від крайнього ряду – $b_{\text{між}}/2$.

Тобто, під час розбивки реальної площі поля передбачають міжквартальні дороги поперек рядів з обох боків кварталу, ширина яких має бути не менша 8 – 10 м для забезпечення поворотів агрегатів під час виконання технологічних операцій. Агрегати підбираються таким чином, щоб вони могли здійснювати повороти в кінці кварталу на міжквартальній дорозі 8 – 10 м, це як правило мають бути націпні, в крайньому випадку напівпричіпні агрегати.

Міжквартальні дороги вздовж рядів доцільно виконувати шириною 4 – 5 м для проїзду агрегатів під час маневрування.

Враховуючи розміри поля, довжину $L_{пол}$ та ширину $B_{пол}$, розраховують кількість дерев в ряду

$$n_{дер} = (L_{пол} - n_{он} b_{он}) / a, \quad (3)$$

де $n_{он}$ – кількість поперечних доріг, приймається одна з одного боку, або дві, якщо з обох;
 $b_{он}$ – ширина міжквартальної поперечної дороги, м,
та кількість рядів

$$n_{ряд} = (B_{пол} - n_{ов} b_{ов}) / a, \quad (4)$$

де $n_{ов}$ – кількість поздовжніх доріг, приймається одна з одного боку, або дві, якщо з обох;
 $b_{ов}$ – ширина міжквартальної поздовжньої дороги, м.

Остаточні значення кількості дерев в ряду $n_{дер}$ і кількості рядів на кварталі $n_{ряд}$ отримуємо заокругленням розрахункових до цілого меншого числа.

Реальні розміри кварталу $L_{ркв}$ та $B_{кв}$ без врахування ширини міжквартальних доріг визначаються за формула (1) та (2) за знайдених значень $n_{дер}$ і $n_{ряд}$.

Уточнені розміри кварталу використовуються для закладки саду та розрахунку продуктивності виконання технологічних операцій для реальних виробничих умов.

Список літератури

1. Лановенко В. М. Золотий горішок: як вигідно інвестувати у волоський горіх URL: <http://agravery.com/uk/posts/show/zolotij-gorisok-ak-vigidno-investuvati-u-voloskij-gorih> (дата звернення 25.03.2021).
2. Сатіна Г. М. Грецький горіх в Україні: економічний огляд і перспективи. Київ: видавничий центр НАУ. 2006. 22 с.
3. Стрела Т. Е. Орех грецкий / отв. ред. К. М. Сытник. Киев: Наукова думка, 1990. 192 с.
4. Малиновський Б. Принципи посадки саду волоських горіхів. Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу. URL: <http://propozitsiya.com/ua/principy-posadki-orehovogo-sada> (дата звернення 25.03.2021).

56. П.С. Попик, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Виходячи з функціонального призначення, гільзи циліндрів є найбільш відповідальною деталлю циліндро-поршневої групи (ЦПГ) двигунів внутрішнього згоряння. Сполучення "гільза-поршневе кільце" працює у важких умовах. Максимальна питомий тиск верхнього компресійного кільця на поверхню гільзи може досягати 8-9 МПа, максимальна температура цього сполучення - 230...240° С, а середня швидкість поршня, наприклад для двигунів сімейства СМД, дорівнює 7...8 м/с, на частку сполучення припадає 45% втрат двигуна на подолання сил тертя [1].

Встановлено, що основним дефектом гільз циліндрів, які відпрацювали міжремонтний ресурс, є знос внутрішньої поверхні, який є наслідком комплексного впливу на стінки гільзи численних фізичних і хімічних швидкоплинних процесів. За характером прояву розрізняють ерозійний, корозійний і абразивний знос. Корозійний знос пов'язаний з руйнуванням поверхневого шару металу, що викликається хімічними та електрохімічними процесами. Хімічна корозія є наслідком впливу на стінку гільзи сухих газів (сірчистого, кисню і його з'єднань). Електрохімічна корозія пов'язана з впливом на стінку гільзи електролітів сірчаної, вугільної та інших кислот, які утворюються при зниженому тепловому стані двигуна в результаті послідовного контактування з конденсатом води і киснем сірчистого ангідриду і вуглекислого газу, що є складовою частиною продуктів згоряння палива. Корозійний знос інтенсифікується при появі на деталях ЦПГ конденсату водяної пари, з наступним потрапляння води в картер і розрідженням оливи, яке спостерігається при холодному пуску двигуна і триває до нормалізації робочого процесу і прогріву двигуна, попаданням солей, що призводять до інтенсифікації зносу на 15...25%. При великих перервах у роботі двигуна також спостерігається пряме іржавіння деталей ЦПГ. За результатами досліджень, наявність 2-3% води в оливі збільшує знос гільз і кілець в кілька разів.

Абразивний знос пов'язаний з попаданням з повітрям пилу через повітряний фільтр і становить 35...78% від загального зносу в залежності від погодних умов, району експлуатації, стану доріг і виду ґрунту, складу палива і мастильних матеріалів, що викликає утворення нагару, наявністю в оливі продуктів зносу як наслідок ерозії і корозії стінок гільзи.

Ерозійний знос спостерігається при безпосередньому контакті кілець зі стінкою гільзи, і проявляється в утворенні металевих зв'язків між ними. Тут важливим фактором є тиск верхнього

компресійного кільця, як сприймає основне навантаження від потоку гарячих газів притискаючих його до стінки гільзи і швидкість його ковзання. Цей вид зносу пов'язаний з відсутністю мастила між поверхнями, що труться, особливо в ВМТ, внаслідок видавлювання її кільцями, і стимулюється потоком гарячих газів. При швидкостях близьких до нуля спостерігаються місцеві миттєві розриви масляного шару і напівсухе тертя [2].

Також слід зазначити взаємний вплив видів зносу один на одного [3]. Встановити який з видів зношування є основним неможливо, так як вони протікають одночасно, а не окремо і отримують більший чи менший розвиток в залежності від умов експлуатації двигуна.

Всі перераховані вище явища викликають появу рисок на поверхні гільз. Глибина окремих рисок може досягати 0,8...1,3 мм, що в подальшому викликає задири поршневих кілець і поршнів. Також слід зазначити зворотнє - поява тріщин і відколів хрому на поршневих кільцях викликає згодом задири на поверхні гільз. З практики відомо, що нанесення пористого хромового покриття на верхнє компресійне кільце товщиною до 200 мкм в 1,5 рази збільшує зносостійкість гільзи і в 2...3 рази кільця. З вищесказаного випливає, що для підвищення ресурсу ЦПГ слід розглядати пару тертя «гільза-поршневе кільце» в цілому, а не її елементи окремо.

Дослідження показали, що в гільзах в процесі експлуатації спостерігається підвищення мікротвердості робочої поверхні на 10...15% у порівнянні з вихідною, і подальше її зменшення відбувається внаслідок виникнення знакозмінних навантажень при русі поршневих кілець, що відбувається в період припрацювання, а також наявність розтягуючих залишкових напружень, що змінюють свій знак на стискаючі до кінця періоду припрацювання, викликане накопиченням пластичних деформацій в поверхневому шарі.

Підвищений знос деталей спостерігається під час запуску і прогріву двигуна на холостому ходу, і становить 26...30% влітку і 45...65% взимку, при цьому 80% зносу доводиться на період з початку пуску до встановлення частоти обертання колінчастого валу, відповідного холостому ходу. Наприклад, сто холодних запусків двигуна Д-240 з подальшим прогріванням по зношуванню відповідають 800...1000 годинам звичайної його роботи. При настанні граничних зносів деталей ЦПГ спостерігається збільшення прориву газів в картер, підвищена витрата оливи на чад, зростання токсичності відпрацьованих газів, зниження потужності двигуна на 5%, збільшення на 4...5% питомої витрати палива.

Знос пари тертя «гільза-поршневе кільце» проявляється в складному різноманітті форм і залежить від великої кількості одночасно діючих факторів, тому гільзи циліндрів повинні мати велику механічну міцність, підвищену жорсткість, а їх контактна поверхня добре протистояти різним видам зношування.

Найбільший знос спостерігається на відстані 22...25 мм від верхнього краю в зоні зупинки кільця у верхній мертвій точці і коливається в широких межах від 0,005 до 0,5 мм. Гільзи циліндрів двигуна СМД-14, Д-65, КамАЗ-740, СМД-60, що відпрацьовали міжремонтний ресурс, мають середній знос внутрішньої поверхні 0,14...0,22 мм, максимальний знос не перевищує 0,33...0,51 мм. При цьому 4...7% гільз підлягають вибракуванню через тріщини і сколи; 83...86 % гільз потребують відновлення до номінального або ремонтного розміру [4]. Вибракуванню підлягають гільзи з зносом внутрішньої робочої поверхні більше 0,4 мм (для двигунів типу ЯМЗ - 0,35 мм). Овальність і конусність внутрішньої поверхні не повинні перевищувати 0,02 мм, шорсткість повинна бути не більше $Ra = 0,32...0,16$ мкм.

У зв'язку з цим, розробка методів відновлення гільз циліндрів в номінальний розмір, що відповідають вимогам стандартів, є актуальним завданням ремонтного виробництва.

Список літератури.

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учеб. пособие для вузов / В.И. Черноиванов и др. // под ред. В.И. Черноиванова. -М.: 2003. - 992 с.
3. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений / [А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др.]. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 432 с.
4. Технология ремонта машин и оборудования. Ред. И.С. Левитский. - М.: Колос, 1975. - 431 с.

57. П.С. Попик, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України
АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Проблемі відновлення зношених внутрішніх поверхонь гільз циліндрів автотракторних двигунів, як однієї з найактуальніших в даний час, присвячена величезна кількість досліджень. Розроблено і впроваджено у виробництво нові способи відновлення і зміцнення, що засновані на передових технологіях ремонтного виробництва, які за своєю технологією поділяються на розточування під ремонтний розмір та відновлення до номінального розміру [1].

За даними досліджень, знос різних груп деталей тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин знаходиться в межах 0,01-10 мм. При цьому близько 83% деталей мають знос до 0,6 мм. Знос поверхонь деталей розподіляється приблизно таким чином: циліндричних - 52%; конічних і сферичних - 3%; шліців - 3%; пазів, канавок, лисок - 5%; різьб - 10%; плоских поверхонь - 1%; зубів шестерень - 2%; профільних, фасонних поверхонь - 1%; тріщин і зламів - 9%; порушення геометричної форми - 13%. При цьому 60% дефектів, що найбільш часто зустрічаються, знос циліндричної поверхні, становить знос внутрішньої циліндричної поверхні.

Окремий інтерес представляють способи відновлення в номінальний розмір, які дозволяють багаторазово відновлювати внутрішню поверхню гільз циліндрів двигунів, включаючи ті, що вийшли за ремонтний розмір, та виключають необхідність у виробництві поршнів та поршневих кілець.

Всі способи відновлення гільз в номінальний розмір можна розділити на три категорії: механічні, електричні, електрохімічні. До механічних способів відноситься постановка додаткової ремонтної деталі (ДРД) у вигляді згорнутої сталеві стрічки. До електричних відносяться такі способи: індукційне відцентрове наплавлення, контактна приварка сталеві стрічки, термопластичне деформування гільз, електродугова металізація. До електрохімічним способам слід віднести способи, засновані на застосуванні електролітичного осадження металів: хромування і залізнення [2].

У літературі представлений ряд досліджень, спрямованих на підвищення ресурсу гільз. Способи поверхневого пластичного деформування з одночасною подачею мастила в зону обкатки, вібраційного накочування із застосуванням кульки або алмазного наконечника, електроіскрового легування графітовим електродом з подальшою поверхневопластичною деформацією ельборовим інструментом, електрохімічного хонінгування, електромеханічного зміцнення, спрямовані на зміцнення внутрішньої поверхні гільз після розточування до ремонтного розміру, способи фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) і низькотемпературного сульфохромування, спрямовані на скорочення періоду припрацювання, проблеми відновлення в номінальний розмір не вирішують [3,4].

Великі можливості підвищення ресурсу відновлених деталей при модернізації сільськогосподарської техніки відкривають технології нанесення зміцнюючих покриттів.



Рис. 1. Способи відновлення деталей електроосадженням.

На практиці найбільше застосування для відновлення розмірів та підвищення фізико-механічних властивостей гільз циліндрів двигунів знайшли залізнення і хромування. Процеси нікелювання, міднення та цинкування через свої властивості не можуть застосовуватися для відновлення гільз циліндрів і складають всього 7% від загальної кількості гальванічних процесів [5].

Поряд з недоліками, відновлення деталей електролітичним осадженням заліза дозволяє підвищити зносостійкість і твердість шляхом введення легуючих добавок, і осадженням декількох шарів з різними фізико-механічними властивостями.

Список літератури.

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учеб. пособие для вузов / В.И. Черноиванов и др. // под ред. В.И. Черноиванова. -М.: 2003. - 992 с.
3. Организация и технология технического сервиса машин / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попков, В.Ф. Карпенков. - М.: Колос, 2007. - 277 с
4. Технология ремонта машин и оборудования. Ред. И.С. Левитский. - М.: Колос, 1975. - 431 с.
5. Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин: - учеб. пособие / Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро, И.П. Филонов. - Мн.: УП «Технопринт», 2000. - 268с.

58. А.О. Абрамчук, В.Б. Ловкис, к.т.н., доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ С НАПРАВЛЕННЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ

С учетом резкого удорожания и дефицита высококалорийных энергоносителей на основе нефти возникла необходимость создания энергетических установок, работающих на генераторном газе, полученном из различных видов твердых топлив, стоимость которых в настоящее время примерно в 9-10 раз ниже стоимости нефтепродуктов.

Установки, работающие на генераторном газе, могут использоваться при отоплении производственных цехов, помещений с повышенным отопительным объемом и высоким расположением потолков, бытовых помещений и специальных сооружений (склады, мастерские), расположенные вдали от систем централизованного отопления.

Система водяного отопления при больших объемах производственных помещений не позволяет поддерживать в них требуемые параметры микроклимата. Кроме этого в процессе эксплуатации при неустойчивой работе источника теплоты система часто выходит из строя в зимнее время, что требует больших дополнительных затрат. Эти недостатки отсутствуют в системе воздушного отопления. Предлагается подогревать воздух за счет сжигания газогенераторного газа, получаемого из местного твердого топлива (торф, отходы древесины).

Характерной особенностью газогенераторов является то, что получаемый газ без охлаждения и очистки сжигается в жаровой трубе и затем дымовые газы с высокой температурой поступают в теплообменник для воздуха. Изменение конструкции камеры газификации и теплообменника даст возможность с большим КПД использовать топливо с повышенной исходной влажностью, снизить его расход. Двухстадийное сжигание топлива в газогенераторных установках обеспечивает до 90% по сравнению с прямым сжиганием в топках с неподвижной решёткой, работающих на естественной тяге, вследствие уменьшения потерь тепла.

Система газогенераторная отопительная предназначена для получения горючих газов из твердых топлив (угля, торфа, древесных опилок, щепы и т.д.), используемых для отопления бытовых, жилых, производственных помещений, сооружений закрытого грунта, подогрева воды и воздуха. Состоит из газогенератора с жаровой трубой, бункера и каркаса с опорами и лестницей.

Основной характеристикой теплообменных аппаратов является теплопередающая поверхность, или поверхность теплообмена. От её величины зависят геометрические размеры теплообменников, стоимость их изготовления, монтажа и эксплуатации.

Расчёт поверхности теплообмена проведен для следующих основных стадий:

– определение тепловой нагрузки аппарата, средней движущей силы и средних температур теплоносителя;

- определение расхода вещества из теплового баланса;
- определение ориентировочной площади поверхности теплообмена, а также выбор размера теплообменных труб.

Технические характеристики: тепловая мощность – 50-100 кВт; расход топлива – 20-50 кг/ч; масса установки – 850 кг; температура газа в жаровой трубе – 750-900 °С; разрежение в дымовой трубе – 5 мм. вод. столба; количество обслуживающего персонала – 1 чел.

Топливо получается в процессе деревообработки. Загрузка топлива в бункер осуществляется через загрузочный люк. Для розжига могут быть использованы щепа, дрова и др. сухие горючие материалы. Сжигание газа осуществляется в жаровой трубе, куда через клапан подается вторичный воздух. Далее газ, нагретый до 700-950 °С поступает в теплообменник, где происходит его догорание. Отдав тепло, газ через дымовую трубу выбрасывается в атмосферу. По мере сгорания топливо опускается вниз через определенный промежуток времени производится загрузка следующей порции топлива.

Производительность газогенератора регулируется изменением количества подаваемого первичного и вторичного воздуха, тяги и за счет изменения высоты слоя топлива на колосниковой решетке путем подъема опускания ее.

На основе расчета системы газогенераторной отопительной получены основные параметры газогенератора. Результаты расчета приведены в таблице.

Таблица – Результаты расчета системы газогенераторной отопительной

/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
	Объем бункера	м ³	0,6
	Площадь колосниковой решётки	м ²	0,3
	- длина	мм	600
	- ширина	мм	500
	Размеры камеры газификации		
	- высота	мм	900
	- ширина	мм	500
	Величина зазора между рассекателем и стенкой камеры	мм	150
	Размеры рассекателя топлива		
	- высота	мм	500
	- ширина	мм	500
	Диаметр жаровой трубы	мм	200
	Влажность твёрдого топлива, не более	%	38
	Размер частиц топлива	мм	1-50

Проведено обоснование необходимой мощности газогенераторной системы в зависимости от температуры наружного воздуха и температуры внутри помещения.

В зависимости от строительной конструкции и теплопоступлений в помещение определены оптимальные параметры установки. Проведённые предварительные испытания отопительной системы подтверждают вывод перспективы создания подобных систем.

Список использованной литературы

- 1 Доброго К.В., Жданок С.А// Физика фильтрационного горения газов. Мн.: Ин-т тепло – и массообмена им А.В Лыкова НАНБ, 2002-[203 с].
- 2 Журавский Г.И., Мартынов О.Г., Ноготов Е.Ф., Бабенко В.А., Чорный А.Д., Лущиков В.В., Романовский А.В. Тепло- и массообмен в химико- технологических устройствах с высокопристыми ячеистыми материалами. Тез. Докл. и сообщ. / 5Минский международный форум по тепло- и массообмену, 24-28 мая 2004 г., т.2 [424 с]. Минск, Ин-т тепло- и массообмена им А.В.Лыкова НАН Беларуси, 2004 г.
- 3 Ловкис В.Б., О.Д. Тозик// Разработка комбинированного теплообменника для отопления крупногабаритных производственных помещений. Збірник тез/ 6 Всеукраїнської науково-практичної

конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» 9-10 квітня 2020 року м. Житомир. [96-98с].

59. *Д.Ф. Кольга, С.А. Костюкевич, Ф.И. Назаров, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЬ ПОТОКА ВО ВРЕМЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА.

Введение

Производства продукции животноводства на промышленной основе выдвинуло на первый план проблему утилизации отходов крупных животноводческих комплексов и связанные с ней вопросы охраны окружающей среды от загрязнений. Как, правило, на крупных животноводческих комплексах по производству говядины используется гидравлическая система удаления навоза периодического действия. За время хранения навоз расслаивается. В верхней части плавают частицы корма в середине жидкая часть и на дне твердая. При открытии шибера жидкая фракция быстро сплавляется, а твердая остается, для ее удаления используют воду под большим давлением. Это приводит к увеличению навозохранилища, к нерациональным транспортным затратам по вывозке стоков, а также к заиливанию почвы и загрязнению окружающей среды. Для удаления навоза без добавления воды используют гомогенизаторы, которые позволяют получить однородную массу перед открытием шибера (рисунок 1) [1].

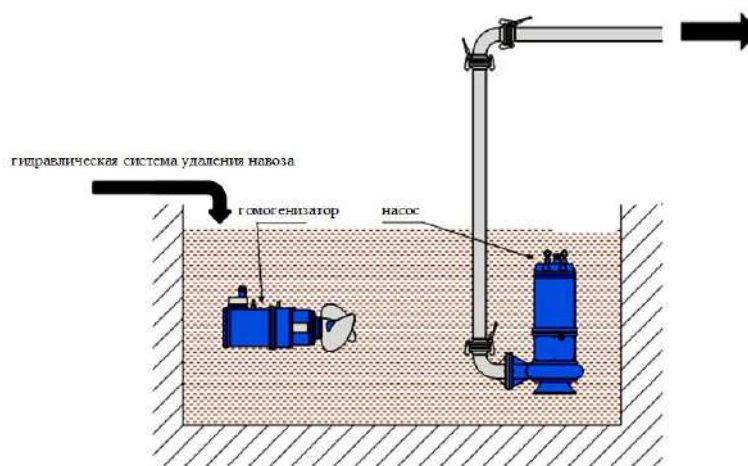
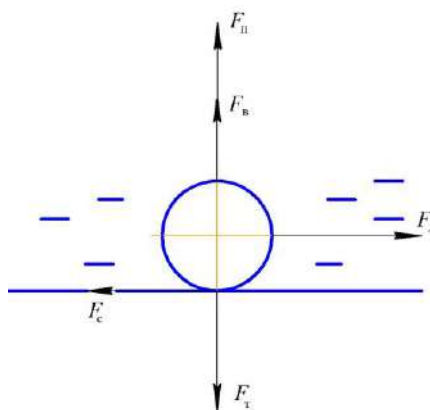


Рис. 1 – Технологическая схема утилизации навоза с использованием погружных насоса и гомогенизатора

Основная часть

В расслоившемся жидком навозе твердые частицы преимущественно находятся на дне резервуара (рисунок 2). На частицы действуют сила тяжести F_T , выталкивающая сила F_B , подъемная сила $F_{П}$, возникающая в результате воздействия потока на частицу, сила сцепления F_C , движущая сила потока F_D .



F_T – сила тяжести, F_B - выталкивающая сила, $F_{П}$ –подъемная сила, F_C - сила сцепления, F_D - движущая сила потока.

Рис. 2 – Силы, действующие на частицу при ламинарном потоке

В резервуаре во время перемешивания жидкая фаза навоза должна течь с такой скоростью u , чтобы частицы перемещались не только в горизонтальном направлении, но и вертикальном. Для определения необходимой скорости потока при перемешивании рассмотрим, какие силы действуют на частицу, когда она находится на дне резервуара, и имеет, для определенности, форму шара диаметр d_0 и массу m .

$$F_{\Pi} + F_B - F_T = 0; \quad (1)$$

$$F_d - F_c - F_{\text{тр}} = 0. \quad (2)$$

Выталкивающая силу можно определить по формуле

$$F_B = gV_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}} \quad (3)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 ,

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, кг/м^3 ,

$V_{\text{ч}}$ – объем частицы, м^3 ,

$$V_{\text{ч}} = \frac{\pi d_0^3}{6}. \quad (4)$$

По формуле (1) с учетом формулы (3) и (4) определим условие движения частицы в вертикальной плоскости

$$F_{\Pi} \geq gm - gV_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}} = g(m - V_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}}). \quad (5)$$

По формуле (2) с учетом формулы (3–5) определим условие переноса частиц в горизонтальном направлении

$$F_d \geq F_c + k_d(g(m - V_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}}) - F_{\Pi}), \quad (6)$$

где k_d – коэффициент трения между частицей и дном.

Вследствие условий (5) и (6) при некоторых естественных допущениях, используя формулы Бернулли и Ньютона, получаем формулу для скорости потока $u_{\text{к.в.}}$, при котором частица будет перемещается в вертикальной плоскости [2]

$$u_{\text{к.в.}} = 2\sqrt{\frac{gd_0}{3}} \left(\frac{\rho_{\text{ч}}}{\rho_{\text{ж}}} - 1 \right), \quad (7)$$

где ρ – плотность частицы, кг/м^3 .

Скорости потока, при которой частица будет перенесена в горизонтальном направлении:

$$u_{\text{к.г.}} \geq 2\sqrt{\frac{gd_0k_d(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}}) - 12\tau_0}{3\rho_{\text{ж}}(\zeta + 2k_d)}}, \quad (8)$$

где τ_0 – тангенциальное напряжение сдвига, $\text{кг/м} \cdot \text{с}^2$,

ζ – коэффициент сопротивления.

Сравнив формулы (7) и (8) получаем, что скорость потока, при котором частица будет перемещаться в вертикальной плоскости, больше скорости потока, при котором частица будет перемещаться в горизонтальном направлении. Следовательно, для перемещения твердых частиц во всем объеме резервуара должно соблюдаться условие $u > u_{\text{к.в.}}$.

Заключение

Получены формулы, позволяющие определить величину скорости потока жидкой фракции навоза, при которой происходит перемещения твердых частиц навоза во всем объеме резервуара.

Список использованных источников

1. Кольга Д.Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения/ Д.Ф.Кольга, А.С.Васько. – Минск: БГАТУ. – 128с.

60. Ф.Д. Сапожников, Н.П. Жук, Ф.И. Назаров, Н.В. Булак, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С СИСТЕМАМИ НА ГИДРОФТОРОЛЕФИНАХ

Введение

В настоящее время для заправки молокоохладительных установок стремятся применять экологически безопасные хладагенты-гидрофторолефины (ГФО). Наиболее часто используемые на

сегодняшний день в качестве хладагентов олефины R1234yf и R1234ze(E). В рамках этой статьи освещены технические и эксплуатационные особенности работы с системами на ГФО [1, 2, 3].

Основная часть

Обнаружение утечек – важнейшая задача при обслуживании систем не только на традиционных хладагентах, но и систем на ГФО. Наиболее рекомендованными методами являются: 1) контроль системы под избыточным давлением азота – опрессовка; 2) применение пенных веществ; 3) использование ультрафиолетовой (УФ) присадки; 4) электронные течеискатели.

Два первых способа являются универсальными и их применение для обнаружения утечки конкретно для ГФО ничем принципиально не отличается. Применение в системе азота под давлением не позволяет определить конкретное место утечки, хотя и является наиболее точным с точки зрения вероятности обнаружения факта даже малейшей утечки. Использование пенных вещества является старейшим методом, однако сегодня практически проигрывает, поскольку найти с его помощью мельчайшие утечки невозможно, и зачастую их применение крайне затруднено.

Общий набор приспособлений для применения УФ-присадок (УФ-лампа, защитные УФ-очки, инжектор, ручной насос, чистящее средство и др.) может использоваться и для выявления утечки ГФО. Однако необходимо использовать присадки, допущенные для олефинов, т.к. УФ-присадка должна быть на основе специальных масел, разработанных именно для таких веществ.

Для электронных течеискателей обнаружение мельчайших утечек не представляет сложности. Однако правильное применение проверочного зонда в некоторых областях едва ли возможно, или, как минимум, требует больших затрат времени. Для поиска утечки олефинов необходимо применять только рекомендованные для них электронные течеискатели, что связано с умеренной горючестью этих веществ. Конструкция такого течеискателя должна предполагать искрозащищенное исполнение корпуса и наконечника. Большинство традиционно используемых течеискателей не подходит для обнаружения утечки олефинов, более того – их применение опасно. В любом случае применимость конкретного течеискателя необходимо уточнить в инструкции производителя.

Использование нового хладагента означает изменение стандартов, размеров, фитингов, присоединительных разъемов, резьбы – это означает обязательным к применению нового оборудования, во избежание аварий при заправке и обслуживании. Часть предлагаемого на рынке сервисного оборудования может работать с новыми и старыми типами хладагентов. Остановимся на основных особенностях.

Присоединительные муфты. Резьбовые сервисные порты стационарных холодильных систем на олефинах остаются традиционными, поэтому нет необходимости в приобретении новых заправочных шлангов или каких-либо переходников. Требуется только четко идентифицировать систему по холодильному агенту и далее правильно с ней работать.

Сервисные коллекторы. Конструктивно механические сервисные коллекторы не имеют взрывоопасных элементов, поэтому могут использоваться для традиционных хладагентов, в том числе они годятся для работы с олефинами. Необходимо только установить соответствующие манометры со шкалами температур для олефинов. Применение электронных коллекторов наиболее предпочтительно, т.к. во всех современных моделях в памяти уже есть применяемые ГФО, что существенно упрощает работу с ними. Корпуса электронных коллекторов, как правило, выполнены герметичными и в искрозащищенном исполнении (дополнительно уплотнена крышка отсека с батареями). На рисунке 1 показаны варианты механических и электронных сервисных коллекторов.



Рис. 1. - Заправочные коллекторы: слева – механический с манометрами для работы с R1234yf и комплектом шлангов; справа – электронный настроенный на работу с олефином R1234yf

Станции сбора хладагента. Олефины представляют собой однокомпонентные вещества пока достаточно дорогостоящие, поэтому их сбор и повторное использование физически возможно и с экономической точки зрения целесообразно. Однако станции сбора для традиционных хладагентов использовать для откачки олефинов нельзя, в связи с их хоть и умеренной, но горючестью. Для сбора олефинов можно использовать станции, предназначенные для горючих хладагентов, таких как пропан (R290) и изобутан (R600a), но таких станций на нашем рынке в настоящее время практически не найти. Поэтому сбор олефинов с целью их повторного применения представляет на сегодняшний день определенные трудности [4].

Сервисные станции для систем кондиционирования. Для сервиса холодильного оборудования давно разработаны и с успехом используются передвижные универсальные станции, позволяющие собрать хладагент, провести его частичную очистку, свакуумировать систему, провести диагностику герметичности холодильного контура, заправить необходимое количество хладагента, при необходимости с добавлением дозы УФ-красителя. Такие станции широко применяются для хладагента R134a, но они не годятся для олефинов опять же по причинам умеренной горючести последних, и не только поэтому.

Установленные производителями автомобилей новые нормативы точности заправляемого количества R1234yf значительно превосходят старые для R134a, поэтому и были разработаны новые установки для обслуживания систем кондиционирования. В них значительно повышена точность заправки до ± 15 г, также использован новый метод компенсации количества хладагента остающегося в заправочных шлангах с точностью ± 5 г при окружающей температуре от $+5$ до $+45^\circ\text{C}$ и при объеме заправки от 300 до 900 г.

Помимо этого оборудование для работы с R1234yf содержит ряд специальных дополнительных функций (пояснения изложены ниже), однако и стоят такие станции дороже обычного сервисного оборудования. Главное, что все электрические компоненты станции для работы с R1234yf выполнены в искрозащищенном исполнении. Установки оснащаются дополнительной системой вентиляции для предотвращения скопления хладагента внутри корпуса, введён контроль исправности вентилятора. При первом запуске станция проводит интенсивную вентиляцию корпуса в течение установленного времени. Имеется детектор утечки хладагента, что обеспечивает включение автоматической вентиляции корпуса и сигнализацию персоналу. Также применена более технологичная система взвешивания емкостей для нового и отработанного масел и УФ-красителя. Сами ёмкости для нового масла и красителя герметичные для предотвращения контакта с воздухом и поглощения влаги из него, оснащены системой распознавания хладагента и определения степени его чистоты, что исключает ошибки в заправке. Управление новой станцией для работы с R1234yf максимально унифицировано со старыми станциями для работы с R134a.

Мы остановились на основных отличительных особенностях технического оснащения для работы с олефинами, остальное же оборудование и инструменты могут быть использованы такие же, как и для традиционных хладагентов.

Заключение

В будущем холодильные системы на олефинах и смесях на их основе будут встречаться все чаще. Положительные моменты для специалистов, которые будут или уже работают с ГФО следующие: кардинальным образом с появлением нового хладагента ничего не меняется; конструкция холодильных систем использующих ГФО не претерпела сильных изменений; основные методики работы с новым хладагентом остались без изменений; серьезного переучивания (как например, для работы с пропаном, аммиаком или диоксидом углерода) сервисным специалистам не требуется. Однако необходимо учитывать и существенные отличительные особенности при работе с веществами, представляющими большую опасность, чем традиционные хладагенты [5].

Список использованных источников

1. Паспорта безопасности на R1234yf и R1234ze. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agas.com/products-services/refrigerants> (дата обращения 28.09.2020).
2. Озонобезопасные технологии в холодильной промышленности. Гидрофторолефины. [Электронный ресурс]. URL: <http://hvaccenter.ru/gidroftorolefiny> (дата обращения 23.09.2020).
3. Какие масла использовать для фреонов R1234yf и R1234ze. [Электронный ресурс]. URL: <https://cool-system.ru/blog/ustroystvo-i-osnovnye-uzly-sistemy/kakie-masla-ispolzovat-dlya-freonov-r1234yf-i-r1234ze> (дата обращения 24.09.2020).
4. Оборудование для ремонта и обслуживания кондиционера. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.xiron.ru/content/view/32052/28/> (дата обращения 02.02.2021).
5. Сапожников, Ф.Д. Охлаждение молока и техническое обслуживание установок : практикум / Ф.Д. Сапожников, В.М. Колончук, Ф.И. Назаров. – Минск : БГАТУ, 2016. – 88 с.

61. С.М. Герук, к.т.н., доцент., с.н.с., Т.Б. Веремій, Житомирський агротехнічний коледж
ОСОБЛИВОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА І
ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ В АГРАРНОМУ
ВИРОБНИЦТВІ

Головною умовою розвитку сільськогосподарського виробництва на сучасному етапі є модернізація матеріально-технічної бази галузі, доведення кількості сільськогосподарської техніки до оптимальних меж, прискорення технічного прогресу, всебічна інтенсифікація, а також спеціалізація і концентрація, здійснювані на базі міжгосподарської кооперації і агропромислової інтеграції. Вирішення цього завдання можливе лише при ефективному використанні всіх ресурсів, в тому числі матеріально-технічних.

Найважливішим фактором підвищення ефективності сільського господарства є комплексна механізація виробництва на основі оптимального оснащення галузі сучасною технікою, створеною з використанням останніх досягнень науково-технічного прогресу. Найбільш повне і ефективне використання техніки означає відповідність або максимальне наближення фактичних показників до рівня техніко-економічних і експлуатаційних нормативів при якісному виконанні механізованих робіт, на основі дотримання всіх агротехнічних вимог, з мінімальними витратами праці і коштів. Заходи, що вживаються дадуть потрібну віддачу в тому випадку, якщо на місцях, в кожному підприємстві і в організації агропромислового комплексу будуть значно краще використовувати все, що має сільське господарство.

Основними тенденціями розвитку системи машин є подальше підвищення потужності енергетичних засобів, підвищення продуктивності агрегатів за рахунок збільшення ширини захвату, робочих швидкостей, пропускної здатності збиральних машин, вантажопідйомності транспортних і навантажувальних засобів.

Наука про ефективне використання машин в сільському господарстві нашої країни виникла і розвивалася виходячи з потреб практики великих механізованих господарств - радгоспів, колгоспів, машинно-тракторних станцій, підприємств сільгосптехніки, міжгосподарських підприємств і об'єднань. Вона розвивалася в міру підвищення технічного оснащення сільськогосподарського виробництва, накопичення виробничого досвіду і даних про експлуатацію техніки, вдосконалення технологічних процесів і розвитку методів дослідження.

Проведення ґрунтового аналізу ефективності використання техніки вимагає наявності обліку в господарствах, всебічного вивчення організації роботи машинно-тракторного парку. Ефективність виробництва, як економічна категорія, виражає виробничі відносини людей в процесі виробництва,

обміну і розподілу матеріальних благ; формою прояву цих відносин є економічні інтереси, що визначають цілі виробництва. Ступінь досягнення цих цілей характеризує ефективність виробництва. Економічна ефективність виробництва - найважливіший показник результативності діяльності підприємства, який є зіставленням результатів цієї діяльності з витратами на її здійснення, а також визначається відношенням результатів до витрат. Для здійснення процесу виробництва кожному сільськогосподарському підприємству необхідні певні матеріальні та трудові виробничі ресурси.

До матеріальних ресурсів сільського господарства відносяться: земля сільськогосподарського призначення, основні виробничі фонди (техніка, транспортні засоби, будівлі, споруди, силове і виробниче обладнання та ін.) і оборотні виробничі

фонди (паливо, сировина, запчастини, різні матеріали).

Трудові ресурси – це чисельність всіх працівників кожного підприємства або всієї галузі сільського господарства. В процесі виробництва відбувається фактичне споживання ресурсів. При здійсненні різних заходів щодо підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва важливо мати на увазі особливість сільського господарства, яка полягає в тому, що основний засіб виробництва - земля, а продуктивність праці великою мірою визначається продуктивністю землі. Тому найважливішим завданням всіх підприємств і організацій, що входять в агропромисловий комплекс, поряд з підвищенням ефективності сільськогосподарського виробництва, є збереження землі як засобу виробництва і забезпечення безперервного відновлення і підвищення родючості ґрунтів.

Таким чином, в загальному вигляді ефективність сільськогосподарського виробництва виражається в отриманні найбільшої кількості високоякісної продукції з одиниці площі сільськогосподарських угідь при найменших витратах на одиницю продукції при збереженні і поліпшенні якості землі. При цьому слід розмежовувати ефект

виробничої діяльності (підвищення врожайності, вироблення машин, зниження поточних витрат і ін.) і ефект всієї господарської діяльності (результат не тільки виробництва, а й процесів звернення, розподілу, споживання). Проте, ефективність виробничої діяльності є вихідною для визначення ефективності господарської діяльності підприємств.

Для різнобічної характеристики ефективності сільськогосподарського виробництва застосовується сукупність натуральних і вартісних показників, розділених на три великі групи: власне рівня ефективності виробництва; чинників ефективності; результатів

зміни ефективності виробництва. У кожному з цих груп можуть включатися показники нижчого порядку в залежності від того, на якому рівні проводиться аналіз, а також виходячи з напрямків, етапів і ступеня деталізації аналізу.

При аналізі ефективності сільськогосподарського виробництва розрізняють поняття ефективності витрат (відношення результатів виробництва до фактично витрачених коштів) від ефективності використання ресурсів (відношення результатів виробництва до авансованих основних і оборотних коштів). Термін «використання» відноситься тільки до ресурсів, а термін «ефективність» - і до ресурсів, і до витрат. Інакше кажучи, при аналізі ефективності поточних витрат і ефективності використання ресурсів слід характеризувати різними показниками. Але в процесі виробництва ці величини тісно взаємопов'язані: по-перше, поточні витрати (собівартість продукції і робіт), як спожита частина авансованих коштів, залежать від розміру і структури наявних фондів і швидкості їх обороту; по-друге, ефективність витрат залежить від ефективності використання ресурсів. Використання ресурсів характеризує їх залучення у виробництво,

перехід з форми ресурсів в форму поточних витрат. Отриманий ефект на одиницю поточних витрат відображає їх ефективність. Ефективність ресурсів дає більш повну характеристику, оскільки виражає ефективність поточних витрат і рівень залучення ресурсів у виробництво. Ефективність використання трудових ресурсів в механізованому виробництві можна характеризувати середньою величиною отриманої

продукції рослинництва на одного середньорічного працівника, а ефективність трудових витрат - середньою величиною продукції на 1 люд.-год (люд.-день). Ці дві величини пов'язані між собою третьою величиною - середнім числом годин (днів) роботи одного працівника, що і характеризує рівень залучення трудових ресурсів у виробництво.

Перелічимо основні показники ефективності використання ресурсів. Це продуктивність землі, продуктивність праці, ефективність використання виробничих фондів (засобів).

Найважливішими умовами підвищення ефективності використання ресурсів є науково-технічний прогрес, комплексна механізація сільськогосподарських робіт, інтенсивне використання техніки, підвищення врожайності та ін.

Розглянемо також показники ефективності поточних витрат.

До них відносяться рівень питомих витрат на виробництво сільськогосподарської продукції, виконання механізованих, ремонтних та інших робіт; прибутковість і рентабельність підприємств; ефективність капітальних вкладень.

Наступна група показників описує чинники ефективності виробництва.

Об'єктивні умови виробництва характеризуються: якістю землі; місцезнаходженням підприємств по відношенню до промислових центрів, баз постачання, пунктів здачі продукції; кліматичними умовами і т. д.

Внутрішньогосподарські чинники виробництва: забезпеченість підприємств матеріально-технічними та трудовими ресурсами; рівень і інтенсивність використання ресурсів і ін.

Наступна група – це фактори народногосподарського рівня; величина внутрішньогосподарських накопичень; показники рівня та динаміки фондів накопичення і споживання, матеріального добробуту працівників і відображають результати зміни ефективності суспільного виробництва в сільському господарстві на рівні підприємства. Збільшення накопичень одночасно створює умови для підвищення ефективності витрат в наступному циклі виробництва.

Наведені основні показники характеризують ефективність сільськогосподарського виробництва як економічну категорію, виражають виробничі та суспільні відносини, які визначають реалізацію інтересів держави, трудових колективів і окремих працівників в отриманні максимальної кількості продукції з мінімальними витратами на основі найкращого використання ресурсів.

62. С.С. Добранський, Д.В. Герасимчук, І.О. Бучко, Житомирський агротехнічний коледж **ДОВГОВІЧНІСТЬ І ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ** **МАШИН І ЗНАРЯДЬ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Обробка ґрунту є найважливішою і найбільш трудомісткою операцією при виробництві сільськогосподарської продукції. Її якість залежить від параметрів і стану робочих органів. Робочі органи ґрунтообробних машин експлуатуються в складному абразивному середовищі. Внаслідок зношування, вони змінюють свої форму і розміри, що негативно впливає на агротехнічні та енергетичні показники тієї чи іншої операції обробки ґрунту.

Незважаючи на проведені раніше дослідні роботи проблема підвищення довговічності і працездатності робочих органів ґрунтообробних машин до теперішнього часу залишається досить гострою. Ресурс серійних лемешів плугів, дисків важких і польових борін, лісових дискових культиваторів, лап досить невеликий. Це, відповідно, негативно впливає на надійність ґрунтообробних машин і знарядь і призводить до необхідності випуску великої кількості запасних частин [1,4]. Крім того, багато серійних робочих органів мають підвищені питомі навантажувальні показники (особливо в зношеному стані), що призводить до збільшеного витрати палива.

Для істотного підвищення ресурсу і працездатності робочих органів ґрунтообробних машин необхідний комплексний підхід для вирішення проблеми, під яким мається на увазі спільний облік конструктивних, силових, технологічних чинників, що впливають на працездатність, зносостійкість і міцність деталей [2,3]. Поглиблення теоретичних основ різання ґрунту лезом, обґрунтування параметрів, що забезпечують збільшення конструкційної і матеріалознавчої зносостійкості робочих органів, а також розробка практичних заходів щодо підвищення їх довговічності складають наукову проблему, від вирішення якої, в значній мірі, залежить ефективність використання ґрунтообробних машин і знарядь в сільському і лісовому господарствах.

Використані джерела:

1. Тененбаум М.М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин: М.: Машиностроение, 1976. 247 с.
2. Дворук В. І., Борак К. В., Добранський С. С., Герасимчук Д. В. Вплив попередньої корозії на інтенсивність зношування сталі. Вісник аграрної науки Причорномор'я: Миколаївський національний аграрний університет. 2019 - Випуск 4 (104). – с. 106-113.

3. Бучко І. О., Добранський С. С., Герасимчук Д. В. Підвищення зносостійкості робочих органів сільськогосподарських машин та знарядь. VII Міжнародна науково-технічна конференція «КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ» 2020 – с. 299-300.
4. Тененбаум М.М., Ахметшин Т.Ф. О Влиянии на горизонтальную и вертикальную составляющие тягового сопротивления размера и формы носка стрельчатой лапы // Совершенствование машин и рабочих органов для производства корнеклубнеплодов и овощей: сб. науч. тр. М.: ВИСХОМ, 1987. С. 102–106.

63. В.Г. Костенич, к.т.н., доцент, В.С. Малащенко, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

ЗАМЕНА МАСЛА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ЕГО ФАКТИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

Эксплуатация двигателей современных тракторов и автомобилей невозможна без очистки моторных масел (ММ), которая крайне важна, так как в зависимости от стадии эксплуатации трактора или автомобиля и места очистки в рабочем процессе она призвана довести ММ до требуемых кондиций перед их использованием и обеспечить необходимый уровень чистоты в процессе эксплуатации.

В мировой практике наибольшее распространение получила смена масла в зависимости от пробега автомобиля или наработки двигателя, регламентируемых технической документацией. В настоящее время периодичность замены масла для двигателей тракторов составляет 500 м.-ч., а для автомобилей 10000 км пробега.

Для семейства тракторов Belarus (Belarus-950/952, -1221, -1522(B)/-1523(B)) периодичность смены масла составляет 250...500 м.-ч. за исключением тракторов Belarus-310/320 с двигателем LDW 1503 CHD, для которых срок службы масла до замены равен 125 м.-ч.

Замена масла в картере двигателя, производимая через определенное число моточасов работы двигателя или километров пробега автомобиля, не всегда оправдана, так как не учитываются условия выполняемой в этот период работы, марки и характеристики используемых масел и т.д.

Существует точка зрения [1, 2], что сроки службы масла являются малообоснованными и в большинстве случаев значительно занижены.

Известно, что работоспособность ММ в дизелях лимитируется содержанием нерастворимых примесей [3], концентрация которых не должна превышать 0,05 %. Однако в результате обработки анализов проб масла М-10Г₂к дизелей ЯМЗ-238Ф автомобилей МАЗ-6422 установлено, что в некоторых двигателях этот показатель достигает предельного значения при пробеге 12...15 тыс. км, тогда как инструкцией предусмотрена замена масла после пробега 4...5 тыс. км.

Далеко не последнюю роль среди факторов, влияющих на изменение показателей качества масла, играет человеческий фактор. Так при проведении исследований на однотипных автомобилях в одинаковых условиях эксплуатации разброс пробега до достижения ММ предельного состояния составлял от 5 до 45 тыс. км пробега [4].

Вышеприведенные факты позволяют сделать вывод, что значительная часть масла, сливаемого из двигателей при замене, еще вполне работоспособна и замена его ведет к неоправданному повышению эксплуатационных затрат.

Одним из путей повышения эффективности использования и снижения расхода ММ является метод замены масла по его фактическому состоянию, основанный на регулярном контроле качества работающих масел. Для оценки состояния ММ разработаны различные методы экспресс-анализа [5, 6] и приборы, как, например, прибор МУМ-5 (малогабаритный универсальный монохроматор), созданный в ВНИПТИМЭСХ, индикатор качества масла ИКМ-1, разработанный в МАДИ и др. Имеются сведения о создании приборов для автоматического контроля степени загрязненности масла в процессе работы двигателя в России, США и Германии. Известны также методы расчетного определения ресурса масла, например, способ, основанный на энтропийной теории старения [7].

Известен также компараторный индикатор загрязнения масла в автотракторных двигателях [8], сущность которого заключается в том, что используется электронная схема, содержащая подстроечный конденсатор и параллельно соединенный с ним высокоомный переменный резистор, настроенные на эталонные параметры масла.

Компараторный индикатор (см. рис. 1) работает следующим образом. От генератора синусоидальных колебаний 5 на два изолированных электрода 1 и подстроечный конденсатор 3 с высокоомным переменным резистором 4, через резисторы 11 и 12 подведено напряжение.

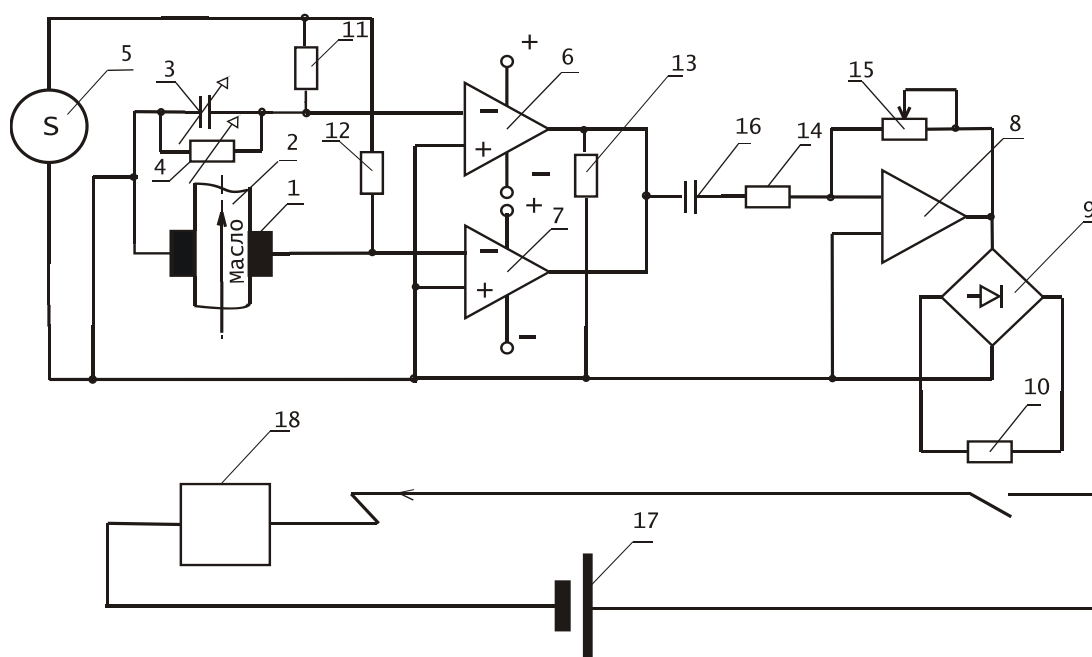


Рис. 1. Электрическая схема компараторного индикатора загрязнения масла: 1 – электроды; 2 – маслопровод; 3 – подстроечный конденсатор; 4 – высокоомный переменный резистор; 5 – генератор синусоидальных колебаний; компаратор, состоящий из трех операционных усилителей 6–8; 9 – мостовой выпрямитель; 10 – промежуточное электромагнитное реле; 11–15 – резисторы; 16 – конденсатор; 17 – блок питания; 18 – сигнализатор

Проходя через резистор 11 на подстроечный конденсатор 3 с высокоомным переменным резистором 4, ток создает падение напряжения на резисторе 11. Ток, проходящий по цепочке резистор 12 – два изолированных электрода 1, создает падение напряжения на резисторе 12. Так как электрические параметры подстроечного конденсатора 3 с высокоомным переменным резистором 4 подстроены под соответствующие параметры двух изолированных электродов 1, то и падение напряжения на резисторах 11 и 12 будут одинаковыми.

Напряжение с резистора 11 подводится на инвертирующий вход операционного усилителя 6, а напряжение с резистора 12 подводится на неинвертирующий вход операционного усилителя 7. Эти небольшие напряжения усиливаются операционными усилителями 6 и 7.

При равенстве падений напряжения на резисторах 11 и 12 напряжение на выходе операционных усилителей одинаковы по амплитуде и противоположны по фазе, следовательно, они взаимно компенсируются, и на выходе операционных усилителей 6 и 7, подключенных к резистору 13, напряжение равно нулю.

При попадании в зону двух изолированных электродов 1 масла, загрязненного продуктами износа, возникает напряжение, которое через конденсатор 16 и резистор 14 подается на вход операционного усилителя 8. Усиленное напряжение поступает на мостовой выпрямитель 9. Постоянный ток, полученный в мостовом выпрямителе 9, поступает на промежуточное электромагнитное реле 10, которое включает блок питания 17 и запитывает сигнализатор 18, предупреждающий о недопустимом загрязнении масла.

Смена масла в двигателях по его фактическому состоянию будет способствовать как повышению надежности автотракторной техники и снижению затрат на техническое обслуживание, так и значительной экономии моторных масел за счет увеличения их срока службы до замены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Венцель С. В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / С. В. Венцель. – М.: Химия, 1979. – 240 с.
2. Лышко Г. П. Топливо и смазочные материалы / Г. П. Лышко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

3. Антропов Б. С. Как экономить масло при эксплуатации двигателей ЯМЗ / Б. С. Антропов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 12. – С. 34–35.
4. Корнеев С. В. О работоспособности моторных масел / С. В. Корнеев // Двигателестроение. – 2004. – № 4. – С. 36–38.
5. Бутов Н. П. Экспресс-метод определения износа узлов трения машин / Н. П. Бутов [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 10. – С. 24–26.
6. Гурьянов Ю. А. Метод и средства экспресс-диагностики агрегатов машин по параметрам работавшего смазочного масла / Ю. А. Гурьянов // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 3. – С. 30–33.
7. Салмин В. В. Способ определения ресурса моторных масел для автотракторных ДВС / В. В. Салмин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – № 4. – С. 43–44.
8. Пат. 1731 Республика Беларусь. МПК⁷ F 01 M 11/23. Компараторный индикатор загрязнения масла в автотракторных двигателях / А. Н. Карташевич, С. М. Куликов; заявитель и патентообладатель ООО «Днепротехника». – u 20040123; заявл. 19.03.04; опубл. 30.12.04 / Бюл. № 6 – С. 34; ил.

64. В. Мельник, к.е.н, доцент, Національний університет біоресурсів та природокористування, О. Агратіна, Варшавський Політехнічний Університет

ОГЛЯД НОВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Сучасні економічні реалії доводять нам, що машинобудування є базовою галуззю розвитку будь-якої країни, адже саме їй належить важлива роль в прискоренні науково-технічного прогресу. Машинобудування забезпечує засобами виробництва інші галузі економіки, тим самим сприяє оновленню та накопиченню капіталу. Крім того, машинобудування – це одна з провідних галузей, яка за вартістю продукції, інвестиційною привабливістю та кількістю зайнятих посідає перше місце у структурі світової промисловості.

З огляду на тенденції розвитку світової економіки та беручи до уваги членство України у СОТ неможливо уявити ведення аграрного виробництва в нашій країні без комплексного впровадження новітніх технологій в сільськогосподарському машинобудуванні.

Відставання від досягнень світового науково-технічного прогресу в машинобудуванні спричинене комплексом проблем. Їх розв'язання можливе шляхом розроблення, прийняття і виконання Державної цільової економічної програми впровадження в аграрному секторі новітніх технологій як виробництва сільськогосподарської продукції, так і новітніх технологій в машинобудуванні, що потребує формування продуманої економічної та маркетингової стратегії. Також необхідна орієнтація на закордонні технології та техніку, водночас потрібно не допустити монополізації сільськогосподарських ринків. Потрібно також чітко визначити стратегію розвитку як в галузі сільськогосподарської продукції, так і в галузі сільськогосподарського машинобудування. Це сприятиме зміцненню основи сільськогосподарського комплексу, розвитку науково-технічного потенціалу, зміцненню матеріального становища і умов життя працівників галузі.

Актуальним напрямом, який передбачає запровадження інформаційних технологій у сільськогосподарському машинобудуванні і металообробці є програмування галузі, що витісняє «примітивне» програмування. Його замінює знання і уміння користуватися наявними інформаційними технологіями в кожній професійній сфері. Така позиція стосується також фахівців в галузі сільськогосподарського машинобудування і металообробки.

Підтвердженням цієї позиції може служити можливість повного розрахунку всіх параметрів, наприклад, зубчатої передачі будь-якого типу за допомогою Excel. Основними і початковими даними служать передавальне число і модуль даної передачі. Формули розрахунку вводяться у відповідний рядок таблиці Excel. Значення необхідних параметрів отримуємо увівши у формули значення передавального числа і модуля. Іншим, складнішим прикладом, може бути розрахунок лопаток парової турбіни, що вимагає залучення комп'ютерів великої продуктивності.

Програмування в машинобудуванні дозволяє істотно скоротити тривалість проектно-конструкторських робіт, що в результаті дає можливість отримати ефективні та більш технічно обґрунтовані рішення.

Апаратне забезпечення автоматизованих робочих місць (АРМ) для працівників сільськогосподарського сектору мало відрізняється один від одного. Його основою є професійний комп'ютер. Новітні комп'ютерні технології дозволяють організувати автоматизоване робоче місце конструктора-проектувальника.

Базовими програмними продуктами АРМ конструктора-проектувальника є операційна система Microsoft Windows і універсальна графічна платформа AUTOCAD фірми Autodesk.

Системи автоматизованого проектування (САПР), в перекладі з англійського CAD-системами (Computer Aided Design), застосовуються для вирішення різноманітних інженерних і конструкторських завдань. До найбільш популярних слід віднести потужну систему машинного проектування AUTOCAD фірми Autodesk, що використовується для створення технічних креслень. Не останню роль в сільськогосподарському машинобудуванні, як і в машинобудуванні в цілому відіграють передові технології гібридного моделювання, інтегровані засоби електронного документообігу, спеціалізовані модулі, серед яких важливе місце займають програми для віртуального моделювання процесів механічної і електроерозійної обробки з виходом на верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

Система тривимірного твердотілого моделювання КОМПАС-3D призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять і конструктивні елементи. Дана технологія дозволяє швидко отримувати моделі типових виробів на основі разово спроектованого прототипу. Завдання, що вирішується системою - моделювання виробів з метою істотного скорочення періоду проектування і швидкого їх запуску у виробництво. Численні сервісні функції полегшують вирішення допоміжних завдань проектування і обслуговування виробництва. Креслярський редактор "КОМПАС-Графік" надає найширші можливості в різних галузях промисловості. Він успішно використовується в машинобудівному проектуванні, за проектно-будівельних як оригінальних, так і стандартизованих автоматизованих проектно-конструкторських робіт, складанні різних планів і схем.

Сьогодні виробництво складних машинотехнічних виробів стало неможливим без забезпечення інформаційної підтримки на всіх стадіях їх життєвого циклу. Інформаційна підтримка - це цілий комплекс питань, що включає автоматизацію процесів проектування, забезпечення технологічних процесів виробництва, автоматизацію управлінської діяльності підприємств, створення електронної експлуатаційної документації, впровадження автоматизованих систем замовлення запасних частин тощо. Інформаційна підтримка в машинобудуванні є надто важливою сьогодні.

Велику роль в новітніх технологіях сільськогосподарського машинобудування відіграє математичне моделювання. Воно засноване на створенні і дослідженні на комп'ютері математичної моделі реальної системи – сукупності математичних співвідношень (рівнянь, прикладів), що описують цю систему. Іноді математичне моделювання доповнюють створенням натуральної моделі.

Так, інформаційні технології в машинобудуванні і металообробці з важливого, але допоміжного засобу сьогодні перетворилися на головну організуючу силу.

Тому, зважаючи на вищезазначене хотілось би підкреслити, що сучасне сільськогосподарське машинобудування окрім необхідності ефективного застосування сучасних матеріалів і прогресивних, екологічних, ресурсозберігаючих технологій промислового виробництва, високоефективних методів обробки матеріалів у машинобудуванні, а також використання нанотехнологій в сільськогосподарському машинобудуванні потребує широкого використання комп'ютерних, інформаційних систем і технологій математичного моделювання.

Список використаних джерел

1. Інформаційні технології у машинобудуванні і металообробці // Методичні матеріали з інформатики [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ua5.org/technol/110-nformacijn-tekhnolog-u-mashinobuduvann.html>.
2. Концепція Державної цільової економічної програми впровадження в агропромислового комплексі новітніх технологій виробництва сільськогосподарської продукції [Електронний ресурс]. URL: www.kmu.gov.ua/ua/npas/243237497.
3. Харламов, Ю. А. Газотермическое напыление покрытий и экономичность производства, эксплуатации и ремонта машин. *Тяжелое машиностроение*. 2000. №2. С.3-10.

65. А. В. Новицький, к.т.н., доцент, Національний університет біоресурсів та природокористування

АНАЛІЗ РИНКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ: ПІДКОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ

Аналіз літературних джерел підтверджує той факт, що ринок сільськогосподарської техніки в Україні вважається одним з найбільш перспективних у світі. Зростання попиту, як на автомобілі, трактори та комбайни, так і на сільськогосподарські машини та обладнання для тваринництва дуже високий, що привертає до нашої країни велику кількість іноземних виробників.

Особливе значення при цьому відіграють процеси світової глобалізації, які вже значно реалізувалися в сільськогосподарському машинобудуванні шляхом консолідації галузі та появи кількох десятків великих та багатьох міжнародних компаній на ринку аграрної техніки.

Вивчення статистичної інформації показує, що матеріально-технічне забезпечення сільського господарства, знаходиться в технічній і технологічній кризі. В останні десятиліття спостерігається значне скорочення парку автомобілів і тракторів, комбайнів і базових видів сільськогосподарської техніки, машин та обладнання тваринництва. В машинно-тракторному парку аграрних підприємств значну частку складають фізично зношені і морально застарілі машини. З аналізу встановлено, що разом із скороченням виробництва і продажів вітчизняної сільськогосподарської техніки інтенсивно зростає імпорт зарубіжних аналогів.

Тому, в таких умовах стають актуальними дослідження споживчого попиту аграрних підприємств України на сільськогосподарську техніку і розробку методичних основ і науково-обґрунтованого комплексу пропозицій щодо розвитку ринку та забезпечення надійності техніки з досвіду зарубіжних компаній [1, 2].

Як показує аналіз, значний внесок у розв'язання зазначеної проблеми внесли вчені багатьох вітчизняних науково-дослідних і навчальних установ, машинобудівних та ремонтних підприємств. Серед них ННЦ «Інститут аграрної економіки», НУБіП України, ННЦ «ІМЕСГ», ХНТУСГ ім. П.Василенка, ПДАТУ, МДАТУ, ХНАУ ім. В.В. Докучаєва та багато інших. Вченими було розглянуто цілий ряд питань, серед яких [2, 3, 4]:

- теоретичні основи функціонування й розвиток ринку технічних засобів для сільського господарства;
- вплив ринку сільськогосподарської техніки на підвищення рівня техніко-технологічного забезпечення аграрного сектору країни;
- ретроспектива оснащення аграрних підприємств різних форм власності окремих областей основними видами техніки та шляхи покращення їх технічної бази;
- удосконалення структури парку машин та обладнання з урахуванням світових тенденцій розвитку інноваційних технологій виробництва аграрної продукції;
- визначення основних напрямків оновлення та розвитку матеріально-технічних засобів аграрного виробництва.

Для реалізації поставлених задач необхідно провести моніторинг забезпеченості технічним і технологічним обладнанням тваринницької галузі, особливо підкомплексу приготування і роздавання кормів [1, 2, 3].

Аналіз стану тваринницької галузі аграрних підприємств України вказує на те, що за останні п'ять років валовий надій молока від корів також знизився з 11133 тис. тон у 2014 році до 10064 тис. тон у 2018 році, тобто зменшення складає 9,6% [2]. В якості однієї з вагомих причин зниження вказаних показників виробництва молока, можна назвати матеріально-технічну забезпеченість галузі [5].

Проведемо аналіз забезпечення аграрних підприємств України машинами і механізмами для приготування кормів. За даними Державного управління статистики, в Україні у 2014-2018 роках на озброєння тваринницьких підприємств, надійшла незначна кількість машин і механізмів для приготування кормів [5].

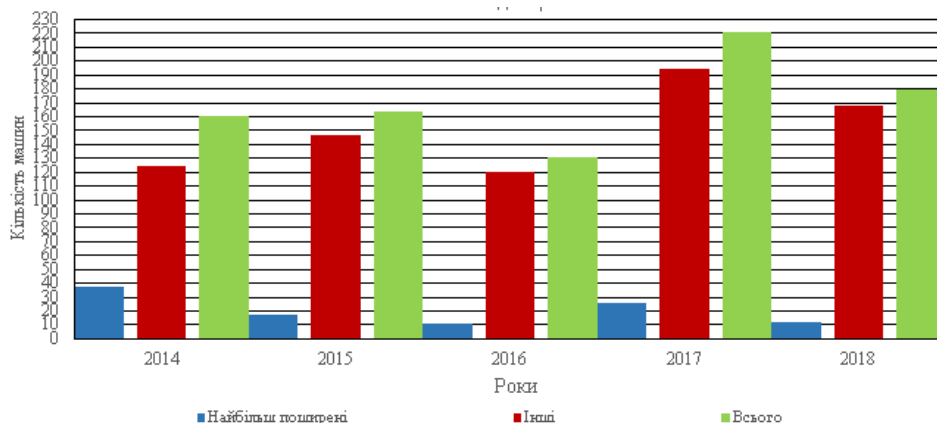


Рис. Кількість машин і механізмів для приготування кормів, які надійшли на тваринницькі ферми протягом 2014 – 2018 рр. (визначена група найбільш поширених виробників).

Досліджуючи стан матеріально-технічного забезпечення тваринницької галузі за період з 2014 до 2018 року, можна сказати, що найбільша кількість машин і механізмів для приготування кормів надійшла на ферми у 2017 році і склала 221 машину. У 2018 році кількість вказаних машин надійшла в аграрні підприємства в кількості 183 машини, а у 2019 році – 195 машин [5].

Використання багаторічного досвіду провідних іноземних виробників сільськогосподарської техніки у забезпеченні надійності машин та обладнання, формування системи якісного технічного обслуговування і ремонту.

Літературні джерела

1. Andriy Novitskiy. Forming reliability of means for preparation and disposal of forage. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2017. Vol. 19. No 3. 123–128.
2. Новицький А. В., Банний О. О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 2, p. 115-124.
3. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. К., 2017. Вип. 264 (2017). С. 293–303.
4. Новицький А. В., Ружи́ло З. В. Моніторинг забезпечення молочного скотарства машинами та обладнанням. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків, 2014, Вип. 1. С.56–63.
5. Придбання підприємствами матеріально-технічних ресурсів для виробничих потреб у 2015 році. (2016, 2017, 2018, 2019). Держстат України, 1998-2019.

66. *А.В. Китун, д.т.н., професор, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», В.И. Передня, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук по механизации сельского хозяйства», С.Н. Бондарев, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»*

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И РАЗДАЧИ КОРМОВ ЖИВОТНЫМ НА ФЕРМЕ

Введение

Механизация раздачи кормов на фермах и промышленных комплексах осуществляется кормораздатчиками, отличающимися по принципу действия и конструкции. Кормораздающие устройства, конструктивно выполненные с учётом зоотехнических требований, должны обеспечивать равномерность и точность раздачи корма, его дозировку, отдельно каждому животному или группе животных, исключать загрязнение корма, расслаивание по фракциям; не допускать травмирования животных.

Несовершенство обслуживающей системы процесса раздачи кормов приводит к потерям (убыткам), которые включают потери от несовершенства применяемой системы машин, формирования технологических линий и функционирования машин.

Чтобы исключить потери от системы машин технологического процесса раздачи кормов, необходимо правильно укомплектовать технологические линии машинами и обеспечить их оптимальное функционирование.

Число мобильных кормораздатчиков, необходимых для обслуживания фермы, определяют исходя из времени раздачи корма в одном помещении режима работы кормоцеха и наличия или отсутствия накопительной емкости готовой кормосмеси. Правильный выбор способа раздачи и взаимодействие кормоцеха с транспортными средствами или кормораздатчиками является сложной задачей [1, 2].

Цель работы: Для успешного решения этой задачи необходимо просчитать несколько вариантов и выбрать из них наиболее оптимальный.

Основная часть

При определении числа машин для транспортировки кормов от мест хранения или подготовки их к скармливанию до кормушки животных используют нормы технологического проектирования животноводческих предприятий и зоотехнические требования.

Число кормораздатчиков, необходимых для обслуживания поголовья животных:

$$K_p = \frac{m_{\text{ж}} q}{Q_c}, \quad (1)$$

где $m_{\text{ж}}$ – число животных на ферме; Q_c – производительность кормораздатчика за 1 ч сменного времени, кг/ч.

Производительность кормораздатчика за 1 ч сменного времени, кг/ч:

$$Q_c = Q k_p, \quad (2)$$

где Q – производительность кормораздатчика за 1 ч чистого времени, кг/ч:

$$Q = q v_a K_v, \quad (3)$$

где k_p – коэффициент использования рабочего времени:

$$k_p = \frac{t}{t + t_0}, \quad (4)$$

где t – время, затрачиваемое на непосредственную раздачу корма, ч; t_0 – время, затрачиваемое на непроизводительные (вспомогательные) операции, ч.

Тогда:

$$t_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7, \quad (5)$$

где t_1 – время доставки пустого кормораздатчика от места содержания животных к месту загрузки и обратно, ч; t_2 – время загрузки, ч; t_3 – время на раздачу кормов, ч; t_4 – время, затрачиваемое на простой по технологическим причинам, ч; t_5 – время, затрачиваемое на техническое обслуживание, ч; t_6 – время, затрачиваемое на ремонт машины, ч; t_7 – время переезда от одной линии раздачи к другой, если вместимость кузова (бункера) обеспечивает раздачу корма в нескольких линиях, ч.

Время пробега транспортного средства можно определить по формуле

$$t_1 = \frac{2L}{v_{cp}}, \quad (6)$$

где L – длина пути, км; v_{cp} – средняя скорость движения транспортного средства, км/ч.

Время на выполнение погрузочно-разгрузочных работ определим по формуле

$$t_2 = \frac{W_T k_T}{Q_{3-в}}, \quad (7)$$

где k_T – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства; W_T – грузоподъемность транспортного средства $Q_{3-в}$ – средняя гармоническая производительность погрузочно-разгрузочного процесса, т/ч, $Q_{3-в} = \frac{2Q_{\text{загр}} Q_{\text{выгр}}}{Q_{\text{загр}} + Q_{\text{выгр}}}$.

Полезная грузоподъемность транспортного средства:

$$W_T = \frac{V_{\text{раз}} - V_{\text{шнека}}}{\rho}, \quad (8)$$

где $V_{\text{раз}}$ – объем кузова раздатчика, м^3 ; $V_{\text{шнека}}$ – объем шнека, установленного в кузове раздатчика, м^3 ; ρ – плотность кормосмеси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Объем шнека, установленного в кузове раздатчика:

$$V_{\text{шнека}} = \frac{\pi(D_{\text{ш}}^2 - d_{\text{в}}^2)}{4} L_{\text{ш}}, \quad (9)$$

где $D_{\text{ш}}$ – диаметр шнека, м; $d_{\text{в}}$ – диаметр вала шнека, $d_{\text{в}} = (0,25 \dots 0,35) D$, м; $L_{\text{ш}}$ – длина шнека, м. Задавшись величиной диаметра $D_{\text{ш}}$ определим $L_{\text{ш}}$ из соотношения:

$$L_{\text{ш}} = D_{\text{ш}} (0,25 \dots 0,35), \quad (10)$$

Правильный выбор машин для погрузки кормов в значительной мере определяет эффективность работы животноводческой фермы. Производительность погрузчика можно определить по формуле [3]:

$$Q_{\text{загр}} = m_{\text{п}} \kappa_{\text{ц}}, \quad (11)$$

где $m_{\text{п}}$ – масса груза при подъеме, т; $\kappa_{\text{ц}}$ – число циклов машины за 1ч непрерывной работы, зависит от продолжительности одного цикла:

$$\kappa_{\text{ц}} = \frac{3600}{T'_{\text{ц}}}, \quad (12)$$

где $T'_{\text{ц}}$ – время цикла работы, ч, $T'_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^{k_n} t_{\text{оп}}$; $t_{\text{оп}}$ – время, затрачиваемое на выполнение

отдельных операций при погрузке, час; k_n – число элементов работы погрузчика.

Время, затрачиваемое на раздачу кормов животным можно определить по формуле

$$t_3 = \frac{m_{\text{ж}} L_{\text{разд}}}{v_{\text{разд}}}, \quad (13)$$

где $m_{\text{ж}}$ – количество животных, обслуживаемых за один цикл, шт; $L_{\text{разд}}$ – длина фронта раздачи кормов на одно животное, $L_{\text{разд}} = 1$ м; $v_{\text{разд}}$ – скорость движения агрегата при раздаче кормов $v_{\text{разд}} = 5,2 \text{ км}/\text{ч} = 5200 \text{ м}/\text{ч}$.

Число кормораздатчиков, необходимых для обслуживания поголовья животных:

$$m_{\text{р}} = \frac{m_{\text{ж}} q t_{\text{раз}}}{W_T (t_{\text{движ}} + t_{\text{погр}})}, \quad (14)$$

где $m_{\text{ж}}$ – число животных на ферме, гол; q – норма кормосмеси на одно животное, кг ; $t_{\text{погр}}$ – время на погрузку раздатчика, $t_{\text{погр}} = 0,5 \dots 2$ часа.

На основании проведенных теоретических исследований можно сделать выводы:

- для молочно-товарных ферм до 200 голов и до 1000 голов откормочного поголовья вместимость бункера смесителя-раздатчика должна быть не более 6 м^3 ;
- для ферм с большим поголовьем целесообразно выпускать смесители-раздатчики с вместимостью бункера около 11 м^3 ;
- сочетание двух смесителей-раздатчиков с бункерами 6 м^3 и 11 м^3 позволит обслужить любые молочно-товарные фермы, имеющиеся в республике, с наименьшими эксплуатационными затратами.

Список литературы

1. Китун, А.В. Машины и оборудование в животноводстве: уч. пособие / А.В. Китун и др. – Минск, ИВЦ Минфина – 2016. – С.224-225.

2. Китун, А.В. Машины и оборудование в животноводстве: учебник / А.В. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2019. – 504 с.
3. Китун, А.В. Проектирование перспективных механизированных процессов в животноводстве: учебное пособие / А.В. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2020. – 124 с.

67. М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, В. І. Бурковський, Поліський національний університет
СИСТЕМА ДОЗУВАННЯ РІДКИХ ДОБРИВ ПРИ СІВБІ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Важливим фактором при внесенні добрив є рівномірність їх розподілу. Норми внесення мікродобрив настільки малі, що вносити їх в сухому вигляді дуже проблематично, тому їх вносять в рідкому вигляді, в межах 20 - 50л / га. При таких нормах внесення, просапної сівалкою з міжряддям 70см, на погонний метр припадає 1,4-3,5 мл, і без спеціального обладнання рівномірність внесення просто не відстежити.

Так само хочеться відзначити що, ефективність сухих мінеральних добрив сильно залежить від своєчасності і кількості опадів, що випали. Якщо опади випадуть вже після формування кореневої системи рослини, то добриво не встигне розчинитися в ґрунті для підгодівлі рослини під час вегетаційного періоду (особливо під час посіву озимих культур). Рішенням вище описаних задач, є внесення рідких комплексні добрива (РКД) за допомогою системи «Record». Система «Record» дозволяє впровадити технологію внесення рідких добрив на просапних сівалках і посівних комплексах, де добриво буде працювати вже безпосередньо в місці закладки насіння. Переваги системи «Record» для внесення РКД, паралельно з висівом:

- Можливість вносити низькі норми добрив, що важливо при внесенні мікроелементів;
- Висока рівномірність внесення добрива, як наслідок рівномірні сходи, і відсутність внутрішньовидової конкуренції;
- Висока ефективність за рахунок внесення в рідкому вигляді;
- Можливість внесення не тільки макроелементів, а також необхідних мікроелементів;
- Можливість одночасного внесення гербіцидів разом з азотними добрива, що позитивно позначається на боротьбі з бур'янами;
- Легкість переобладнання сівалок і культиваторів;
- Можливість провокації сходів, при внесенні по насіннєвому ложі;
- Інтегрування системи контролю висіву, в систему внесення РКД.

Запропонована система внесення (рис.1.) та контролю за дозуванням РКД орієнтовані на будь-які типи посівних комплексів (просапні, зернові, пневматичні), а також культиватори для внесення КАС. Застосувати систему внесення РКД можливо на будь-якої конфігурації сільськогосподарських машини, за допомогою управління дозуванням продукту.

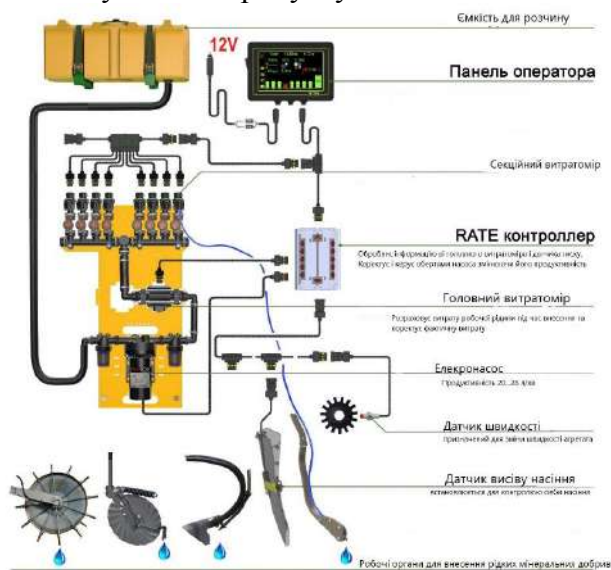


Рис. 1. Система контролю та внесення РКД

Система контролю і внесення РКД складається з наступних компонентів:

- Панель оператора, займається обробкою і відображенням інформації;

- Контролер, виконує функції силового правління насосами і іншим устаткуванням, а також часткової обробкою даних;

- Електричний насос мембранного типу, спеціально сконструйований для роботи з агресивними рідинами;

- Головний витратомір, електромагнітного типу, не має рухомих елементів.

- Секційні витратоміри, по одному витратоміра на кожен лінійний внесений добрив.

Застосовується для розрахунку рівномірності внесення добрив. - Зворотні клапани, підтримують тиск в системі вище 0,7бар, і перешкоджають мимовільного витікання добрив; - Дозуючі шайби, задають діапазон можливих норм внесення добрив з урахуванням заданого діапазону швидкостей.

Електричний насос подає рідину з бака в колектор, через головний витратомір. У колекторі рідина рівномірно розподіляється між секціями, проходячи через секційні витратоміри, клапани, і дозуючі шайби. Постійна норма внесення добрив і точність дозування досягається за рахунок управління продуктивністю електричного насоса, яким керує контролер. Контролер керує насосом в залежності від швидкості агрегату і витрати рідини через головний витратомір. Секційні витратоміри працюють незалежно, і служать для контролю рівномірності внесення добрив, їх чутливість дозволяє контролювати відхилення навіть у кілька відсотків. Клапана на виході з секційного витратоміра покликані підтримувати залишковий тиск в системі для виключення витікання рідини з бака під власною вагою, після відключення насоса. Дозуючі шайби призначені для створення тиску в магістралі і рівномірного розподілу рідини по секціях. Відповідно до законів фізики, витрата рідини через отвір залежить від її щільності і в'язкості, тиску, а також діаметра отвору.

З метою мінімізувати витрати рідких добрив при внесенні з одночасною сівбою, запропонована дозуюча система внесення та контролю безпосередньо під насінину, яка дає змогу більш раціонально використовувати матеріали та зменшити питомі експлуатаційні затрати при виробництві продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Заєць М. Л. Оптимізація та моделювання процесу сівби просапних культур / М. Л. Заєць, О. В. Терещук // Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. С. 218-223.

2. Zayets M. Determination of the movement speed of seed on the distributor of coulter for the subsoil-spreading method of sowing / M. Zayets, O. Antonov, A. Tereshchuk // Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів» наукового журналу «Вісник Сумського національного аграрного університету» ВИПУСК 1 (39), – Суми, СНАУ, 2020 р. С. 13-19.

2. Довбня В. В. Аналіз конструкцій пневмомеханічних сівалок точної сівби / В. В. Довбня, Р. С. Грудовий // 36. тез допов. Наук.-практ. конф. I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 18 січня 2021 р. Житомир: Поліський національний університет, 2021. – С. 64-67.

3. Довбня В. В. Конструкції висівних апаратів просапних пневматичних сівалок / В. В. Довбня, Р. С. Грудовий // Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. С. 470-474.

5. Заєць М.Л. Експериментальний пневматичний висівний апарат із внутрішнім заповненням / М. Л. Заєць, В. В. Довбня // 36. Тез VI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» 9-10 квітня 2020 р. Житомир: ЖАТК, 2020. С.226-227.

68. М.Л. Заєць, к.т.н., доцент, С.І. Власенко, О.Г. Войнов, Поліський національний університет УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ АКСІАЛЬНО-РОТОРНОГО МОЛОТИЛЬНО АПАРАТА З ТАНГЕНЦІАЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ МАСИ

Актуальність проблеми. На сьогоднішній день в Україні актуальним є питання створення власного зернозбирального комбайна, при цьому слід враховувати перспективні напрямки розвитку цієї галузі машинобудування в передових країнах світу.

"Класичні" молотильно-сепаруючі системи (в подальшому МСС), які найбільш поширені в сучасних комбайнах, обмежують можливості подальшого збільшення одиничної пропускної здатності комбайна через невисоку інтенсивність і стабільність робочого процесу, перш за все, клавійного соломотряса — лімітуючого робочого органу МСС. Пропускна здатність такої системи практично досягла межі і не перевищує 5,0...5,5 кг/с на один метр ширини молотарки. Її підвищення стримується, в основному, габаритами соломотряса, площа якого у високопродуктивних комбайнів сягає 7,0...7,7 м².

Науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи, які проводяться в різних країнах, дозволили створити цілу гаму МСС роторного і аксіально- роторного типу, в яких реалізовано в 1,5...3 рази більш інтенсивний імпульсний принцип сепарації зерна (рис. 1.). Із всієї різноманітності роторних МСС найбільш перспективними є моноагрегатні аксіально- роторного, МСС з торцевим і тангенціальним заходом маси. Їх використання дало можливість створити і організувати випуск цілого ряду моделей зернозбиральних комбайнів з пропускною здатністю 3...5, 7...9 і 10...12 кг/с.

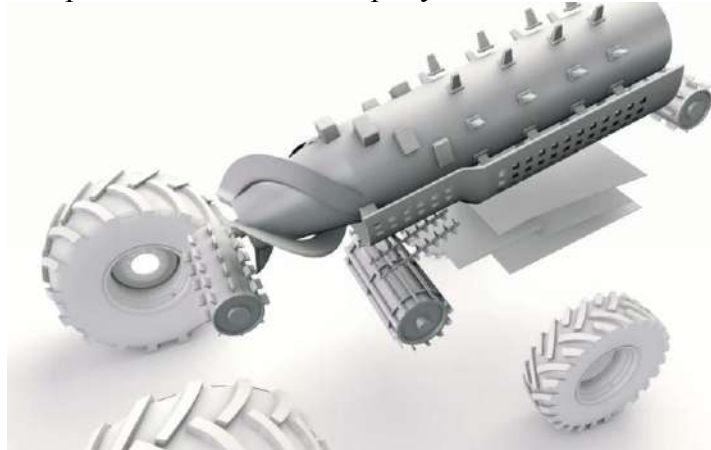


Рис.1 Класична компоновка аксіально-роторної МСС

Модернізовано конструкцію (рис.2.) і визначено параметри аксіально-роторної молотильно-сепаруючої системи з тангенціальним заходом маси, яка має значні переваги в порівнянні з "класичними" системами і забезпечує:

- зменшення габаритних розмірів до 40 %;
- збільшення пропускної здатності до 1,5 рази;
- зменшення травмування зерна в 2...4 рази;
- збільшення збору зерна з одиниці площі поля до 4...10 %.

Конструкція соломовивантажувального пристрою за допомогою швидкісного транспортера значно спрощує компоновку робочих органів молотарки комбайна при будь-якій довжині МСС, дозволяє оптимізувати параметри повітряної камери очистки.



а)

б)

в)

Рис.2. Порівняння різних компоновок МСС

а — класична компоновка з використанням гвинтових робочих поверхонь;

б — модернізований МСС;

в – компоновка кулеподібного ротора.

Удосконалення полягає в використанні всієї внутрішньої поверхні циліндра МСС, що значно збільшує площу обмолоту та сепарації зернового вороху на 57 %, та дозволяє не встановлювати соломотряс в тому чи іншому вигляді (рис. 3.). Така компоновка дозволяє покращити ремонтпридатність комбайна та сервісного обслуговування МСС.

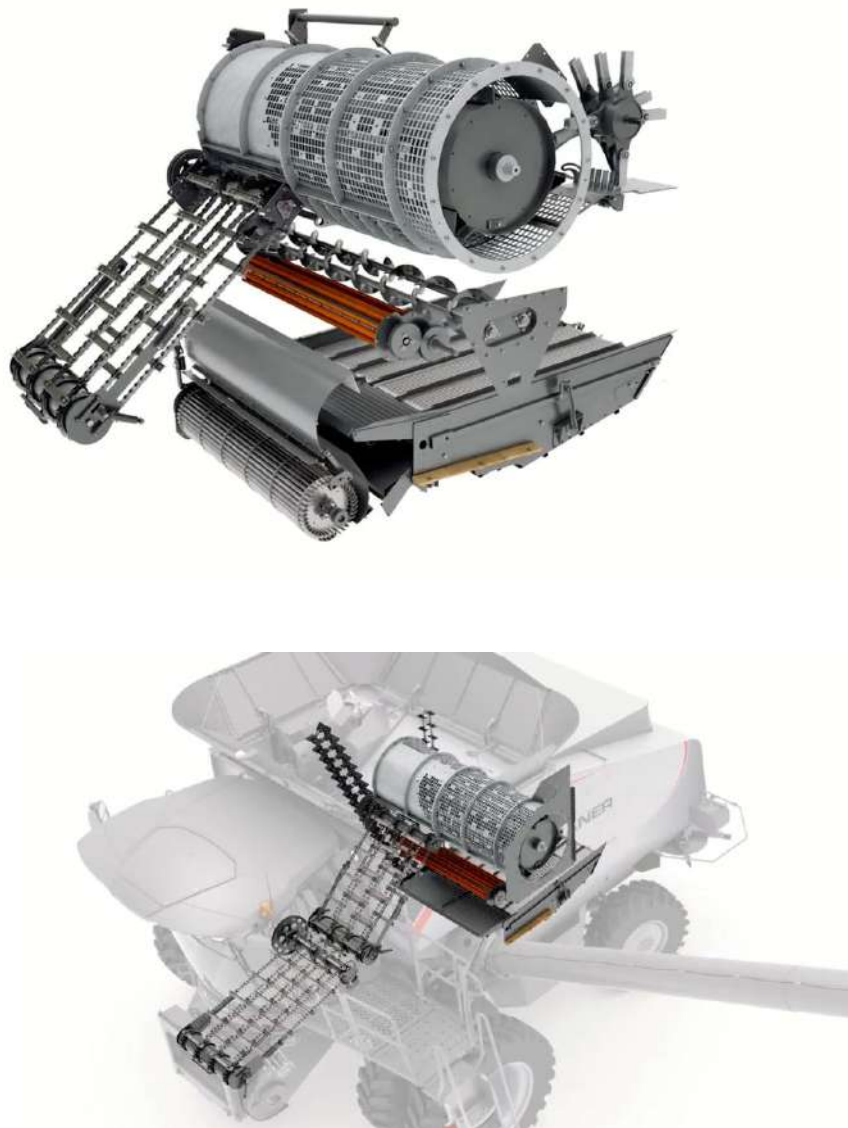


Рис. 3. Модернізована молотильно-сепарувальна система

Обґрунтовано технологічні і конструктивні параметри сепаруючих поверхонь аксіально-роторної МСС. Встановлено аналітичні залежності для визначення параметрів гвинтової траєкторії руху продуктів обмолоту в робочому просторі аксіально-роторного сепаратора. Визначено параметри процесу видалення відпрацьованої соломи за межі МСС. Встановлено закономірності впливу конструктивно-технологічних параметрів системи і характеристик маси на показники обмолоту і сепарації зерна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ткаченко І. Г. Типи і параметри сепаруючих поверхонь аксіально-роторних молотильно-сепаруючих систем: – В кн.: Вісник аграрного університету. Том 3. Механізація сільськогосподарського виробництва. – К., 1997, с. 18-22.
2. Клєнин Н. И., Ломакин С. Г., Ткаченко И. Г. и др. Молотильно-сепарирующее устройство аксиально-роторного типа. – В кн.: Вузовская наука – производству. Сборник. МИИСП. – М., 1988, с. 28-31.

69. М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, В. Ю. Яценко, Поліський національний університет
ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ПОДРІБНЮВАЛЬНИХ АПАРАТІВ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ
МАШИН

В заготівлі та приготуванні кормів широко використовується процес різання – обробка стебел спрямованим прикладанням зусилля, що виникає на різальній крайці ножа. Для можливості відрізати різальні апарати для скошування (різальний елемент - сегмент) від різальних апаратів кормозбиральних комбайнів для подрібнення стеблової маси називають подрібнювальними апаратами [3]. В Україні виготовляють кормозбиральні комбайни малого (до 100 кВт) та партії машини середнього (100-150 кВт) класу. Серед них комбайни КРП-Ф-2, КПИ-Ф-2,4А, КПФ-30 (ТОВ НВП "БІЛОЦЕРКІВМАЗ"), ККЗ-150 "Олімп" (ВАТ "Олімп") та КЗК-4,2 (ВАТ "Борекс"). Широко використовуються імпортовані кормозбиральні комбайни потужністю 305-600 кВт виробництва ФРН, Білорусії, США. Подрібнювальний апарат – основний і досить енергомісткий [2] робочий вузол кормозбирального комбайна. Його конструкційне виконання визначає технологічну схему комбайна і розташування основних вузлів. У кормозбиральних комбайнах використовують два типи подрібнювальних апаратів – барабанний (циліндричний) і дисковий. Одночасно з різанням вони виконують функцію транспортування маси. Це апарати точного різання, оскільки існує залежність між швидкістю подачі маси живильними вальцями і довжиною різання. Більшість високопродуктивних кормозбиральних комбайнів (понад 75 %) використовують барабанний подрібнювальний апарат, що включає різальний барабан, закритий кожухом, протирізальну пластину та живильні вальці. Барабан подрібнювального апарата конструкційно виконується як вал із встановленими на ньому дисками, до яких закріплюються ножі (рис. 1.). Він може бути односекційним, коли ножі розташовуються по всій довжині барабана або кілька секційним.

Усі сучасні моделі подрібнювальних апаратів обладнані автоматичною системою загострення ножів і електрогідросистемою регулювання зазору між ножами барабана і протирізальною пластиною. Більшість барабанів (рис. 1.) кормозбиральних комбайнів закритого і відкритого виконання (Krone, Claas, John Deere, New Holland, Ростсельмаш та ін.) двосекційні з V-подібним розташування ножів, що забезпечує ефективний косий зріз і високу частоту різання та згладжує динамічні навантаження в процесі різання. При цьому подрібнена маса спрямовується до середини барабана, що дає змогу формувати її потік, зменшити тертя по боковим стінкам силосопроводу та витрати енергії на транспортування. Закриті барабани жорсткіші, чим і пояснюється перехід ряду фірм на таку конструкцію. Перевагою барабанних подрібнювальних апаратів є великий момент інерції, а від так порівняно висока стабільність робочого процесу та підвищена пропускна здатність. До недоліків слід віднести високу енергоємність подрібнення та перевитрата енергії на створення потужного повітряного потоку. Окрім барабанних подрібнювальних апаратів виробники випускають машини з дисковим різальним апаратом (рис. 2.). Такий апарат встановлюють переважно на причіпні і напівнавісні кормозбиральні машини, а також машини, які агрегатуються з універсальними енергетичними засобами, де їхнє використання обумовлюється конструкцією комбайна в цілому. Прикладом таких машин є комбайни моделі "Champion" фірми Kemper, КПК - 3000 комплексу "Полісся-250" та КДП-3000 виробництва "Гомсільмаш". Різальний апарат складається із обертального диска із жорстко закріпленими на ньому ножами, завантажувальної горловини (вікна) і циліндричного кожуха з патрубком (вивантажувальною горловиною). Лезо ножа здебільшого прямолінійне і розташоване на радіальній прямій або з нахилом відносно неї в одну або іншу сторону. Поряд з ножами на диску закріплюються радіально встановлені кидальні лопатки.



Krone, BIG X 500, 650, 800, 1000



Claas, "Jaguar" V-Max серії 930-98



John Deere, Dura-Drum



New Holland серії FR 9000



Рис. 1. Загальний вигляд подрібнювальних барабанів

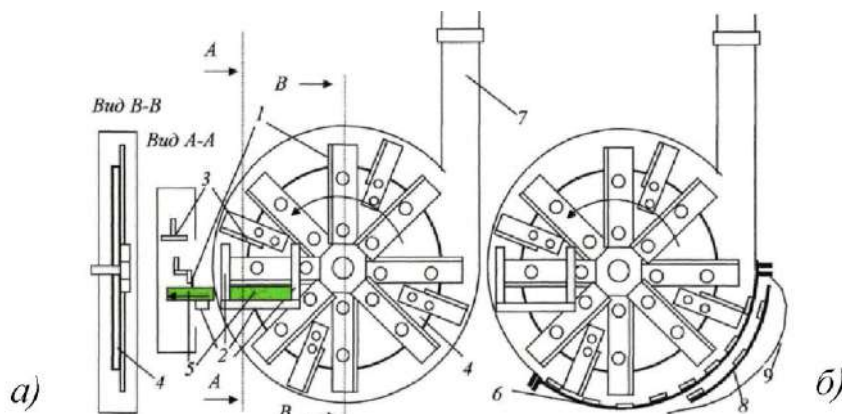


Рис. 2. Дисковий подрібнювально-кидальний апарат з гладеньким (а) і рифленим (б) днищем: 1 – лезо ножа; 2 – протиризальна пластина; 3 – транспортувальна лопатка; 4 – диск; 5 – шар рослин; 6 – рифлений рекатор; 7 – силосопровід; 8 – змінний рифлений рекатор; 9 – змінний піддон

Діаметр диска, по кінцевих точках ножів, змінюється від 670 до 1200 мм, швидкість найбільш віддалених точок ножів від осі обертання – 35-52 м/с, мінімальна швидкість різання – 8-12 м/с. До недоліків дискових подрібнювальних апаратів слід віднести обмеження ширини завантажувальної горловини апарату радіусом диска, що не дозволяє використовувати його на високопродуктивних машинах та нерівномірність навантаження на вал диска. Дослідження форми лінії ножа виявили недоліки плоского ножа із прямолінійним лезом, головним із яких є саме нерівномірність навантаження на вал диска. Проте, на практиці в основному використовуються саме такі ножі враховуючи простоту їх виготовлення. Роторний подрібнювальний апарат складається з ротора, що має горизонтальну вісь обертання, на якому шарнірно закріплені ножі із транспортувальними лопатками або без них, протиризальної пластини і кожуха з вивантажувальним патрубком (рис. 3.). Діаметр ротора із ножами змінюється від 500 до 820 мм завширшки до 2,0 м. Частота обертання ротора змінюється від 1100 до 1600 об/хв, швидкість леза – від 36 до 60 м/с. Леза ножів, як правило, паралельні осі обертання ротора і у процесі забезпечують рубляче різання. Поряд з такими перевагами як простота, надійність і універсальність, як недолік слід вказати на значну енергоємність (до 8 МДж/т), невисоку продуктивність (до 1,5 га/год) та низьку якість різання (рваний розріз стебел) [3, 4].

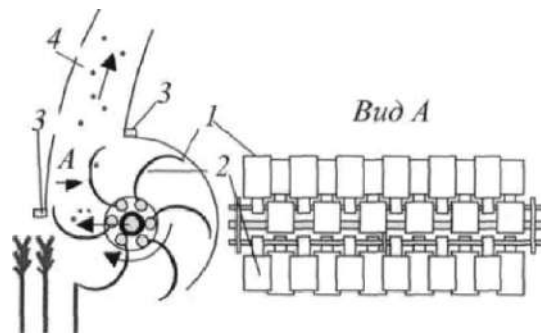


Рис. 3. Роторний подрібнювальний апарат із шарнірно закріпленими ножами: 1 – лезо ножа; 2 – кидальна лопатка ножа; 3 – протирізальна пластина; 4 – вивантажувальний патрубок

Здійснений аналіз конструкційних особливостей подрібнювальних апаратів кормозбиральних машин, зокрема бітерно-ножових, дозволяє стверджувати, що зусилля і енергоємність різання можна зменшити за рахунок використання дискових ножів. Таке виконання подрібнювального апарату, який містить роторний подавальний пристрій і різальний механізм у вигляді активної дискової батареї [4] підвищує надійність роботи різальної пари. Тому, технологічний процес різання трав'яної маси і таке конструкційне виконання бітерно-ножового подрібнювального апарату були прийняті нами у якості об'єкта досліджень. Переваги запропонованої конструкції можуть бути реалізованими лише у випадку використання робочих органів з раціональними значеннями конструкційних параметрів і режимів роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зінченко О.І. Кормовиробництво: навчальне видання. – 2-е вид. доп. і перероб. / О.І. Зінченко. – К.: Вища освіта, 2005. – 448 с.
2. Особов В.И. Механическая технология кормов / В.И. Особов. – М.: Колос, 2009. – 344 с.
3. Резник Н.Е. Кормоуборочные комбайны / Н.Е. Резник. – М.: Машиностроение, 1980. – 375 с.
4. Ясенецкий В.А. Машины для измельчения кормов / В.А. Ясенецкий, П.В. Гончаренко; под ред. Л.В. Погорелого. – К.: Техника, 1990.

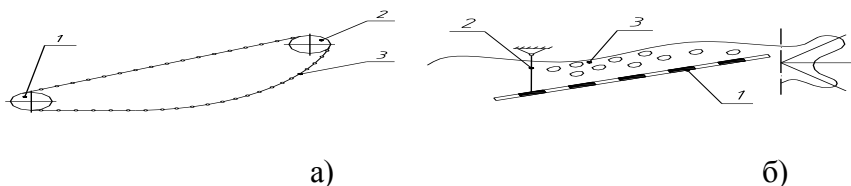
70. М. Л. Засць, к. т. н., доцент, В. І. Бурковський, Поліський національний університет

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МЕХАНІЗМІВ СЕПАРАЦІЇ ГРУНТОВОГО ВОРОХУ

До сепаруючих механізмів картоплекопачів встановлені такі основні вимоги: висока продуктивність для основних сепаруючих робочих органів, висока повнота відділення ґрунту, мінімальні втрати на пошкодження бульб (2...3 %), відсутність залипання і забивання при роботі на вологих і засмічених рослинністю ґрунтах [1]. Сепарувальні робочі органи повинні мати достатньо високу експлуатаційну надійність і бути простими за конструкцією. Для скорочення розмірів машини бажано також, щоб одночасно з сепарацією вони транспортували масу і піднімали її вгору.

У картоплекопачах і комбайнах використовують сепаратори різного типу з різними кінематичними схемами, але основними типами сепаруючих робочих органів картоплезбиральних машин є прутковий елеватор (рис. 1. а), грохоти з коливним рухом (рис. 1.б).

Найбільше розповсюдження прутковий елеватор отримав завдяки простоті конструкції і можливості одночасно з сепаруванням виконувати транспортування пласта вгору при куті нахилу 20...25°.



а) прутковий елеватор

1 – ведений ролик; 2 – ведуча зірочка;
3 – полотно елеватора.

б) грохот з хитним рухом

1 – решето, 2 – підвіска,
3 – ворох.

Рис. 1. Робочі органи для сепарації картопляного вороху:

Збиральна машина на відміну від стаціонарних, рухається полем. Із зміною рельєфу змінюється її положення відносно горизонталі. Нахил машини на сторону, вперед чи назад, викликає зміну у русі маси врожаю, якщо він рухається струшуваними площинами. Елеваторний тип сепарувального робочого органу менше ніж інші відчуває такі зміни положення машини.

Проте пруткові елеватори мають суттєві недоліки: наявність великої кількості поверхонь тертя, через що виникає швидке зношування деталей, які працюють в абразивному середовищі; зайві витрати енергії на привод елеватора і значна металоємкість – це спричинено тим, що робота (яка використовується для сепарації) ланка пруткового полотна складає менше 40 % загальної довжини полотна; порівняно низький живий переріз (менше 70 %); залипання проміжків пруткового полотна при роботі на вологому ґрунті і ряд інших.

Грохоти класифікують за характером руху решета: нерухомі; з рухомими колосниками (прутковий елеватор, валковий грохот); барабанні обертові; з місцевими вібраціями сита; плоскі з поперечними коливаннями; плоскі з поздовжніми коливаннями і несиметричною швидкісною діаграмою; плоскі з поздовжніми коливаннями і симетричною швидкісною діаграмою, останні найбільш поширені. За кінематикою руху грохоти цієї групи поділяють на три класи: коливальні, вібраційні і напіввібраційні [1, 2].

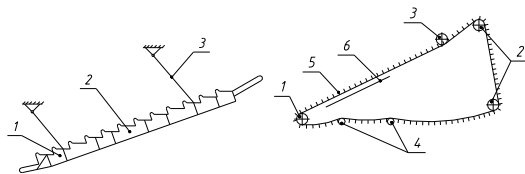
Коливальні грохоти з поздовжніми коливаннями і симетричною діаграмою на даний час складають переважну більшість, які використовують у гірничо-збагачувальній, вугільній та інших галузях промисловості, а також у коренезбиральних машинах. Такий грохот дозволяє без особливих труднощів замінити решіт регулювати відстань між прутками практично у будь-яких необхідних межах (10...200 мм). Для порівняння: для зміни просвітів прутковою елеватора необхідні змінні полотна з ланцюгами різного кроку, комплекти зірочок і повне його збирання.

Перевагою грохота є також те, що у комбінації із закріпленим на передній кромці решета лемішем, може бути активним підкопувальним робочим органом. Недолік коливних грохотів полягає у труднощах зрівноваження інерційних сил, що виникають при зворотно-поступальному русі решіт; незрівноважені сили викликають вібрації рами і додаткової напруження [1, 2]. Грохоти з коливним рухом по коловій траєкторії не мають цього недоліку, однак шкідливим для них є неможливість піднімання маси вгору, через те вони менше використовуються у коренезбиральних машинах.

Широке застосування у ранніх конструкціях картоплезбиральних машинах знаходили барабанні сепаратори, які відрізняються надійністю у роботі і стійкістю до зношування; їх перевагами є також відсутність незрівноважених інерційних сил і можливість підйому маси на більшу висоту. Однак барабан забивається залишками рослин і вологим ґрунтом, через що різко знижується його сепаруюча здатність.

Велику групу сепараторів складають валкові грохоти. Це набір паралельно розміщених валків, які обертаються в одному напрямку і на які насаджені диски чи кулачки різної форми. Перевагою цих сепараторів є відсутність інерційних сил і місць інтенсивного зношення [3].

Прутково-клавішний сепаратор (рис. 2. а) складається з двох секцій пруткових клавіш, нахилених під кутом 22° з зазором між прутками 30 мм. При обертанні колінчатих валів картопля переміщується по перепадах вгору на перебиральний стіл. Поступальний рух картоплі вгору по сепаратору здійснюється завдяки тому, що бульби, які опинилися у нижній частині перепаду однієї з секцій, при її опусканні передаються на відповідний перепад другої секції, здійснюючи у цей час рух вгору. Швидкість переміщення картоплі при 80...100 об/хв колінчатих валів дорівнює 0,48 м/с [1, 2].



а) прутково-клавішний сепаратор:

- 1 – перша секція пруткових клавіш;
- 2 – друга секція пруткових клавіш;
- 3 – підвіска.

б) скребковий транспортер:

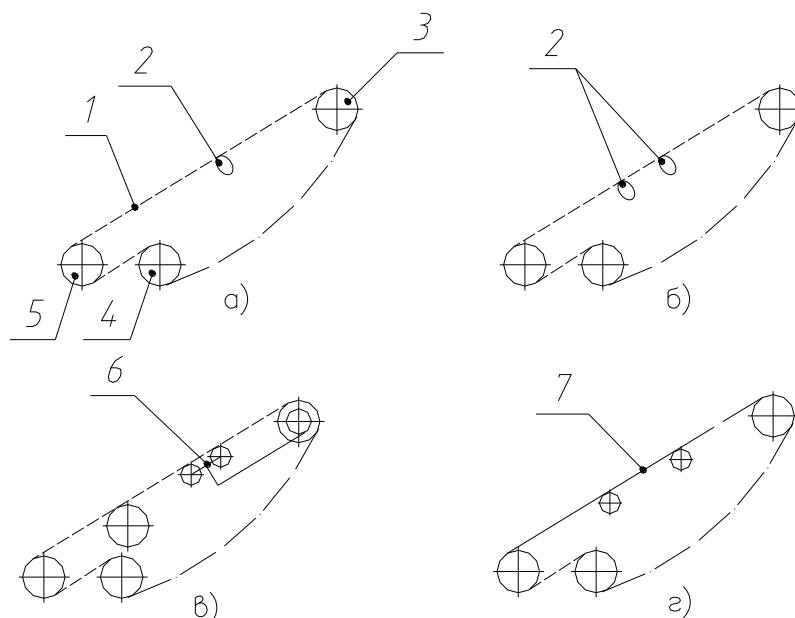
- 1 – ведений ролик; 2 – ведучий ролик;
- 3 – натяжний ролик; 4 – підтримуючий ролик; 5 – скребковий транспортер;
- 6 – решітка.

Рис. 2 – Сепаруючі механізми:

Піднімання бульбоносної маси добре виконують скребкові транспортери у поєднанні з колосниковою решіткою (рис. 2.б). Основна сепарація ґрунту у комбайні проходить у приймальній частині – на скребковому транспортері, який складається з власне скребкового транспортера, прикріпленого до ланок несучого ланцюга, які транспортують масу нерухомою решіткою, через яку проходить сепарація ґрунту. При русі маси проходить часткове фрезерування і руйнування ґрунтових грудок до виступаючих один над одним прутків решітки. Прутки решітки консольно закріплені у передній поперечині і боковинах транспортера. У приймальній частині прутки розміщені паралельно під кутом 45° до осьової лінії. Довжина прутків неоднакова, кінці прутків перекривають один одного [1,2,3].

Отже, жоден із розглянутих робочих типів органів для сепарації ґрунтового вороху не має суттєвих переваг, тому у картоплезбиральних машинах найчастіше використовують прутковий елеватор через простоту конструкції.

Прутковий елеватор (рис. 3) складається з прутків, з'єднаних між собою гачками, ланцюгами чи гумовими пасами і створюють нескінченне решітчасте полотно. Для інтенсифікації просіювання ґрунту робочу вітку пруткового елеватора струшують. Струшування відбувається струшувачами – еліптичними зірочками, які знаходяться у зчепленні з ланцюгом елеватора; число коливань робочої гілки визначається її швидкістю і параметрами зірочок. Є конструкції механізмів струшування, які забезпечують число коливань гілки елеватора, не залежно від її швидкості, такі струшувачі мають самостійний привід.



а) елеватор з одною парою еліптичних струшувачів;
б) елеватор з двома парами еліптичних струшувачів;
в) з ударним струшувачем; г) з лопатями.

Рис. 3. – Різновидність пруткових елеваторів картоплезбиральних машин.

Найбільш простий за конструкцією елеватор з одною парою еліптичних струшувачів (рис. 3.а), але є елеватори з двома парами струшувачів (рис. 3.б). Елеватор складається з полотна 1, струшувача 2, ведучого вала 3 з ведучими зірочками, підтримуючих роликів 4, переднього ролика 5, боковин і рами. У дворядних машинах встановлюють елеватор як один загальний на два ряди, так і окремо на кожний ряд. Використовують прутки трьох типів – прямі, вигнуті вниз і вигнуті вгору. При збиранні транспортерів прутки встановлюють так: за прутками, вигнутими вгору, розміщують прутки вигнуті вниз (один, два чи три), у результаті чого створюється лункова (виступами) поверхня, яка дозволяє встановлювати елеватор у машині з великим нахилом [1,3,4,]. Для підйому маси при нахилі полотна під кутом $40...50^{\circ}$ в елеваторах деяких конструкцій використовують спеціальні підтримуючі лопаті 7 (рис. 3.г)

встановлені з кроком 150...300 мм, чи підтримуючий транспортер. Однак, при збільшенні кута нахилу полотна елеватора сепаруюча здатність його погіршується.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верещагин Н.И., Пшеченков К.А. Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля. – М.: Колос, 1977. – 326с.
2. Верещагин Н.И., Пшеченков К.А. Возделывание и хранение картофеля. – М.: Колос, 1983. – 164с.
3. Гевко Р.Б. Новый малогабаритный комбайн для збирання картоплі // Синий С.В., Гевко Р.Б., Осуховський В.М. Вісник Інженерної академії України. – 2012. № 3-4. – С.72-76.
4. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. – М.: Машиностроение, 1984. – 356с.

71. М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, К. В. Гусаров, Поліський національний університет **ВЕРТИКАЛЬНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ ЯК ЗАПОРУКА ОТРИМАННЯ ВИСОКИХ** **ВРОЖАЇВ**

Для отримання максимального врожаю необхідно досягти оптимальної структури ґрунту.

Концепція вертикального обробітку полягає в системному підході, заснованому на методах, направлених на запобігання формуванню глибоких надмірно ущільнених прошарків ґрунту, які пригнічують всі природні процеси: капілярність ґрунтів та обмін вологи, правильний розвиток кореневої системи. Дані методи сприяють споживанню рослинами достатньої кількості поживних речовин та води, а також рух таких корисних організмів.

Горизонтальний обробіток призводить до формування ущільнених прошарків, які перешкоджають розвитку кореневої системи рослин та негативно впливають на розподіл вологи в ґрунті, що призводить до зниження врожайності. Досягаючи більш твердих підорних прошарків ґрунту, коріння перестає рости вглиб та починає витися в сторони у верхньому менш ущільненому прошарку. Крім цього, ущільнені прошарки можуть призводити до збирання води на поверхні ґрунту та погіршенню його капілярності.

Агрегати вертикального обробітку призводять до утворення вертикальних розломів та тріщин у ґрунті, що сприяє хорошему поглинанню та обміну вологи, забезпечуючи рослини її достатньою кількістю.

Окрім цього, правильний підхід до вертикального обробітку призводить до формування однорідного профілю без ущільнень та твердих прошарків для безперешкодного розвитку та росту кореневої системи рослин, в результаті чого вони отримують більше поживних речовин, повітря та води.

Агрегати вертикального обробітку ґрунту також здійснюють ефективний обробіток рослинних залишків, закріплюють поверхню та виконують якісну передпосівну обробку ґрунту (рис. 1.).

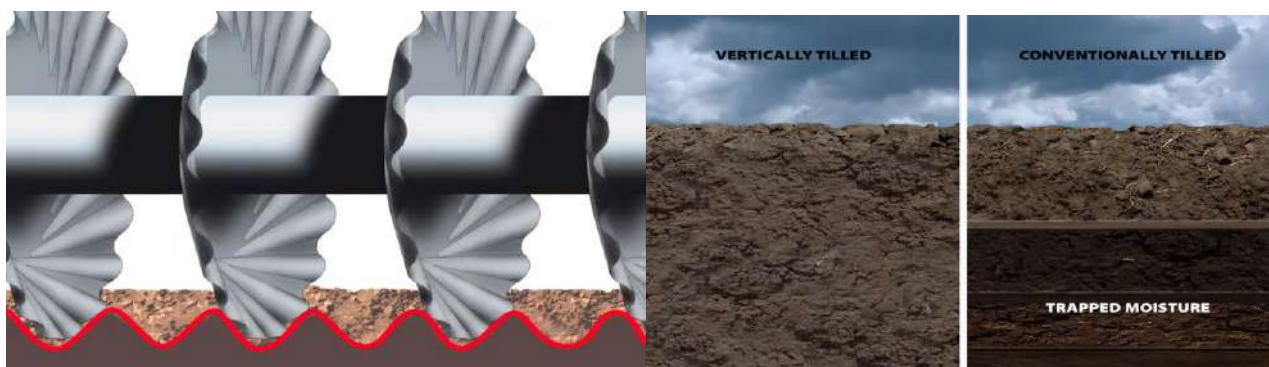


Рис. 1. Структура ґрунту при різних способах обробітку

Ґрунтозахисна технологія безплужного обробітку сільськогосподарських угідь, або, так званий, вертикальний обробіток, достатньо новий для України та лише декілька років тому прийшов з територій Північної Америки, проте, на сьогоднішній день, вже активно використовується успішними аграрними компаніями. Сутність інноваційного методу полягає, головним чином, у можливості уникнути в процесі обробітку земель прошарків високої щільності, у

порівнянні з традиційним "горизонтальним" способом. В результаті корені рослин можуть активніше розвиватися вглиб та отримувати ще більше поживних речовин та вологи, такі рослини більш посухостійкі і в цілому мають набагато більш розвинену кореневу систему, що забезпечує на всіх типах ґрунтів і всіх культурах збільшення врожаю до 8,5 ц / га.



Рис. 2. Агрегат для проведення вертикального обробітку ґрунту

Переваги технології вертикального обробітку ґрунту.

Більшої віддачі від землі. Більшої віддачі від своєї праці. Більшої віддачі від свого обладнання. З цією метою створюється техніка, здатна запропонувати більше. Розробка більш ефективних агротехнічних рішень. Пропонується більш високотехнологічна система для підвищення продуктивності роботи.

Вертикальний обробіток ґрунту може стати дієвим інструментом для підготовки полів з великою кількістю поживних решток. Ця передова технологія дозволяє розпушити ґрунт для безперешкодного розвитку кореневої системи вирощуваних культур, а також забезпечує вільний доступ до них води і поживних речовин протягом всього сезону вегетації, дозволяючи повністю розкрити потенціал їх врожайності. Проте для втілення цієї можливості потрібно підготувати рівне і однорідне насіннєве ложе — не тільки поверхневий шар ґрунту, але і, що особливо важливо, зону кореневої системи рослин, розпушення якої є запорукою їх повноцінного розвитку на ранньому етапі. Агрегати для вертикального обробітку ґрунту, на даний час, є єдиними у своєму роді знаряддями, які здатні ефективно подрібнити поживні залишки, перемішувати їх з ґрунтом і рівномірно вирівнювати поверхню поля, формуючи рівне і однорідне насіннєве ложе.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. http://agroalliance.com.ua/home/articles/130/True-Tandem_2014_UKR_easy.pdf
2. Романишин О. Ю. Обґрунтування технологій та технічних засобів в системі обробітку ґрунту / О. Ю. Романишин, В. О. Татуревич // Наукові читання–2020Б: науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики, 5-6 березня 2020 р. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. С. 138-140.
3. Заець М. Л. Обоснование параметров рабочей поверхности корпуса плуга /М. Л. Заець, И.П. Харчук, В.О. Татуревич //Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. статей Международной научно-практической конференции /редкол.: Н. Г. Серебрякова [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. с. 179 -182.

72. **М. Л. Заець, к. т. н., доцент, І. М. Лисюк, Поліський національний університет** **СУЧАСНІ СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОПРИВОДІВ САМОХІДНИХ** **СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

Розвиток конструкцій сільськогосподарських машин, а також інших мобільних машин відбувається у напрямку концентрації значної кількості різноманітних операцій, що виконуються такими машинами [1]. В зв'язку з цим особливу актуальність набуває питання оснащення таких машин відповідними приводами, що створює певну проблему конструкторам даних машин.

Існування двох альтернативних приводів - механічного та гідравлічного, які найбільш поширені у різноманітних конструкціях мобільних технологічних машин, в тому числі і сільськогосподарських, потребують детального розв'язання питання вибору оптимального за своїми показниками привода робочих органів сільськогосподарських машин. Порівнявши переваги та недоліки даних приводів, гідравлічний привод усе частіше набуває широкого розповсюдження, оскільки він має ряд переваг [2].

Питанням проектування та розрахунку гідравлічних приводів, в тому числі і гідроагрегатів, присвячено достатньо велику кількість робіт, авторами яких є Т.М. Башта, Є.М.Хаймович, В.М. Прокоф'єв, В.П. Бочаров, М.С. Гаминін, І.А. Немировський, Г.Й. Зайончковський, Р.Д. Іскович-Лотоцький, Б.Л.Коробочкин, С.І. Пастушенко, З.Я. Лур'є, З.Л. Фінкельштейн, О.М. Яхно, В.Б. Струтинський та інші.

Поряд з відомими перевагами механічних приводів (надійність, жорсткість кінематичних зв'язків, жорсткість передачі крутильного моменту, великий досвід дослідної і проектної роботи, досвід в експлуатації, уніфікація елементів привода і т. п.), відзначаються їхні недоліки при роботі в якості приводів робочих органів сільгоспмашин [3]. Це громіздкість, металоємність, відсутність безступінчастого регулювання, дистанційного керування, складність обслуговування, наладки, відсутність незалежної роботи окремих робочих органів, зношення при роботі в режимі різкого зростання навантаження, поломки при аварійних зупинках робочих органів у момент заклинювання бітерів, шнеків, очисних транспортерів каменями, купками глини, залишками зеленої маси та ін., що значно обмежує технологічні можливості машин, оснащених механічними приводами. Саме ці причини сприяють розвитку та поширенню використання гідравлічного привода в сільськогосподарських та інших мобільних машинах.

Гідропривод в найбільшій мірі задовольняє реалізації загальних тенденцій розвитку сільськогосподарських машин: збільшенню кількості робочих органів, взаємодіючих (послідовно або одночасно) з різними споживачами потужності при значному віддаленні їх від двигуна та різноманітній просторовій орієнтації; забезпеченню переміщення робочих органів відносно машини і самої машини відносно трактора, з яким вона агрегується; автоматизації технологічних операцій з метою підвищення продуктивності та поліпшення умов праці [4].

Останнім часом рівень гідрофікації самохідних сільськогосподарських машин постійно зростає. Мають місце безальтернативні варіанти застосування гідравлічних приводів - в системах рульового керування, приводах ходу, приводах поступального переміщення робочих органів, приводах ряду активних робочих органів та інше. В той же час існує ряд проблем, пов'язаних з подальшою гідрофікацією приводів робочих органів самохідних сільськогосподарських машин. Обмеженість кількості насосних агрегатів, які можливо встановити на самохідній машині, часто є причиною вимушеного застосування механічного привода, економічність та конструктивна доцільність якого не відповідають сучасним вимогам.

Активного розвитку набули напрями удосконалення систем гідравлічних приводів самохідних сільськогосподарських машин, спрямовані на збільшення кількості виконавчих гідро двигунів, які живляться від одного насосного агрегата. Є успішні розробки та реалізації групового (багатоприводного) гідропривода, в якому використовується послідовне з'єднання однотипних виконавчих гідродвигунів [5]. Такий гідропривод реалізовано, наприклад, у шестирядних гичкозбиральних машинах, які розроблено на ВАТ «Тернопільський комбайновий завод». Але застосування такого гідропривода виправдовує себе тільки у випадках синхронної роботи приводів при виконанні певної технологічної операції - наприклад, видаленні гички.

Найчастіше виникає необхідність живлення від насоса декількох виконавчих гідродвигунів, які в більшості випадків не працюють одночасно. Реалізація такої гідравлічної системи забезпечує помітну економію потужності енергетичного засобу (трактора, комбайна), про що свідчать вдалі рішення, які використовуються в багатьох сільськогосподарських машинах зарубіжного виробництва. Такі гідроприводи отримали назву «гідроприводів, чутливих до навантаження», або «гідроприводів з LS-регулюванням» (Loading sensing) [6].

Особливістю цих гідроприводів (рис. 1.) є забезпечення руху гідро двигунів, як поступальної так і обертальної дії, від одного регульованого гідронасоса за наявності тиску в напірній гідролінії, що відповідає найнавантаженішому гідродвигуну.

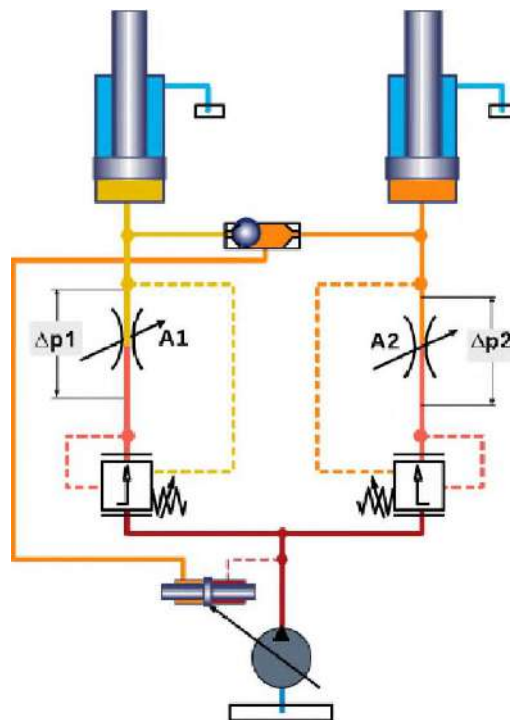


Рис. 1. Принципіальна схема роботи гідропривода з LS-регулюванням

Використання гідроприводів з LS - регулюванням передбачає надання пріоритетності, завдяки наявності в складі гідропривода відповідного клапана, одному приводу, наприклад, гідрооб'ємного рульового керування. Але в такому випадку потужність потоку, який надходить до інших приводів, що входять до складу гідросистеми, суттєво обмежується, в результаті чого дані приводи можуть працювати у нераціональному режимі.

В зв'язку з цим застосування на самохідних сільськогосподарських машинах знаходять також системи гідравлічних приводів, які працюють за принципом «flow sharing» [7] (рис. 2.). В даному випадку при перевантаженні одного з приводів розподільник, який використовується в складі даної системи, рівномірно перерозподіляє потік рідини між іншими приводами, зменшуючи, таким чином, потужність кожного з них, але при цьому рівень зменшення потужності приводів не буде надто значним, щоб вивести ці приводи за межі раціонального режиму роботи.

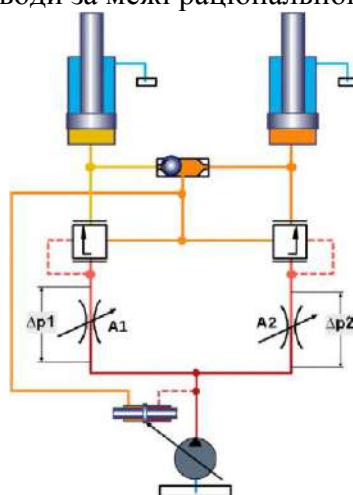


Рис. 2. Принципіальна схема роботи гідропривода за принципом LUDV (FLOW SHARING)

На рис. 3. показано принципову схему гідравлічного привода блочно-порційного відокремлювана з приводом робочого органа гідроциліндрами (вирізаючий механізм «алігаторного» відкусуючого типу), яка забезпечує синхронну роботу двох гідроциліндрів двосторонньої дії – Ц1 і Ц2 в двох напрямках. При постійному напрямку потоку робочої рідини від насоса Н через роздільник потоку ДП змінення напрямку руху поршня здійснюється розподільниками Р2 і Р2. Незалежно від напрямку руху поршнів рідина із циліндрів

витискається через розподільники і підпірний клапан КН2 в гідробак. Напірний клапан КН захищає гідросистему від перевантажень.

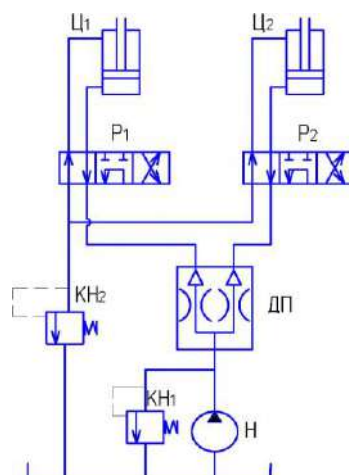


Рис. 3. Гідравлічний привод блочно-порційного відокремлювача з приводом робочого органа гідроциліндрами

Недоліком вказаної гідравлічної схеми є дросельний роздільник потоку, який переважно розрахований на обслуговування не більше двох споживачів, при цьому неминучі втрати тиску в дроселі, який має обмежене використання в системах з відносно невеликою витратою рідини. Використання даного роздільника потоку передбачає підтримання на виході однакових витрат рідини, що не дозволяє міняти режими роботи вирізаючого механізму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hydraulic Solutions for mobile applications. VP170 directional control valve proportional, load-sensing and pressure compensation. Parker Hannifin Corporation hydraulic valve division. Bulletin HY14-2006/US,400, 9/0C, GL.
2. Андрейко, П.Н. Направления развития объемного гидропривода / П.Н. Андрейко, З. Я. Лурье // Промислова гидравліка і пневматика. - 2016. - №2(52). - С. 3-14.
3. Резник, Н.Е. О целесообразности гидрофикации рабочих органов сельхозмашин / Н.Е. Резник, А.И. Чепурной // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1990. - №2. - С. 24-26.
4. Гідропривід сільськогосподарської техніки: Навчальне видання / О.М. Погорілець, М.С. Волянський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко; За ред. О.М. Погорілеця. - К.: Вища освіта, 2004 - 368 с.
5. Пастушенко, С.И. Анализ и оптимизация гидропривода сельскохозяйственных машин // Збірник наукових праць НАУ "Механізація сільськогосподарського виробництва". - Київ: Видавництво НАУ. - 1999. - Т. VI. - С. 152-158.
6. Козлов, Л.Г. Вдосконалення систем керування гідроприводів з LS-регулюванням: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.03 / Козлов Леонід Геннадійович. - Вінниця, 2000 р. - 320 с.
7. Галухин, Н.А. Исследование влияния насыщения потока насоса на КПД flow sharing гидропривода / Н.А. Галухин // Промислова гидравліка і пневматика. - 2014. - №1(43). - С. 55-63.

73. *М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, Б. М. Куліш, Поліський національний університет*

АНАЛІЗ ПОДРІБНВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Прес-підбирач Qvadrant 3400 (рис. 1) призначений для підбирання валків сіна природних і сіяних трав, соломи зернових культур, підв'яленої зеленої маси та пресування їх у тюки прямокутної форми з обв'язуванням кожного сформованого тюка шпагатом. Він агрегатується з колісними тракторами класу 30 кН та призначений для застосування у різних агрокліматичних зонах в умовах переважно рівнинного землекористування.



Рис. 1. Прес-підбирач Quadrant 3400

Основними складовими частинами прес-підбирача (рис. 2) є: рама зі сницею і колесами; підбирач; роторний набивач; камера пресування; механізм привода; гідросистема; вузлов'язальний механізм; електрообладнання.

Рама зварної конструкції, слугує основою прес-підбирача. На ній змонтовані всі складові частини машини. До рами закріплені ходові колеса і сниця. На ній встановлений також додатковий стояк-опора, який після агрегатування з трактором фіксується у піднятому положенні.

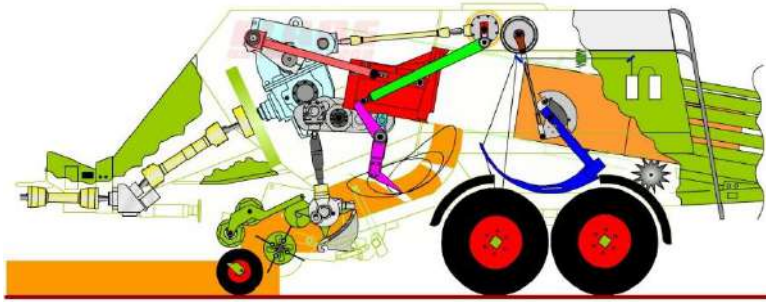


Рис.2. Функціональна схема прес-підбирач Quadrant 3400

Підбирач призначений для підбирання маси з валка і подачі її (за допомогою роторного набивача) у камеру пресування. Робочими органами підбирача є пружинні пальці, встановлені на граблинах. Рама підбирача з'єднана з рамою прес-підбирача шарнірно. Піднімання підбирача в транспортне положення й опускання його в робоче забезпечується гідроциліндрами від робочої системи трактора. До рами підбирача закріплені два регульовані по висоті колеса, призначені для копіювання рельєфу поля.

Роторний набивач виконаний у вигляді вала, на якому закріплені п'ять згрібальних пристроїв і один подавальний, який подає підібрану масу в пресувальну камеру.

Камера пресування призначена для формування тюків із маси, підбраної підбирачем. До неї входять нижня нерухома, дві бокові і верхня рухомі частини, які формують тюк заданої щільності.

Механізм привода включає приводний карданний вал, махове колесо, головний редуктор, приводи підбирача, роторного набивача та в'язального апарата.

Гідросистема прес-підбирача включає гідроциліндри регулювання тиску в пресувальній камері з манометром, який показує фактичний тиск у пресувальній камері, гідроциліндри піднімання підбирача, з'єднувальні трубопроводи і рукави високого тиску. Прес-підбирач оснащений автономною гідросистемою.

Вузлов'язальний механізм призначений для обв'язування сформованих тюків шпагатом. Він складається із шести в'язальних апаратів і шести голок, закріплених на балансірі, які виконують свої функції без зупинки технологічного процесу.

Електрообладнання прес-підбирача включає правий і лівий ліхтарі з габаритними вогнями, покажчиками поворотів, ліхтарями гальмівної системи, електричні провідники, пульт керування, розетки для підключення до електросистеми трактора. Завдяки пульта керування повністю контролюється весь технологічний процес роботи машини.

Опис технологічного процесу

Технологічний процес роботи прес-підбирача здійснюється наступним чином: агрегат рухається так, щоб валок розміщувався посередині ширини підбирача. Пальці підбирача (рис. 3) піднімають валок, прочісують стерню і подають масу до роторного набивача. Копіювання рельєфу поля відбувається за допомогою двох коліс, розташованих по боках підбирача. Привід підбирача здійснюється ланцюговою передачею.

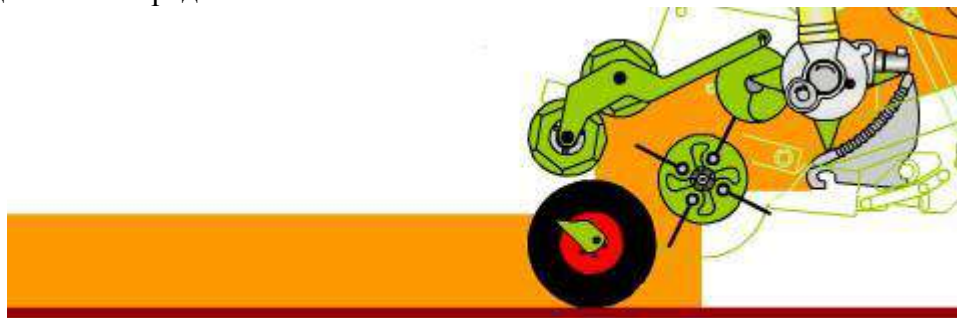


Рис.3. Технологічна схема підбирача валка

Завдяки наявності в конструкції машини роторного набивача кормова маса ущільнюється, зливається у єдиний потік та підвищується продуктивність подачі технологічного матеріалу до камери пресування.

У камері пресування відбувається процес формування тюка. Залежно від заданого тиску в системі прес-підбирача через робочі гідроциліндри бокові стінки і верхня частина камери (рис. 4) звужуються, встановлюючи щільність тюка. Два датчики, що знаходяться на бокових стінках камери пресування, через систему регулювання урівноважують тиск на боковинах із попередньо встановленим у системі і регулюють його по боках.

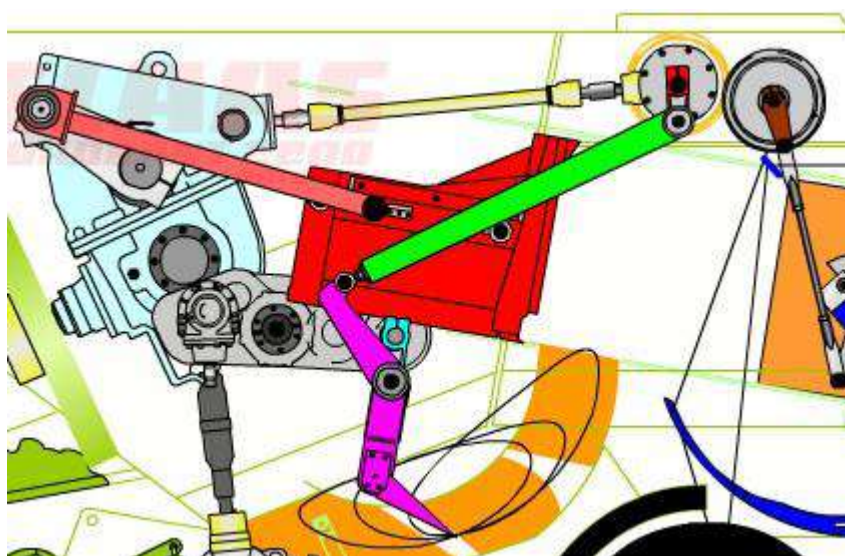


Рис. 4. Камера пресування матеріалу

По закінченні процесу формування тюка, коли його параметри (довжина, ширина, висота і щільність) досягнуть значень, передбачених регулюваннями, настає процес обв'язування тюка шпагатом за допомогою вузлов'язального механізму (рис. 5). Обв'язування тюка шпагатом відбувається без зупинки агрегату.

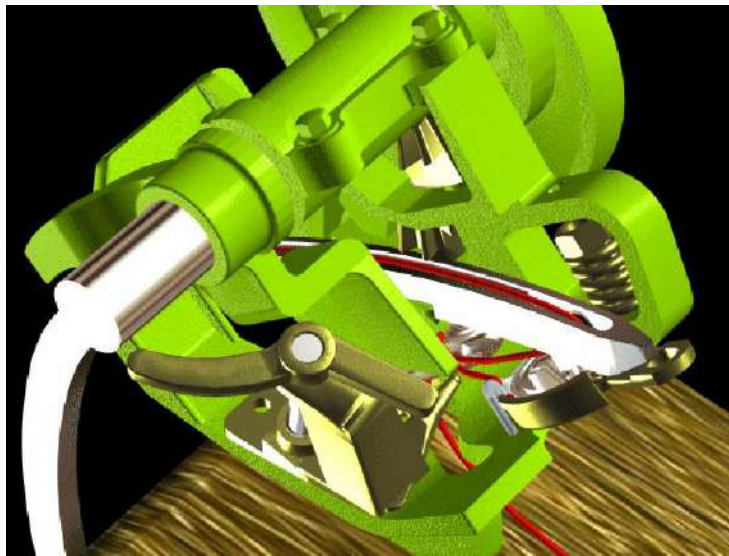


Рис.5. Вузлов'язальний механізм

Вивантаження сформованого тюка з прес-підбирача на поле (рис. 6) відбувається за рахунок виштовхування його наступним також без зупинки машини.

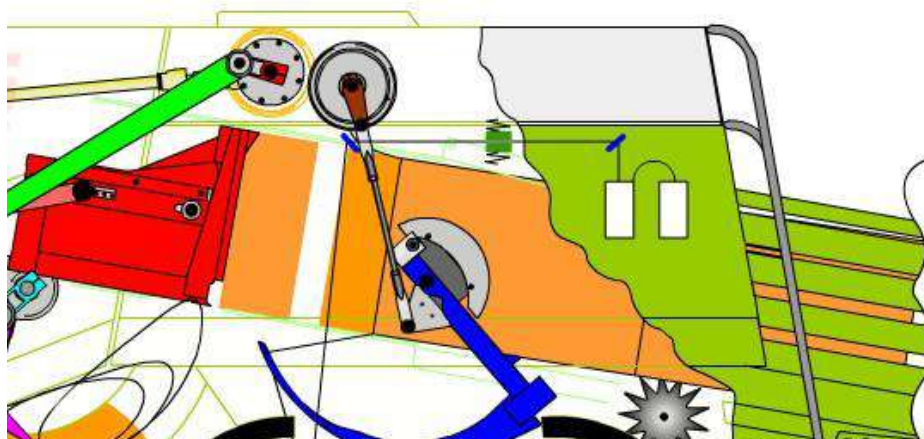


Рис. 6. Процес виштовхування тюка з камери пресування

Якість роботи. Під час проведення випробувань прес-підбирач працював на підбиранні і пресуванні у великогабаритні тюки соломи озимої пшениці з одночасним обв'язуванням їх шпагатом. Якість роботи машини добра. За час випробувань зруйнованих і деформованих тюків не виявлено. Втрати технологічного матеріалу становили лише 0,8% (за вимоги - не більш як 2%). Параметри тюка відповідають розмірам, встановленим спеціалістами служби сервісу під час регулювання, та конструктивним розмірам прес-підбирача (рис. 7). Щільність пресування відповідає зоотехнічним вимогам і регулюється у відповідності з властивостями заготовлюваного матеріалу. Залежно від наявності в господарстві навантажувальних засобів і засобів перевезення довжина тюка регулюється у межах від 90 до 300 см, ширина тюка становить 120 см, висота - 70 см.

За рахунок високої технічної надійності виконання машиною технологічного процесу та незначних витрат часу на технічне і технологічне обслуговування продуктивність машини в агрегаті з трактором Ахіон 820 за одну годину змінного часу становила 9,92 т або 4,17 га при урожайності соломи (по валку) 23,8 ц/га.

Аналізуючи вище викладене можна зробити наступний висновок, що подрібнювальний та підбиральний пристрій, при виконанні роботи, мають неоднорідність по розмірним показникам стебел матеріалу та потребують подальшого уточнення та модернізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЕРЕЛ

1. <https://www.claas.ua/cl-pw-ru>

2. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.Г. Егоров. – Москва: Колос, 2003. – 464 с.
3. Schunke, U. Einzelkornsgerte [Text] / U. Schunke // Agrartechnik.- 1991. - № 11. - P. 122-128.
4. Основи проектування сільськогосподарських машин / Ю. І. Ермольєв і ін. - Тула: Гриф, 2006. - 638 с.

74. А.Б. Баланський, Поліський національний університет

КОНТРОЛЬ КЛІМАТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ШАМПІНЬЙОНІВ

Все більш важливим стає те, щоб при вирощуванні шампіньйонів контроль клімату здійснювався з використанням новітніх технологій. Шампіньйони це грибами, які вирощуються в Україні і за кордоном протягом багатьох років у великих масштабах. Завдяки дослідженням, проведеним спільно з фермерами, вимоги для цього виду добре відомі і вивчені. Але навіть сьогодні, незважаючи на численні дослідження та публікації грибовиробників, багато клопотів виникає з безперервним контролем необхідних параметрів мікроклімату в приміщеннях вирощування грибів.

Сучасна система, що дозволяє повністю контролювати клімат в різних залах для вирощування грибів, повинна бути правильно спроектована і побудована, складатися з певних пристроїв, сучасного програмного забезпечення, точно і надійно вимірювати та контролювати різні параметри.

Найважливішими елементами системи є:

- Кліматична установка (як правило, включає в себе: нагрівач, охолоджувач, вентилятор, повітрязбірник свіжого повітря, камеру змішування, фільтри на вході та рециркуляції);
- Котел (паровий або водяний) і чіллер;
- Системи вимірювання температури компосту, температури і вологості повітря в залі вирощування і на вулиці, концентрації CO₂;
- Правильно спроектована система циркуляції повітря;
- Керуючий комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням для управління кліматичними умовами, а також аналізу даних.

Ці елементи є незмінними, залишається тільки вірний підбір обладнання відповідно до розмірів та технологічних властивостей приміщення вирощування грибів. Нижче у цій статті будуть наведені найважливіші аспекти контролю мікроклімату, які слід враховувати при реконструкції або будові сучасних господарств вирощування шампіньйонів.

Вентиляційна кліматична установка для грибів складається з таких елементів:

- а) камера змішування з повітряними заслінками;
- б) фільтри на вході свіжого і рециркуляційного повітря;
- в) охолоджувач і нагрівачі (основний і попереднього нагріву);
- г) вентилятор.

Кліматичні вентиляційні установки повинні оптимально співпрацювати з системою контролю мікроклімату, бути запроектовані з відповідною резервною потужністю, забезпечувати належний дренаж, бути корозійностійкими та мати легку заміну фільтру, вентилятори повинні забезпечити не менше 3 м³/год повітря на 1 м² площі приміщення. Це лише деякі з важливих особливостей яким мають відповідати кліматичні установки для вирощування шампіньйонів.

Однією з фірм, які пропонує кліматичне обладнання для вирощування грибів на українському ринку є «Польвент-Інвест», яка співпрацює з польським заводом "Promont". Кліматичні системи польського виробництва мають стандартні типорозміри вентиляційних установок для різних площ вирощування шампіньйонів, а саме 120, 200, 300, 400, 600, 800, 1100, 1500, а також 1800 м² з відповідною кількістю вентилязованого повітря. Перевагами цих агрегатів є висока механічна міцність, надійність та легкість в обслуговуванні. Всі елементи, за винятком опорної рами, виготовлені з алюмінієвих листів, опорна рама виготовлена зі сталевих оцинкованих листів, що забезпечує стійкість та добрий антикорозійний захист. Теплообмінники вироблені на базі мідних трубок і алюмінієвих пластин з алюмінієвими або сталевими піддонами для збору конденсату. Агрегати складаються з секцій, тож їх легко транспортувати і монтувати. Між охолоджувачем та нагрівачем влаштована ревізійна камера для обслуговування теплообмінників.

Котел повинен забезпечити відповідну максимальну потужність і зміну її відповідно до необхідних параметрів. Тому рекомендується застосовувати газові котли або котли на рідкому паливі. Твердопаливні котли не рекомендуються, оскільки мають досить малу можливість регулювання потужності. Також потрібно вибрати тип котла: водяний або паровий. З точки зору контролю мікроклімату, безумовно, кращим рішенням є паровий котел. По-перше, ми маємо постійну температуру теплоносія, по-друге, паровий котел дає нам можливість контролювати вологість парою (не потрібен додатковий парогенератор), по-третє є джерелом пари для дезінфекції.

Чиллер – це пристрій, який охолоджує водний розчин гліколю, забезпечуючи постійну температуру охолоджуваної рідини для охолоджувача в кліматичній установці. Охолодження є серйозною проблемою для багатьох виробників, які хочуть добитися врожаїв високої якості, протягом усього року. Багато грибовиробників шукають альтернативні джерела вкладаючи гроші в системи подачі колодязної води. В літку при найбільшому навантаженні на один охолоджувач може бути потрібно аж до 15 м³ холодної води на годину, з чим колодязь навряд чи справиться. В багатьох випадках колодязна вода насичена великою кількістю солей, що призводить до зменшення діаметрів трубок охолоджувача і може вивести його з ладу. Такі системи, які мали б знизити вартість всієї системи часто призводять до додаткових грошових вкладень, а також до зупинки виробництва під час експлуатації.

Система складається з повітропроводів розведених по всій довжині залу вирощування з відповідними отворами через які доходить повітря з необхідними параметрами. Швидкість руху повітря над поверхнею вирощування при вологості 90...95 % не повинна перевищувати 2,4 м/с, а при 80-85% – не більше 0,6м/с. Тому цю систему також потрібно відповідно запроектувати, щоб забезпечити приплив повітря з необхідною швидкістю по всіх зонах вирощування.

Комп'ютер – один з найважливіших елементів системи керування мікрокліматом залів вирощування шампінйонів. До нього весь час надходять дані з усіх давачів температури, вологості і концентрації CO₂ і на основі налаштувань, які були задані технологом, програмне забезпечення коректує мікроклімат до рівня, який був заданий.

Це досягається шляхом:

- відкриття або закриття клапанів охолоджувача чи нагрівача
- регулювання заслінок свіжого та рециркуляційного повітря
- регулювання продуктивності вентилятора
- відкриття або закриття клапана, пари або води, для зволоження

Керуючий комп'ютер повинен показувати актуальні технологічні параметри в залі вирощування. В випадку виходу з ладу чи неможливості дотримання необхідних параметрів повинен сигналізувати про помилку. При великій кількості залів для вирощування має бути можливість підключення автоматики управління до стаціонарного комп'ютера з керуванням з одного приміщення. Передове програмне забезпечення дозволяє звести до мінімуму відхилення від обраного клімату, зменшити витрату тепло і холодоносія, оптимізувати витрати при осушенні і зволоженні завдяки інтелектуальному прогнозуванню результатів.

75. М.В. Колотило, Поліський національний університет

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І КЛАСИФІКАЦІЯ МЕХАНІЗОВАНИХ СТАЦІОНАРНИХ КОРМОРОЗДАВАЧІВ

Стаціонарні кормороздавачі відрізняються конструкцією, принципом дії, розташуванням щодо годівниць, типами робочих органів, способами і місцями завантаження, ступенем автоматизації, техніко-економічними показниками.

Велика частина транспортерів монтується безпосередньо в кормушках. Ці роздавальники прості за конструкцією і в управлінні, мають невисоку металоємність, не займають корисну площу тваринницьких приміщень. Однак вони мають і цілий ряд недоліків. Кормороздавачі, розташовані в годівницях, повинні строго поєднуватися з розмірами годівниць. Для них потрібні приводи збільшеної потужності і більш міцні тягові органи, так як такі кормороздавачі транспортують всю масу разової видачі корму групі тварин. Під час роздачі корму годівниці потрібно захищати ґратами, щоб не травмувати тварин. Робочі органи деяких з цих роздавальників (шнекових, скребкових) заважають худобі їсти корм, внаслідок чого збільшуються відходи, так як не з'їдений корм примусово викидається з годівниць перед наступною роздачею. Переміщення кормової маси

всередині годівниці від одного кінця до іншого сприяє переносу інфекції, що не задовольняє вимогам зоогігієни.

Кормороздавачі, розташовані над годівницями, дозволяють поєднувати процеси роздачі і поїдання корму тваринами, за рахунок чого збільшується загальна тривалість роздачі кормів, що дозволяє знизити потужність електроприводів. Такі роздавальники більш рівномірно роздають корми, завдяки винесенню робочих органів транспортерів за межі годівниць знижуються відходи. Відпадає потреба в огороженні годівниць під час роздачі корму, якісніше забезпечуються вимоги зоогігієни.

До недоліків кормороздавачів розташованих над годівницями, відносяться підвищена витрата матеріалів на підтримуючий пристрій або опорні конструкції і складність механічного очищення годівниць від залишків корму. Ці кормороздавачі більш складні в конструктивному виконанні, ніж кормороздавачі, розташовані в годівницях, вимагають особливо ретельного технічного обслуговування, в ряді випадків мають більш низький коефіцієнт експлуатаційної надійності. Не випадково кормороздавачі, розташовані над годівницями, випускаються промисловістю лише невеликими серіями.

Найбільшого поширення на фермах отримали конструкції кормороздавачів, розташованих усередині годівниць.

Скребковий транспортер типу ТВК-80А – це замкнутий контур, одна гілка якого рухається по дну годівниці а інша – під дном. На кінці транспортера є приймальний лоток, в який корми подаються з тракторного візка КТУ-10, Скребки транспортера захоплюють порції кормів і переміщують їх уздовж всієї годівниці. Як тільки годівниця заповниться, транспортер зупиняють.

Стрічкові транспортери універсальні (можуть роздавати корми різних видів), менш енергоємні в порівнянні зі скребковими, більш продуктивні, що не сепарують кормо суміш на фракції, безшумні в роботі.

У кормороздавачів ТРЛ-100 і РК-50 в якості платформи застосований стрічковий транспортер, встановлений на напрямних над годівницями. Транспортер скидає корми в одну з половин годівниці з торця при одночасному переміщенні їх і платформи. Друга половина годівниці заповнюється при зворотному ході.

Тросово-стрічкові і ланцюгово-стрічкові кормороздавачі зворотно-поступальної дії за принципом роздачі схожі з кормороздавачами скребкового типу, розташованими в годівницях. Вони транспортують разову норму видачі кормів від місця завантаження до кінця ряду годівниць. Щоб зменшити витягування і знос стрічки, а також знизити вартість транспортера, в таких роздавачах частина стрічки замінюють тросом (ланцюгом), який приводить стрічку в рух.

Застосування стрічки дозволяє роздавати практично будь-який корм, крім рідкого. У порівнянні зі скребковими транспортерами ці роздавачі мають більш високу продуктивність, вони більш рівномірно роздають корми і не поділяють їх на фракції.

На молочнотоварних фермах і комплексах України застосовують транспортери ТВК-80Б, КЛО-75 і КЛК-75. Стрічка у транспортерів ТВК-80Б прогумована, а у транспортерів КЛО-75 і КЛК-75 – сталева. Сталева стрічка в 5...10 разів дешевше прогумованої, під час експлуатації не розтягується і служить значно довше прогумованої.

76. В.К.Палійчук, М.Марченко, Д. Матвійчук Поліський національний університет **ПРИСТРОЇ ВБУДОВАНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ЗАХИСТУ**

Пристрої вбудованого температурного захисту (ПВТЗ) призначені для захисту від перегріву електродвигунів, в обмотки яких вбудовані датчики температури. Як датчики температури найчастіше застосовуються напівпровідникові резистори (позистори) СТ14-15 і СТ14-1А, провідність яких стрибкоподібно зменшується при температурах 105 і 130 °С відповідно. Позистори вбудовуються в лобові частини кожної фазної обмотки і з'єднуються послідовно. Температурні характеристики позисторів наведені на рис. 1.

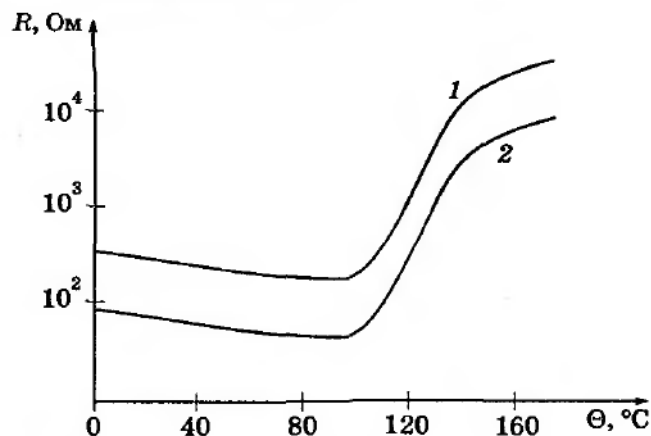


Рис. 1. Температурні характеристики позисторів: 1 – СТ14Б; 2 – СТ14А.

На рис. 2. зображена схема ПБТЗ, призначеного для використання спільно з електромагнітними пусками в трифазних мережах напругою 220/380 В.

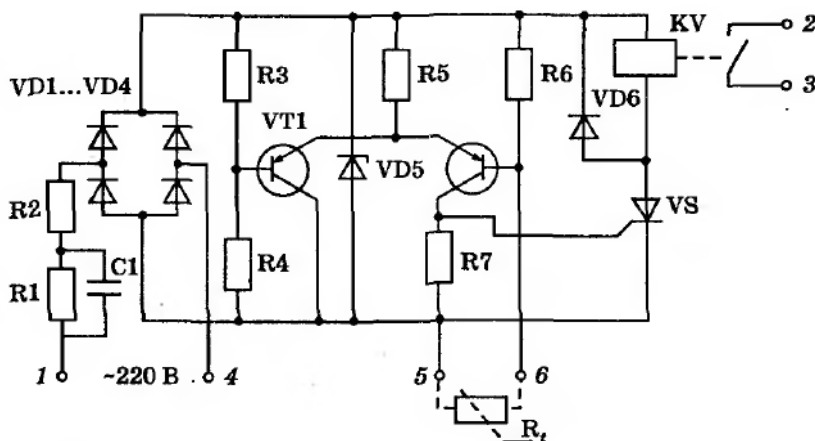


Рис. 2. Принципова електрична схема ПБТЗ

При нагріві електродвигуна під час його роботи під навантаженням нагріваються і позистори R_t , а їх опір збільшується. При температурах нижче 105...135 °С збільшення опору позистора R_t незначно. Транзистор VT2 при цьому відкритий, VT1 – закритий, а на керуючому електроді тиристора VS буде потенціал, позитивний щодо катода. Тиристор відкриється, спрацює реле KV, яке своїм контактом включить котушку магнітного пускача, керуючого електродвигуном. При збільшенні температури обмоток електродвигуна вище допустимої опір позисторів різко зростає, в результаті чого транзистор VT2 закриється, а VT1 – відкриється. Закритий транзистор VT2 відключить струм управління тиристором VS, і він закриється. Котушка реле знеструмиться, а його контакти розірвуть ланцюг живлення котушки магнітного пускача, який відключить електродвигун. При обриві ланцюга датчиків температури пристрій не дозволить включити електродвигун в мережу.

Пристрої убудованого температурного захисту забезпечують більш ефективний захист електродвигунів від перевантаження, ніж теплові реле, які є пристроями непрямої, дії, тому їх установка не завжди відповідає істинній температурі обмоток електродвигуна.

77. Є.А. Пасічник, С.С. Лясоцький, Поліський національний університет

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Підвищення коефіцієнта потужності може бути здійснено так званими природним (без застосування спеціальних пристроїв) і штучним (застосовують спеціальні пристрої для компенсації реактивної потужності) способами.

Для природного підвищення характерні наступні основні заходи:

- вибір електродвигунів з номінальною потужністю, чи майже рівній потужності робочої машини, повна їх завантаження та обмеження часу холостого ходу;

- застосування електродвигунів з більш високим $\cos \phi$ (високошвидкісних, на кулькових підшипниках);

- перемикання обмоток електродвигуна при навантаженні менше 50% номінальної потужності з трикутника на зірку (таке перемикання можливо, якщо лінійна напруга мережі дорівнює номінальній напрузі фази електродвигуна);

- застосування в перші роки експлуатації мережі трансформаторів з номінальною потужністю, дещо меншою максимальної розрахункової потужності споживачів, якщо остання визначена з перспективою розвитку на найближчі 5...7 років;

- відключення одного з паралельно працюючих трансформаторів при значному зниженні навантаження.

Якщо всі ці заходи не дають потрібного ефекту, то вдаються до штучних способів підвищення $\cos \phi$ тобто встановлюють спеціальні пристрої для компенсації реактивної потужності.

Як сучасна альтернатива для компенсації реактивної потужності були розроблені і серійно виробляються різні установки, серед яких можна виділити:

1. Регульовані установки серії УККРМ5, УККРМ6 на напругу 0,4 (0,66) кВ потужністю 5...1000 кВАр з кроком регулювання від 5 кВАр;

2. Регульовані і нерегульовані установки серії УККРМ 7 на напругу 6 (10) кВ потужністю 50...10000 кВАр з кроком регулювання від 50 кВАр;

3. Установки конденсаторні в блочно-модульній системі контейнерного типу на базі УККРМ5, УККРМ6, УККРМ7.

Відмінні риси цих конденсаторів:

- Використання 3-х фазних конденсаторів: дозволяє значно, в порівнянні з однофазними конденсаторами, скоротити масо-габаритні розміри установок, кількість проводів і контактних з'єднань; збільшити надійність.

- Конденсатори оснащені вбудованими розрядними модулями: розряд конденсаторів відбувається по 0,4 кВ до 50 В за 60 сек.; по 6...10 кВ до 75 В за 10 хв. Це збільшує безпеку обслуговуючого персоналу; виключає перевантаження конденсаторів при повторному включенні.

- Екологічність: екологічно чистий і безпечний наповнювач інертний газ (або синтетичне масло) не становить загрози для людей і навколишнього середовища;

- Простота утилізації відпрацьованих конденсаторних банок;

- Самовідновлювальний діелектрик: здатність конденсаторів тривалий час зберігати паспортні значення.

- Безпека обслуговування і захист від розриву: конденсатори оснащені запобіжниками – переривниками, що спрацьовують в будь-якому випадку надлишкового тиску всередині банки. Це може статися при перевантаженні по струму, перегрів, в кінці терміну служби через велику кількість самовідновлювальних пробів.

У низьковольтних установках УККРМ 0,4; 0,66 кВ використовують спеціальні пускачі з попередньо замкненими контактами, які послідовно з'єднані з резисторами попередньої зарядки для погашення великих пускових струмів. В установках УККРМ 6-10 кВ для цих цілей використовують спеціальні вакуумні контактори для комутації ємнісних навантажень і демпфуючі реактори.

Регулятор реактивної потужності:

Кількість ступенів регулювання: до 6 при NOVAR 1005 1206; до 8 при NOVAR 1007 або до 14 при NOVAR 1114, 1214.

Цифровий регулятор реактивної потужності NOVAR, має такі відмінні риси:

Підключення: вимірювані сигнали можна підключити до регулятора в довільній комбінації, тобто довільне фазна або лінійна напруга і струм будь-фази.

Режим роботи автоматичний і ручний. В ручному режимі можливе введення необхідних параметрів:

- Косинус – від 0,80 індуктивного до 0,90 ємнісного.

- Час перемикання ступенів – від 5 до 1200 сек.

- Блокування повторного включення ступені – від 5 до 1200 с.

В автоматичному режимі автоматично визначається як спосіб підключення, так і величина окремих приєднаних компенсуючих ступенів.

Підключення та відключення компенсуючих конденсаторів здійснюється так, щоб необхідний косинус був досягнутий одним циклом регулювання і мінімальною кількістю перемикаються ступенів.

Прилад вибирає окремі ступені з урахуванням їх рівномірного завантаження і спочатку підключає ступені, які були відключені раніше за все і їх залишковий заряд мінімальний.

Мікропроцесорний регулятор дозволяє проводити вимірювання параметрів мережі з висновком результатів на його дисплеї: косинус, напруга, струм, рівень і зміст вищих гармонік. Вбудований інтерфейс KS232/KS485 дозволяє передавати результати вимірювання в пам'ять віддаленого комп'ютера.

78. Н. Романчук, Поліський національний університет

ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ТА НАЛАДКИ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ НА ФЕРМАХ ВРХ

Монтаж і налагодження електрообладнання в більшості сільськогосподарських підприємствах проводиться власними силами, персоналом, який має необхідну кваліфікацію і досвід. Так як в господарствах невелика кількість електрифікованого обладнання, а отже невеликий обсяг робіт, немає необхідності вдаватися до допомоги спеціальних монтажних-налагоджувальних служб.

Монтажні роботи проводяться на підставі матеріалів технічних проектів об'єкта, інструкцій по монтажу обладнання та проекту виконання монтажних робіт.

Після завершення монтажу проводяться персональні роботи, а саме здійснюються настройка машин і устаткування, приладів і засобів автоматизації на заданий режим, комплексне випробування і обкатка обладнання під навантаженням, а також проводиться навчання експлуатаційного персоналу правильному, безаварійного та ефективному використанню обладнання.

У пусконалагоджувальних роботах виділяють підготовчий, пусконалагоджувальний і заключний етап.

Підготовчий етап включає в себе наступні роботи:

- а) ознайомлення з технічною документацією обладнання та технологією виробництва;
- б) технічний огляд устаткування і окремих його елементів, виявлення відхилень, дефектів, складання дефектних відомостей;
- в) розробка проекту та графіка пусконалагоджувальних робіт;
- г) перевірка усунення дефектів, виявлених в обладнанні.

У пусконалагоджувальний період виконуються також роботи:

- а) контрольне випробування і випробування обладнання в холосту з регулюванням окремих вузлів до необхідних розмірів і норм;
- б) випробування обладнання під навантаженням з регулюванням всіх параметрів до отримання необхідних номінальних характеристик;
- в) налагодження режимів роботи за кількісними та якісними показниками, а також комплексне випробування обладнання, що входить в технологічну лінію;
- г) проведення верстатних випробувань обладнання на експлуатаційних режимах;
- д) навчання експлуатаційного персоналу замовника правилам експлуатації обладнання.

На заключному етапі виконуються:

- а) напрацювання рекомендацій щодо забезпечення безперебійної роботи обладнання і досягнення оптимальних режимів експлуатації;
- б) розробка рекомендацій з техніки безпеки і виробничої санітарії;
- в) складання технологічного звіту по пусконалагоджувальних роботах.

Основним документом, за яким організовують технічну експлуатацію електрообладнання, служить річний графік технічного обслуговування і ремонту. Вихідними даними для складання графіка є: карта обліку електрообладнання, нормативи системи ППРЕСХ і графік зайнятості електрифікованих об'єктів.

Для забезпечення перспективності технологічних процесів технічне обслуговування і ремонт проводять в технологічних перервах. Виконує поточний ремонт електрообладнання планують одночасно з поточним ремонтом технологічного обладнання. Разом з тим графік повинен забезпечувати: рівномірне завантаження електромонтерів протягом доби, місяця, року; мінімальні втрати на різного роду підготовчі заходи; дотримання періодичності профілактичних заходів.

За характером навколишнього середовища, добової зайнятості електрообладнання і нормативам ППРЕСХ визначаємо періодичність ТО і ПР.

Для забезпечення рівномірного і повного завантаження електромонтерів при складанні графіка доцільно поєднати терміни ТО і ПР для декількох видів електрообладнання, розміщених в одному приміщенні. Терміни можна поєднувати в межах допустимого інтервалу періодичності. Так в сухих і вологих приміщеннях періодичність ТО всіх видів електрообладнання може бути прийнята рівною або кратною трьом місяцям, в сирих і запиленіх приміщеннях – 2 місяці, а в особливо сирих з хімічно активним середовищем - 1,5 місяця.

79. Л.Г. Савченко, Б.В. Ковальов, П.М. Макачук, О.О. Артемчук, М.В. Горпиняк, Поліський національний університет

КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ У СІЛЬСЬКИХ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

До початку 2000 р. приблизно 30 % ПЛ (630 тис. км) і ТП (140 тис. шт.), які забезпечували електропостачання 153000 сільських населених пунктів, підприємств агропромислового комплексу й об'єктів соціальної сфери, а також промислових підприємств, малих міст і селищ міського типу, розташованих на сільській території, відробили нормативний строк. до 2010 року ця величина складе 40 %. Щорічно частка ушкоджень трансформаторів напругою 6...10/0,4 кВ становить ~ 2,5 % (1300 штук), а трансформаторів напругою 35... 110 кВ ~ 1,2 % від числа встановлених.

Рівень автоматизації розподільчих мереж досить низький. У мережах 10 кВ відсутнє лінійне комутаційне електрообладнання, що ускладнює процес їх автоматизації. У мережах 0,4...10 кВ втрачається до 12 % електроенергії, при цьому значно комерційні втрати значно виросли.

Енергетичний потенціал села та електроємність сільськогосподарської продукції збільшує залежність обсягів виробництва та якості продукції від кількості споживаної електроенергії й від якості електропостачання. Сільське електропостачання є централізованим, проте сільські мережі мають низку особливостей, що відрізняють їх від міських мереж. Велика кількість віддалених один від одного споживачів порівняно малої потужності й радіальна побудова мереж створюють труднощі в забезпеченні надійності електропостачання. Частіше, ніж у міських мережах, застосовуються лінії виконані проводами малих перетинів і трансформатори малої потужності, що викликає підвищену втрату потужності й падіння напруги в мережах. Значна частка загальних витрат припадає на розподільні мережі середньої й низької напруги.

За рівнем електроспоживання й складності електрообладнання великі тваринницькі комплекси та птахоферми відповідають промисловим підприємствам, річне електроспоживання комплексу по відгодівлі великої рогатої худоби становить 6 млн. кВт*годин/рік, а птахофабрики - 8 млн. кВт*годин/рік. Витрата електроенергії вентиляційними установками на птахофабриках, фермах великої рогатої худоби й свинофермах досягає 50...60%, а освітлювальними й опромінювальними установками – 41 35...38% від загального споживання електроенергії. Потужними споживачами електроенергії в птахівництві є автоматизовані системи мікроклімату і інкубатори. Температурний режим особливо необхідний для утримання молодняка, коли механізми терморегуляції ще не встановилися. У якості локального обігріву застосовують електронагрівальні килимки, панелі й інфрачервоний обігрів молодняку тварин. Застосування автоматизованого електрообігрівання, у порівнянні з нерегульованим обігрівом від котельні, збільшує продуктивність тварин і птаха майже у два рази. Електромеханізація підготовки кормів дозволяє різко знизити витрати праці й засобів на одиницю тваринницької продукції. Знизити витрати праці на 75-90%, а на окремих агрегатах - в 20-25 разів.

Електроустановки відіграють важливу роль на молочних фермах при доїнні, охолодженні й обробці молока. Процеси збирання й транспортування гною, а також подачі води механізовані практично на всіх тваринницьких фермах.

У рослинництві електрична енергія застосовується для післязбиральної обробки продукції, у меліорації, і особливо ефективна при вирощуванні овочів в умовах захищеного ґрунту. У господарствах за допомогою електричних вентиляційних установок виробляється сортування, сушіння й зберігання зерна, сушіння льону, готування сінного борошна. Установки для первинної обробки зерна є у всіх господарствах зернового напрямку. Потужні очищувально-сушильні

комплекси дозволили підвищити продуктивність праці в 8-10 разів. Значно знизилася собівартість обробки товарного зерна, механізовані його навантаження й вивантаження.

Вирощування овочів в умовах захищеного ґрунту є самим енергоємним виробництвом у сільському господарстві. При сучасних технологіях, теплоенергетичному обладнанні й конструкціях теплиць витрата електричної енергії на обігрів ґрунту й повітря, регулювання температури й вологості в середньому по країні становить приблизно 80 кВт·рік на 1 м² у рік.

У меліорації сільськогосподарських угідь все більше поширення для зрошення земель одержують електроустановки, виконується переведення існуючих дизельних насосних станцій зрошення на електричний привод.

Електрифікація технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві дає значний економічний ефект, але робить процес виробництва сільськогосподарської продукції більше чутливим до якості електропостачання.

Основним сільським споживачем електроенергії є галузь тваринництва, що витрачає в середньому по роках 58% усього обсягу споживаної на виробничі потреби електроенергії, і темпи росту електроспоживання у тваринництві вище, ніж у рослинництві. Головною причиною значного споживання електроенергії у тваринництві є перехід до індустриальних технологій виробництва продукції. Зменшення площі й обсягу на одну голову худоби в 2-3 рази й збільшення розміщення щільності птаха в 4 рази викликали необхідність створення мікроклімату на комплексах і птахофабриках. Ускладнилася проблема видалення й утилізації відходів при збільшенні розмірів підприємств. З'явилися додаткові енергетичні витрати на котельні, насосні станції й інші допоміжні служби. Електрифікація теплових процесів у значній мірі сприяла збільшенню обсягів електроспоживання.

У рослинництві автоматизація процесів регулювання завантаження комбайнів, керування зерноочисними комплексами, підтримки температури й вологості в складських приміщеннях вимагають підвищених енерговитрат, розширюються можливості застосування електроенергії в зрошуваному землеробстві. У цей час у рослинництві області витрачається в середньому 21% електроенергії.

Особливості процесу виробництва й розподілу електроенергії (швидкоплинність процесів, що протікають, неможливість створення значних її запасів) перетворюють надійність електропостачання в найважливіше з умов ефективної й ритмічної роботи сільськогосподарських підприємств.

На початкових етапах електрифікації збиток від перерв в електропостачанні був незначним, тому що електрифікувалися лише окремі технологічні процеси. При перервах в електропостачанні завжди можна було замінити роботу електроустановок ручною працею. У міру розвитку комплексної механізації й автоматизації виросла продуктивність праці й істотно скоротилася чисельність обслуговуючого персоналу. Стало все складніше або практично неможливо залучати додаткову робочу силу для виконання робіт вручну й забезпечувати нормальну роботу підприємства в подібних ситуаціях.

Підприємства промислового типу по виробництву тваринницької продукції, тепличні комплекси з мінімальним використанням ручної праці й інтенсивним виробництвом продукції особливо чутливі до перерв електропостачання. На таких підприємствах "ціна" перерви в електропостачанні особливо висока.

Порушення режиму електропостачання й збитки викликають також неповнофазні режими, які виникають у результаті обриву проводів ліній електропередавання, не включення одного з ножів роз'єднувача або контакту вимикача, перегорання запобіжників на одній з фаз на трансформаторній підстанції та ін. Неповнофазні режими можуть виводити з ладу електрообладнання; відомі випадки масового виходу з ладу електродвигунів.

Труднощі в забезпеченні надійності електропостачання в сільських електричних мережах створюють протиріччя між підвищенням категорійності споживачів, і тим самим, підвищенням вимог до надійності електропостачання, з одного боку, і скороченням чисельності обслуговуючого персоналу й невисокою його кваліфікацією, з іншого. Додаткові труднощі створює розкиданість і далекість об'єктів від ремонтної бази, велика залежність від погодних умов.

Найменш надійними елементами сільських електричних мереж є повітряні лінії електропередачі; на їхню частку доводиться більшість всіх порушень у мережах. Частіше інших

зустрічаються такі причини відключень, як ушкодження проводів й пробій кабелю (від 22 до 40% у різні роки при середньорічному значенні 32%); вони ж викликають і найбільшу тривалість перерв, відповідно 28...36% і 33%. В 12...28% 42 випадків відзначалася несправність у споживачів, в 16...27% випадків - пробій ізоляторів і в 6...12% - ушкодження опори лінії електропередач.

Показники надійності електропостачання істотно залежать від рівня експлуатації мереж і від конфігурації мережі самого споживача, ступеня надійності її елементів. Вибір тієї або іншої схеми електропостачання залежить від конструктивного виконання ліній і підстанцій, довжини ліній і переданої по них потужності навантаження, характеру споживачів, які живляться від мережі, і вимог, пропонованих ними відносно надійності електропостачання. Питання підвищення надійності електропостачання можуть бути вирішені лише при наявності достовірної інформації про причини й тривалість перерв.

Аналіз причин пошкоджуваності і їхніх структур необхідний для оптимізації схеми електропостачання за умовою надійності, організації ремонтної служби й визначення розмірів страхового фонду. Витрата електроенергії в мережах зростає при несиметричному навантаженні. Несиметрія навантаження може викликати збільшення витрати електроенергії в сільських мережах в 1,5 рази в порівнянні із симетричним навантаженням. Зниження несиметрії струмів дозволить зменшити витрату електроенергії в лініях 0,38 кВ і на споживчих підстанціях. Незважаючи на зростання тарифів на електроенергію більшістю господарств не розробляються заходи щодо електросбереження й потрібні рішучі кроки як енергопостачальних організацій, так і споживачів по раціональній і ощадливій витраті електроенергії при передачі й розподілі її по сільських мережах.

Проаналізувавши всю сукупність заходів та наявні фінансові можливості мережевої компанії й доступних засобів підвищення надійності і якості електропостачання, пропонується як першочергові запропонувати підтримуючі заходи.

1. Для територіальних розподілених і відносно малопотужних споживачів АПК найбільш реальним є впровадження таких технологій: малої гідроенергетики, вітроенергетичних установок, сонячного водонагріву, використання біомаси, отримання моторного палива з агрокультур, використання геотермальної енергії для теплозабезпечення (при глибині свердловин до 4 км). Актуальним для енергозабезпечення сільських районів є використання малих і мікро ГЕС. На малих річках України є сотні створів, які придатні для будівництва нових або відновлення старих малих ГЕС.

2. Використання енергії біомаси для сільських споживачів є одним з найбільш перспективних напрямків розвитку нетрадиційної енергетики, викликає мінімальні соціальні проблеми і є оптимальним з точки зору охорони навколишнього середовища. При цьому важливо, що розвиток біотехнологій одночасно дозволяє вирішити ряд супутніх проблем - видалення і дезактивація відходів і стоків сільськогосподарського виробництва, виробництва добрив, кормових добавок та інше.

3. Широке застосування при профілактичних оглядах і технічному обслуговуванні тепловізійного контролю елементів ЛЕП і обладнання підстанцій.

80. В.М. Савченко, О.В. Степанчук, І.В. Павлов, Поліський національний університет

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ ТА СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

Абразивне зношування це головна проблема всіх галузей народного господарства. Найбільше абразивному зношуванню піддаються деталі машин в гірничій галузі, будівництві та сільському господарстві. Під абразивним зношуванням розуміють проникнення твердих частинок або поверхневих нерівностей одного твердого тіла в поверхню більш м'якого твердого тіла. Результатом абразивного зношування є зняття стружки або подряпини більш м'якого матеріалу.

Абразивне зношування поділяється на дві основні групи: зношування двох тіл (two body abrasive wear) та зношування трьох тіл (three body abrasive wear) (рис. 1). При абразивному зношуванні двох тіл шорстка поверхня, жорстко закріпленні і абразивні частинки або інструмент взаємодіє з поверхнею видаляючи матеріал. При абразивному зношуванні трьох тіл абразивні частинки затримуються між двома поверхнями, які разом з абразивними частинками утворюють

три тіла. Величина зносу при абразивному зношуванні трьох тіл, як правило, значно менша в порівнянні зі зношуванні двох тіл.

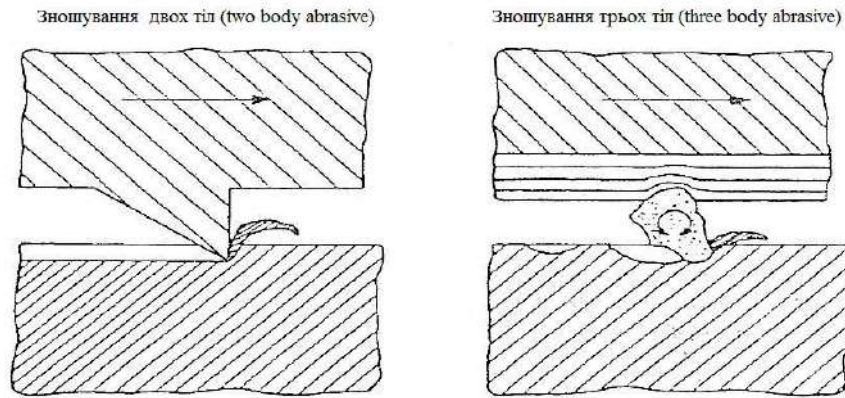


Рис. 1. Види абразивного зношування відповідно до міжнародної класифікації.

Фундаментальні дослідження по вивченню механізму та характеру зношування двох тіл (two body abrasive wear) представлені в роботі Хрущова М. М. та Бабічева М. А. . В даній роботі встановлено , що в процесі зношування поверхні металів знос виникає в результаті двох процесів: зняття мікростружки та утворення канавок без видалення металу.

Деякі абразивні частинки контактують еластично з поверхнею металу, тоді як інші деформують поверхню і можуть видаляти матеріал. Встановлено, що нахил ріжучої поверхні, твердість матеріалу, форма ріжучої кромки та її орієнтація мають вирішальне значення для створення умов для зняття стружки. Критичний кут залежить від матеріалу і визначається коефіцієнтом тертя між контактуючими поверхнями, який у свою чергу залежить від форми частинок.

Знос матеріалу в режимі двох тіл – це складне явище, при якому одночасно протікають декілька процесів зношування. Основні механізми, що призводять до видалення матеріалу зазвичай ідентифікуються як «мікрооранка», мікрорізання та мікротріщини (рис. 2).

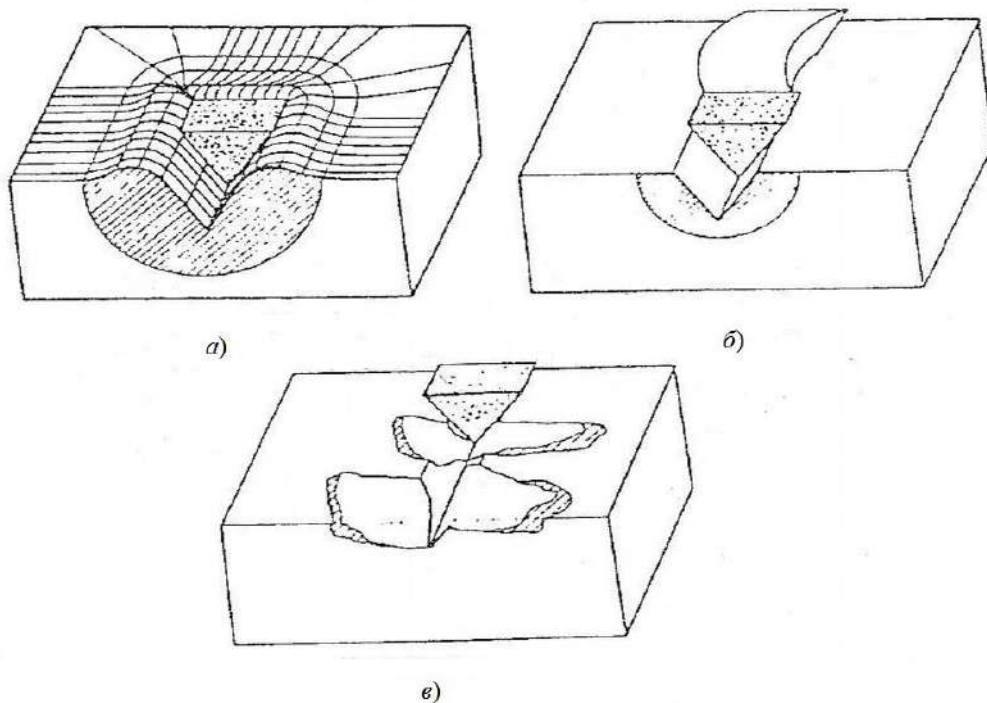


Рис. 2. Механізми абразивного зношування в режимі двох тіл: а) – «мікрооранка», б) – мікрорізання, в) – мікротріщини.

Під час «мікрооранки» матеріал пластично деформується і зміщується в сторони, утворюючи виступи вздовж канавок. Видалення матеріалу відбувається через низьку циклічну втому, при цьому багато абразивних частинок діють одночасно. Мікрооранка доволі часто може супроводжувати ріжучу дію або може бути попередником виникнення мікротріщини.

Під час протікання мікорізання матеріал видаляється у вигляді мікростружки з поверхні матеріалу.

Під час абразивного зношування абразивні частинки прикладають висококонцентровані напруження в точках контакту, що призводить до виникнення і поширення мікротріщин. В результаті такого механізму зношування утворюється велика кількість спрацьованого матеріалу. Інтенсивність зношування в такому випадку набагато вища за два попередні механізми.

Зношування трьох тіл (three body abrasive wear) поділяється на закритий відкритий типи (рис. 3).

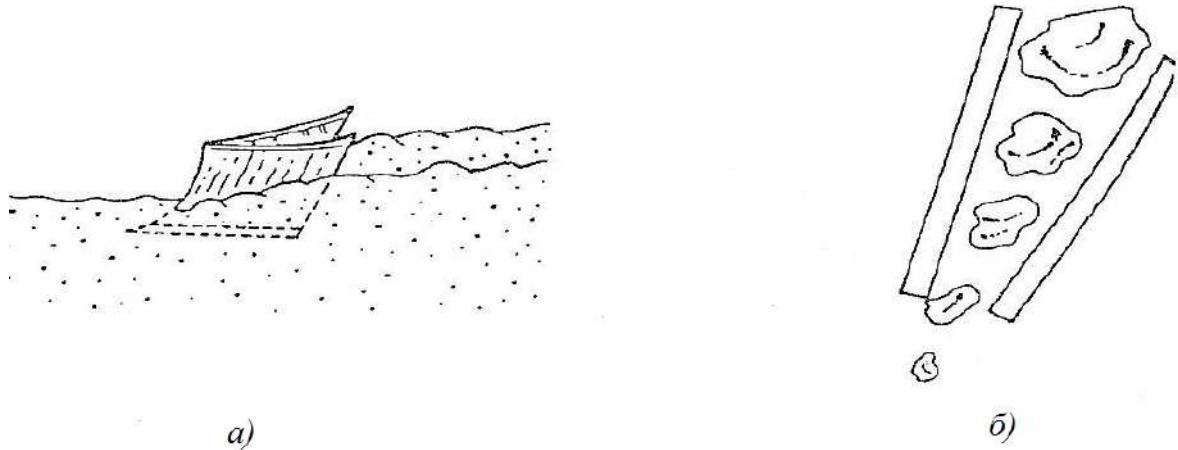


Рис. 3. Найбільш поширені механізми зношування при зношуванні трьох тіл (three body abrasive wear).

При закритому абразивному зношуванні абразивні частинки взаємодіють з двома поверхнями між якими вони знаходяться. В результаті частинки вдавлюються і осідають на більш м'якій поверхні, що в подальшому спричиняє абразивний знос. Цей тип зносу багато в чому нагадує ситуацію при зношенні за схемою взаємодії двох тіл (two body abrasive wear). Прикладом закритого зносу є щекова дробарка (рис. 3, б).

Зношування трьох тіл (three body abrasive wear) за відкритою схемою, відбувається коли дві поверхні знаходяться далеко один від одного або якщо лише одна з поверхонь бере активну участь у процесі зношування (рис. 3, а).

В сільському господарстві зношування трьох тіл (three body abrasive wear) за відкритою схемою є доволі поширеним явищем (робочі органи ґрунтообробних машин, екскаваторів, подрібнювачі та ін.).

При виробництві робочих органів і деталей машин, які піддаються абразивному зношуванню найчастіше використовують конструкційні та леговані залізобетонні сплави з вмістом вуглецю до 1%. Встановлено, що незначне збільшення вуглецю в діапазоні від 0 до 0,8% значно покращує стійкість до абразивного зношування. При збільшенні вуглецю понад 0,8% стійкість до абразивного зношування зростає, але не так помітно. Більшість аустеніт марганцевих сталей належать до цієї категорії і завдяки високій в'язкості доволі часто використовуються для виготовлення деталей, які піддаються абразивному зношуванню.

Зносостійкість залізобетонних сплавів залежить від фізико-механічних, хімічних та трибо технічних властивостей таких як: твердість, пластичність, здатність до зміцнення під час роботи, механічна стійкість, в'язкість та мікроструктури.

Ранніми дослідженнями встановлено, що збільшення твердості залізобетонних сплавів призводить до зростання стійкості до абразивного зношування. Це твердження справедливе за умови однакової мікроструктури та хімічного складу сплавів. Встановлено, що зміна мікроструктури призводить до зміни швидкості зношування. Експериментальні дослідження підтвердили, що найбільшою зносостійкістю до абразивного зношування володіють залізобетонні сплави, які мають мартенситну структуру.

Поверхні реальних тіл, виготовлених зі сталі, покритті твердими оксидними шарами незважаючи на це абразивні частинки мають здатність проникати в них. Одним із найбільш зустрічаємих абразивів в трибосистемах сільськогосподарських машин є кварцовий пісок. Він володіє твердістю від 85- до 1350 HV і здатен зношувати найтвердіші сталі. Абразив умовно можна

вважати твердим, якщо його твердість перевищує на 20% твердість сталі під час зношування і на 50% в початкових умовах. В багатьох роботах вказується, що зносостійкість залізвуглецевих сплавів визначається не початковою твердістю, а твердістю зношеної поверхні. Саме тому зміцнення поверхні сталі може бути неефективним із-за зменшення поверхневої твердості в результаті абразивного зношування.

Мікроструктура залізвуглецевих сплавів має суттєве значення на стійкість до абразивного зношування, а такі особливості як фазова структура, включення, хімічна сегрегація дефектів кристалів, текстура зерен та мікроструктурна неоднорідність можуть суттєво впливати на зносостійкість сплавів.

Одним із найпоширеніших інженерних прийомів для підвищення стійкості до абразивного зношування є зміцнення робочої поверхні. Основна мета поверхневого зміцнення – покращити зносостійкість деталей, не впливаючи на більш м'який і в'язкий матеріал основи. Поверхнєве зміцнення має ряд переваг перед зміцненням всього матеріалу деталі.

Існує два різних методи поверхневого зміцнення:

- Методи, що передбачають нанесення зносостійкого шару
- Методи, що передбачають модифікацію поверхні без будь якого нарощування або зміни розмірів.

Існують велика кількість способів нанесення зносостійких покриттів (електродуговий, лазерний, плазмовий, напilenня та ін.).

Один із перспективних способів нанесення зносостійкого покриття на деталі сільськогосподарських машин, які піддаються абразивному зношуванню є наплавлення порошкових матеріалів енергією лазерного випромінювання. Лазерне випромінювання підходить для локальної обробки матеріалів, оскільки тонкофокусоване, гнучке випромінювання, яке володіє високою концентрацією енергії. Для зміцнення поверхонь необхідні лазери з високою потужністю (більше 1 кВт). З моменту впровадження лазерних технологій (середина 1960-х років) найбільшого поширення набули газові лазери на основі CO_2 та ітрієві лазери. В останні роки набуває популярності ексімерний лазер. Ексімерні лазери – це газові лазери активним середовищем яких є фторид аргону або хлорид ксенону. Ці лазери використовуються в електронній промисловості і не можуть поставити під сумнів домінування лазерів на основі CO_2 .

CO_2 -лазер – це газовий лазер, активне середовище якого являє собою суміш п'яти відсотків вуглекислого газу з залишком гелію та азоту. Лазер видає потужність на довжині хвилі 10,6 мм при рівнях потужності від десятих частин ват до двадцяти п'яти кіловат. Промінь подається від лазера до заготовки за допомогою серії дзеркал та лінз у промінній трубі.

Однією з вимог до ефективної роботи CO_2 -лазерів є необхідність підтримувати температура газу приблизно на рівні 100-150 °C. Тепло, яке генерується електричним розрядом, що використовується для збудження молекули вуглекислого газу, може розсіюватися за допомогою одного з трьох типів газового потоку: повільного осьового потоку, швидкого осьового потоку та поперечного потоку.

Як для повільних так і для швидких осьових лазерів потоки газу паралельні оптичним осьовим лазерам. У лазерах з поперечним потоком потік газу знаходиться через оптичну вісь. Головною перевагою лазерів з поперечним потоком є їх висока потужність (більше 10 кВт). Вони особливо підходять для зварювання та наплавлення.

81. С.В. Міненко, І.Р. Кот, Поліський національний університет

ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Дизельні двигуни набули широкого розповсюдження в сільськогосподарській техніці (трактори, комбайни, вантажних автомобілів, оприскувачі та ін.). При нормальній роботі такі двигуни можуть забезпечити тисячі годин безперебійної роботи у разі дотримання системи обслуговування. Однак, в разі виникнення незначного відхилення в роботі двигуна це може призвести до втрати працездатного стану і значних економічних втрат. Саме тому пошук надійних, об'єктивних та «чутливих» методів контролю стану двигуна є першочерговою задачею.

Дизельні двигуни під час роботи використовують високий ступінь стиснення створюючи при цьому високий тиск і температуру, для виникнення процесу самозаймання паливної суміші. Слід відмітити також, що швидкість обертання колінчастого вала двигуна становить 3000 об/хв.. Висока

швидкість, високий тиск і висока температура збільшує ризики виникнення несправностей у двигуні. На рис. 1. представлено класифікація несправностей за системами та компонентами дизельного двигуна сільськогосподарських машин.

Одним із найменш надійним елементом дизельного двигуна є система впорскування палива, на яку припадає приблизно 45% всіх несправностей дизельних двигунів. Данні несправності безпосередньо впливають на ефективність двигуна, шкідливі викиди в атмосферу, шум двигуна та інші параметри. Також велика доля несправностей припадає на систему мащення. Несправності даної системи безпосередньо впливають на потужність двигуна, шкідливі викиди та інші параметри продуктивності двигуна

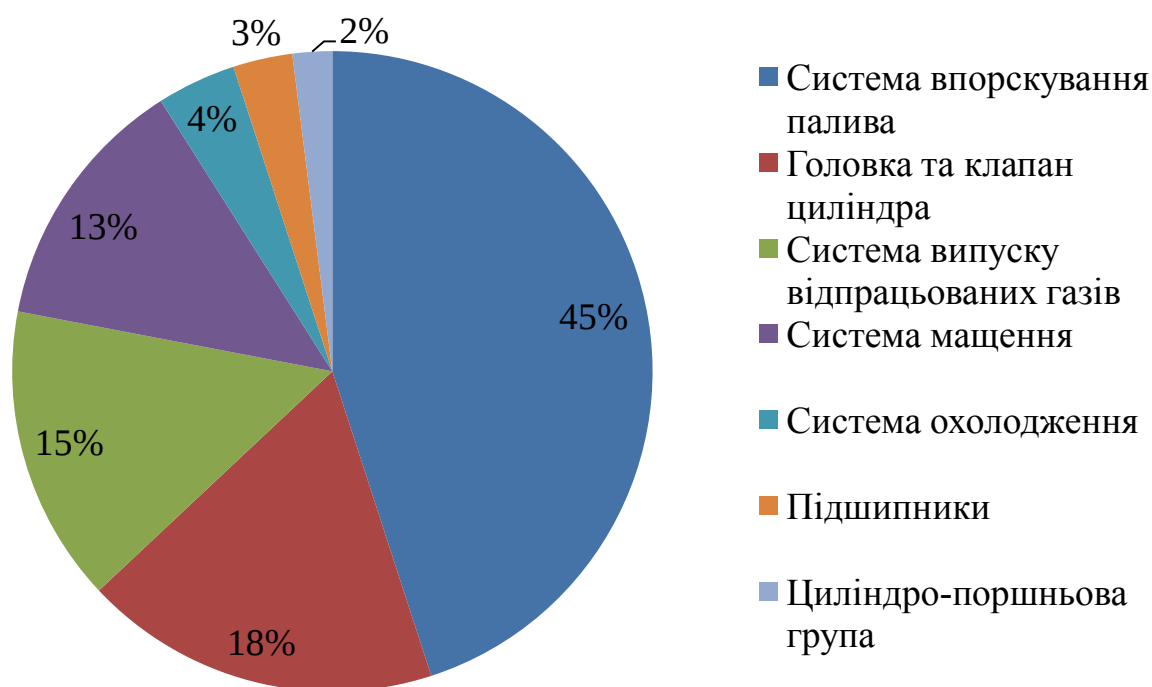


Рис. 1. Основні несправності дизельних двигунів

На сьогоднішній день продуктивність двигуна разом з його високою економічністю є дуже важливою характеристикою, а моніторинг стану двигуна використовується для гарантування і оптимізації даної характеристики. Традиційний підхід до обслуговування дизельного двигуна полягав у дотриманні системи планового технічного обслуговування, що базується на інструкції виробника. Цей підхід має два суттєві недоліки:

1. Періодичність технічного обслуговування базується лише на минулому досвіді роботи подібних двигунів;

2. Деталі та складові частини під час заміни часто знаходяться ще в працездатному стані.

Більш прогресивною системою технічного обслуговування є обслуговування по фактичному стану.

Для виявлення несправностей застосовують різні види діагностики та моніторингу стану дизельних двигунів, основні з них приведені з даному розділі.

Моніторинг вібрацій дизельних двигунів є одним з найважливіших методів виявлення несправностей та передбачення несправностей двигуна. Цей метод, слід віднести до перспективних в питаннях прогнозування технічного обслуговування та для прийняття рішень щодо проведення технічного обслуговування двигуна. Ось чому розуміння принципів методу моніторингу дизельних двигунів за допомогою вивчення вібрацій має величезне значення для технічного обслуговування.

Моніторинг вібрації збирає сигнали вібрації, що генеруються двигуном та аналізуючи їх визначає стан двигуна. Існує чимало причин для широкого застосування цього типу моніторингу і одна з головних причин полягає в тому, що кожен працюючий двигун виробляє вібрації різних типів. Друга причина – вібраційна система двигуна та його теоретична структури добре зрозуміла, що дозволяє передбачити особливості вібрації, виявлені за допомогою спеціальних приладів, таких як широкодіапазонні перетворювачі та зручні аналізатори. Третя причина полягає в тому, що можна уникнути значних витрат, наприклад шляхом вчасного ремонту двигуна. Крім того, удосконалення методів обчислення вібраційних сигналів дозволило значного зменшити кількість недостовірної

інформації. Через шуми і навколишнє середовище можуть виникнути труднощі у використанні моніторингу вібрацій. Незважаючи на переваги моніторингу вібрацій для визначення технічного стану двигуна ще не існує універсального моніторингу стану дизельного двигуна.

Існують різні методи обробки та збереження вібраційних сигналів:

1. Найпростіше, використовуючи значення піку, піку до піку або значення RMS для встановлення механічного стану двигуна.

2. Аналіз спектра, який перетворює вхідний сигнал часової області за допомогою процесів Фур'є. Використовується в основному для аналізу та діагностики тенденцій з певними частотами.

3. Аналіз конвертів або високочастотна резонансна техніка (HFRT) обмежує сигнали тих частот, які необхідно контролювати. Це пригнічує небажаний фон вібрації та дозволяє аналізувати огинаючі дані біля сигналу, скасовуючи небажані низькі частотні коливання.

4. Аналіз «центром» використовується для виявлення послідовності гармонік (або бічних смуг) у спектрах та для оцінки їх відносної сили. Це робиться за допомогою приймаючого логарифму амплітуди та реконструкції одного або декількох спектрів за допомогою останніх значень. Це має свій ефект для збільшення порівняльної значущості компонента найнижчої частоти.

Аналіз стану оливи набув широкого застосування при визначенні технічного стану дизельних двигунів. В першу чергу це пов'язано з інформативністю даного способу, оскільки склад оливи надає якісну інформацію про стан двигуна. Аналіз оливи особливо корисний коли застосувати діагностику за вібрацією є неможливим. Застосовують різні методи аналізу оливи:

1. Визначення в'язкості.
2. Метод детектора магнітних чіпів.
3. Ферографія.
4. Спектрографія.

Одним із якісних методів моніторингу стану дизельного двигуна є контроль тиску в циліндрах. У дизельних двигунах тиск в циліндрах можна вважати «пульсом» двигуна. Детальне визначенні тиску та кута кривошипа, при яких виникає піковий тиск, можуть бути частиною потужного діагностичного методу. Тиск у циліндрі є прямим показником ефективності горіння і використовується для оцінки співвідношення повітря та палива, а також оцінити час запалювання у двигунах.

Миттєвий контроль кутової швидкості маховика дизельного двигуна дозволяє об'єктивно оцінити тиск у циліндрах. Ця методика використовується для виявлення несправностей у системі впорскування палива та процесі згорання палива. Вона заснована на тому миттєва кутова швидкість маховика збільшується в міру спрацювання циліндра і зменшується при подальшому стисненні циліндра. Дана методика вимагає використання чутливих датчиків швидкості.

Акустична діагностика базується на аналізі акустичних або шумових сигналів, що виникають в дизельному двигуні під час роботи. Виявлення несправностей даним методом дуже залежить від здатності оператора запам'ятати «те що він чув раніше», коли двигун працював правильно.

Якість вихлопних газів дизельного двигуна містить інформацію, що стосується впорскування, згорання палива та системи мащення. За допомогою контролю вихлопних газів можна виявити велику несправностей такі як: несправності форсунки, неправильне запалювання, протікання клапана, погіршення мастила, а також можна зробити загальну оцінку роботи двигуна. Контроль якості вихлопних газів можна досягнути двома способами: хімічним аналізом вихлопних газів та фізичним вимірюванням кольору, температури, шуму тощо.

Діагностика методом вимірювання акустичної емісії застосовується для діагностування трубопроводів, трансформаторів, ракетних двигунів, вітрових турбін, корпусів кораблів та для прогнозування землетрусів. З точки зору фізики акустична емісія визначається як механічні хвилі, які створюються природнім шляхом різкого виділення накопиченої енергії. Сучасні методи вимірювання акустичної емісії базуються на виявленні хвиль від 10кГц до 1МГц. Цей діапазон є відносно високим і дозволяє кращого співвідношення сигнал/шум, ніж із сигналами вібрації або акустичними сигналами.

Акустична емісія – це акустична хвиля, що генерується матеріалом, а сигнал акустичної емісії – це електричний сигнал, що утворюється утворюється датчиком у відповідь на цю хвилю. Сигнали акустичної емісії зі сплесками часто представлені затухаючою синусоїдою.

Існує два види випромінювання акустичної емісії:

1. Дискретне випромінювання: висока амплітуда та високий викид енергії спричинено миттєвим явищем (утворення тріщин, вибух тощо);

2. Безперервне випромінювання: низька амплітуда та низький викид енергії (стабільний процес).

На рис. 2. показано замір датчика акустичної емісії в результаті прийняття сигналу від двигуна протягом двох обертів колінчастого валу.

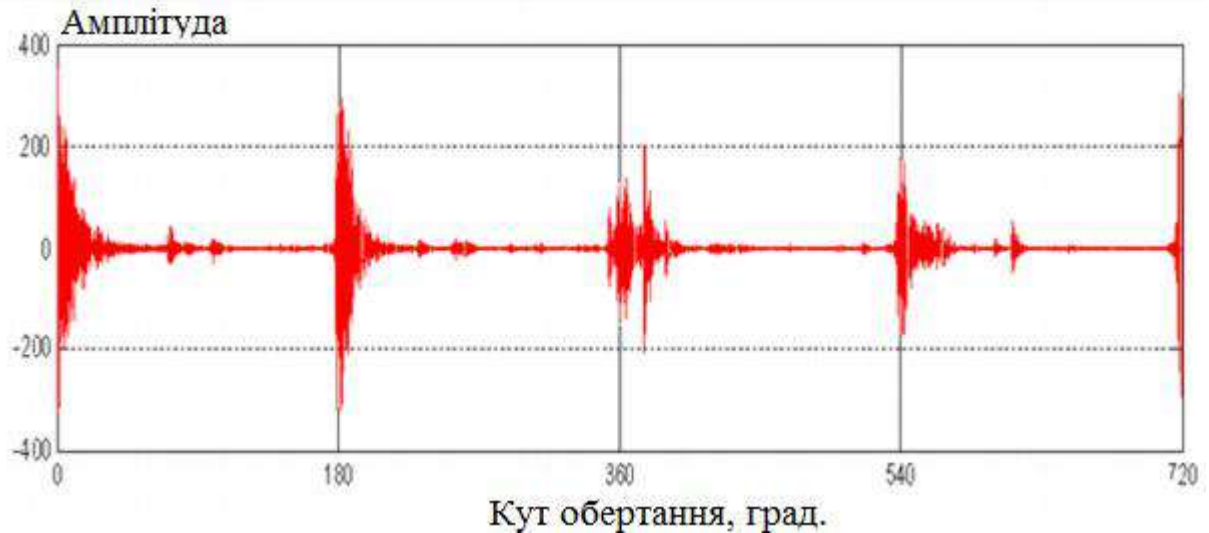


Рис. 2. Показники датчика заміру акустичної емісії, що представляють сигнал акустичної емісії для двох обертів колінчастого валу дизельного двигуна

Акустична емісія може генеруватися широким спектром можливих імпульсних джерел, які є в дизельних двигунах (процес горіння, рух пошня, стукіт клапана, потік газу та багато інших механічних явищ). Акустичний шум і вібрація, від даних процесів і явищ, призводить до утворення хвиль низької частоти і шуми з навколишнього середовища можуть їх спотворювати. Саме тому даний метод діагностики не набув широкого розповсюдження.

До переваг діагностування стану дизельних двигунів шляхом вимірювання акустичної емісії слід віднести:

1. Висока чутливість.
2. Діагностування можливо проводити в реального часу.
3. Раннє та швидко виявлення дефектів.
4. Нечутливий до структурних резонансів.

До недоліків діагностування стану дизельних двигунів шляхом вимірювання акустичної емісії слід віднести:

1. Забезпеченість вузькоспеціалізованими датчиками;
2. Слабкий сигнал (в порівнянні з вібрацією);
3. Швидко послаблення сигналу під час поширення вимагає, щоб датчик заміру акустичної емісії знаходився дуже близько до джерела сигналу.

82. С.В. Міненко, Ю.В. Яковчук, Поліський національний університет

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Зносостійкість і довговічність підшипників кочення значною мірою залежать від фізико-механічних характеристик, структури, хімічного і фазового складів поверхневих шарів. Для збільшення фактичної площі контакту і зменшення контактних напружень на доріжці кочення в початковий період роботи жолоби підшипників шліфують, забезпечуючи високий клас шорсткості. Проте, як показують дослідження, мікроступи (навіть на самих гладких поверхнях) при контактуванні з іншими поверхнями деформуються вже при невеликих навантаженнях. Розрахунки контакту циліндрів з різною шорсткістю показали, що контактні напруження залежать від шорсткості, а їх значення перевищують величини, що одержані на основі теорії Герца. Зменшення контактних напружень в зоні контакту можна досягнути раціональним конструюванням поверхні жолоба кільця, застосовуючи оптимальний радіус поперечного розтину канавки кільця підшипника та утворюючи поверхню жолоба спряженням двох криволінійних поверхонь; оптимізацією профілю

робочої поверхні тіла кочення (ролика), що забезпечує при певному навантаженні рівномірний розподіл робочого напруження на поверхні контакт. Одним із шляхів підвищення експлуатаційних характеристик підшипників кочення є створення на поверхні доріжки кочення регулярного мікрорельєфу у вигляді гвинтової канавки. Регулярний мікрорельєф формується на операціях шліфування і суперфінішування жолоба. Метод утворення регулярного мікрорельєфу розроблено в Саратовському державному технічному університеті. Він дозволяє одержати мікрорельєф з різними геометричними параметрами, які впливають на фактичну площу контакту доріжок і тіл кочення.

Однією з основних характеристик поверхні контакту, що значно впливає на зносостійкість і довговічність підшипників, є твердість доріжки кочення.

Досліджувалися підшипники кочення з різною твердістю доріжки, що змінювалася в діапазонах від 39-64 HRC і 180-1280 HV. Дослідження показали, що межа контактної втоми збільшується зі збільшенням твердості. При збільшенні твердості доріжки кочення з 39 до 64 HRC кількість мікровпадін на 1 мм^2 зменшувалась з 130 до 40. На відпалених і покращених зразках із сталі S45C з HV від 180 до 333 руйнування розпочиналося з утворення пітингів; на зразках тієї ж сталі після гартування і низького відпуску з HV 360-755 – з пітингів з відшаруванням; на цементованих зразках із сталі SNC21 і азотованих із сталі SAMC1 з HV 500-1280 – тільки з відшаруванням.

У деяких роботах показано, що лазерна обробка поверхні підшипників кочення сприяє збільшенню контактної витривалості і зносостійкості матеріалу підшипників. Зносостійкість сталі 9X після опромінювання лазером з оплавленням зростає пропорційно потужності лазерного випромінювання. Максимальний опір контактній втомі сталі 9X після лазерного гартування досягається при оптимальному поєднанні потужності та швидкості переміщення лазерного променя. Довговічність опромінювання лазером з оплавленням зростає пропорційно потужності лазерного випромінювання. Довговічність сталі 9X при циклічному контактному навантаженні корелює з параметром $z^3 \cdot H$, де: z – товщина, H – мікротвердість шару лазерного гартування. При $z^3 H \geq 20$ МДж контактної-втомної ресурс після лазерного гартування більший, ніж після стандартної термообробки.

Збільшення зносостійкості та довговічності підшипників кочення можна досягнути нанесенням на доріжку кочення покриттів. Проводились дослідження ділянки зношування підшипників кочення, що характеризувалася виникненням блискучих ділянок на доріжці кочення. Це зношування було обумовлено контактною втомою і з'являлося навіть після короткострокової (від 10 хвилин до 2 годин) роботи підшипника. Проводились порівняльні дослідження доріжок кочення і тіл кочення після традиційної обробки, після нанесення на них покриттів з TiN , MoS_2 і Ag методом осадження з парової фази, а також доріжок кочення, які після шліфування одержали термічну обробку в вакуумі. Топографію доріжки кочення аналізували за допомогою електронного мікроскопа. Було встановлено, що покриття TiN може загальмувати розвиток тріщин, що утворюються при роботі, завдяки високій твердості та зносостійкості TiN . Проте при контакті такого покриття з тілами кочення без покриття, відбувається інтенсивне зношування останніх. Покриття MoS_2 забезпечує задовільні антифрикційні властивості й високу зносостійкість. Блискучих ділянок втоми при застосуванні MoS_2 не спостерігалося. Термообробка в вакуумі дозволяє позбутись дефектних шарів, що виникали при шліфуванні, і підвищує твердість і зносостійкість доріжки кочення та зменшує деформації порівняно з гартуванням після нагріву в захисному середовищі.

Дослідженнями на контактну витривалість підшипникової сталі $M50$ при коченні з покриттями з TiN , які наносилися методом осадження в вакуумі з одночасною іонною імплантацією іонів N , показали, що в агресивному середовищі в розбавленому розчині NaCl довговічність сталі з покриттям товщиною 1 мкм в 4 рази вища порівняно із цією ж сталлю без покриття. При меншій товщині покриття швидко руйнувалося. Вказується висока адгезія покриття з основою. Автори стверджують, що підвищення довговічності підшипників відбувалося внаслідок сповільнення мікровикрихнення за рахунок частинок, що проникли в поверхню сталі.

У деяких дослідженнях контактної втоми сталей $P6M5$ і $20XH3A$ з покриттями із TiN в умовах тертя кочення в середовищі проточної води встановлено, що нанесення тонких TiN -покриттів збільшує контактну витривалість сталей при умові, що немає значної пластичної деформації матеріалу основи. Значне (в 1,7-2,5 рази) підвищення довговічності сталі $20XH3A$ в проточній воді

досягнуто в результаті хіміко-термічної обробки з подальшим нанесенням покриття з *TiN* методом магнетронного розпилення. Збільшення довговічності пов'язане з гальмуванням зародження і розвитку втомного руйнування зносо- і корозійностійкими покриттями.

За допомогою електронної мікроскопії досліджувались контактні втомні властивості при коченні покриттів з нітриду титану і міді на основі із підшипникових сталей в залежності від морфології, товщини, мікроструктури і хімічного складу плівок, що були нанесені електролітичним напиленням і металізацією іонами. Товщина покриття від 2000 Å до 2 мкм. Дослідження проводились на машині для випробувань на контактну втому при частоті навантаження 60 Гц в умовах мастила і при контактних напруженнях 5,42 і 4,04 ГПа. Встановлено, що при покриттях чистою міддю контактна витривалість залежно від марки сталі може бути як більшою, так і меншою порівняно зі сталлю без покриття. Покриття з нітриду титану незалежно від марки сталі показали підвищення зносостійкості при контактних напруженнях 5,42 ГПа.

Наявність м'яких покриттів може привести до зниження пікових значень контактних напружень, і вплив зовнішніх дотичних сил на розподіл Герцівських напружень значно зменшується. На зразках з м'якими покриттями, що наносились на сталь *ШХ15*, при дії нормального пульсуючого навантаження не з'являлось тріщин контактної втоми навіть після $42 \cdot 10^6$ циклів навантаження, в той час як на зразках без покриттів тріщини контактної втоми виникали через $9 \cdot 10^6$ циклів. Підвищення довговічності підшипників кочення досягнуто і при модифікації поверхні їх елементів фрикційно-хімічними композиційними покриттями на основі міді. Зростання довговічності підшипників досягнуто через збільшення площі фактичного контакту і падіння навантаження на найбільш навантажене тіло кочення за рахунок тонкої пластичної плівки на основі міді. Додаток до мастил металоплакаучих присадок при випробуваннях сталей на двошаровій машині на контактну витривалість при контактних напруженнях до 60 МПа збільшує в 2 рази кількість циклів до руйнування.

Значне підвищення зносостійкості та довговічності підшипників кочення досягається при зміцненні поверхні їх елементів методами хіміко-термічної обробки. Дифузійне хромування за стандартними режимами (850-1100°C, 1-9 годин) підшипників кочення із сталей *ШХ15* і *95Х18* підвищує їх зносостійкість і корозійну стійкість. Підшипники працездатні в усьому діапазоні навантажень, в яких застосовуються ці підшипники. Встановлено кореляцію між залишковими напруженнями, роботою виходу електронів і відносною зносостійкістю підшипників.

83. В.Л. Куликівський, А.А. Климчук, В.О. Сливинський, М.В. Скринська, Н.В. Дембіцький, В.І. Маркус, Поліський національний університет

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТИСКУ НА ПОВЕРХНІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПЛУГІВ

Польові випробування проводили на оборотному плузі Gruppo Nardi 4, приєднаним до трактора New Holland T7.260 (табл. 1, табл. 2 та рис. 1).

Таблиця 1. – Технічна характеристика плуга Gruppo Nardi 4

Показник	Значення
Тип плуга	Обертовий
Кількість корпусів	4
Максимальна потужність, яка необхідна трактору (кВт)	176
Вага (кг)	1720
Ширина захвату (м)	2

Таблиця 2. – Технічна характеристика трактора New Holland T7.260

Показник	Значення
Потужність двигуна (кВт)	194
Крутний момент при 1500 об/хв. (Нм)	1349
Колісна формула	4×4
Трансмісія	Передач – 18 вперед, 6 назад.
Вага з баластом (кг)	8900

Дослідження проводили в умовах ґрунтово-кліматичної зони Лісостепу, ґрунти переважали глинясті та суглинкові. Середня вологість під час проведення досліджень складала 22%. Тиск вимірювали за допомогою десяти тактильних датчиків, розміщених на корпусі плуга, які найбільше піддаються абразивному зношуванню (рис. 2).



Рис. 1. Ґрунтообробний агрегат для проведення досліджень.

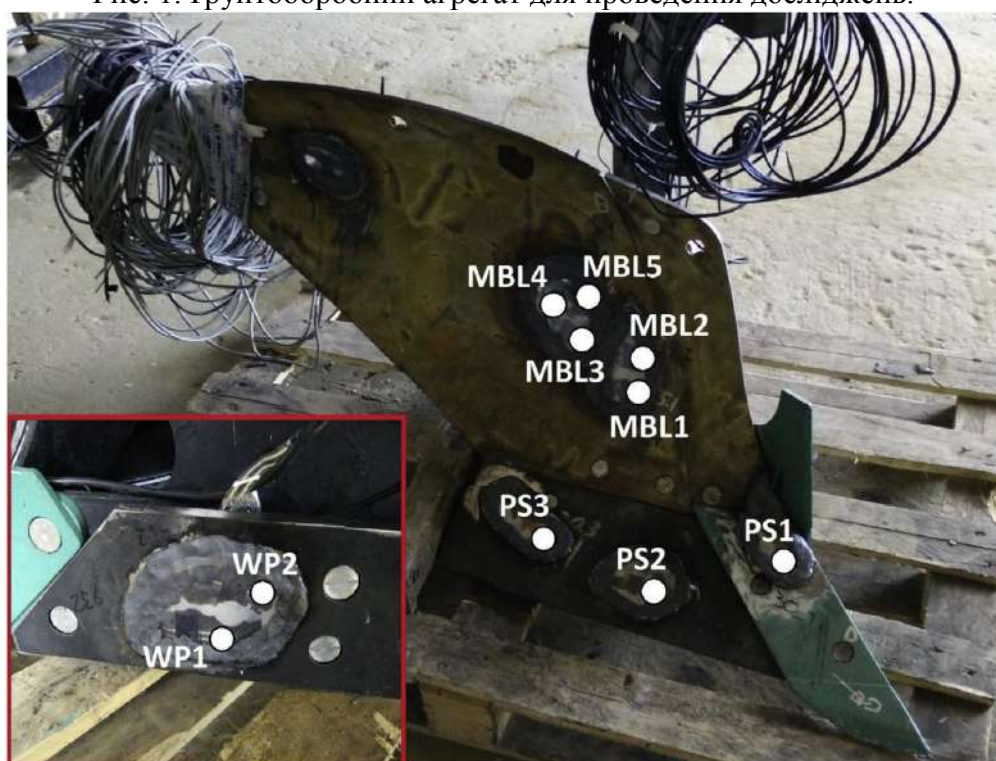


Рис. 2. Розміщення тактильних датчиків на корпусі плуга.

Датчики були захищені шаром епоксидної смоли. Калібрування проводили після встановлення захисту, щоб пересвідчитися у відсутності впливу на їх чутливість. Провід датчиків не контактував з поверхнею ґрунту, оскільки він був пропущений через отвори в корпусі плуга до тильної сторони робочих органів. Кожен датчик був підключений до плати швидкого запуску, яка перетворює вихідний сигнал датчика на аналоговий сигнал напруги. Для підтримання осі датчика вирівняної до поздовжнього напрямку руху трактора використовували триточкову навісну муфту, щоб запобігти відносному обертанню між штифами та рамою (рис. 3).



Рис. 3. Триточкова зчіпна муфта та штирі для забезпечення об'єктивності досліджень.

Дані отримані за допомогою тактильних датчиків, були розділені на зону зондування перетворювача для того, щоб розрахувати тиск, який ґрунт чинить на датчик.

Випробування проводили при глибині оранки 0,1 м, 0,2 м та 0,3 м, з підтримуванням 3 швидкісних режимів руху 2,0 км/год, 3,5 км/год та 5,7 км/год.

Сигнал швидкості та сили тяги аналізували шляхом обчислення середнього значення та різниці між максимальним та мінімальним значенням. Сигнали оцінювали як стаціонарні за допомогою методу сегментування. Усі сигнали були обрамлені в сегменти шириною 15 с і розраховане середнє значення сегмента. Для кожного сигналу тиску були виявлені стрибки виступами вище 7 кПа (рис. 4.) і таким чином був усунений високачастотний шум сигналу, що призводить до малих коливань тиску.

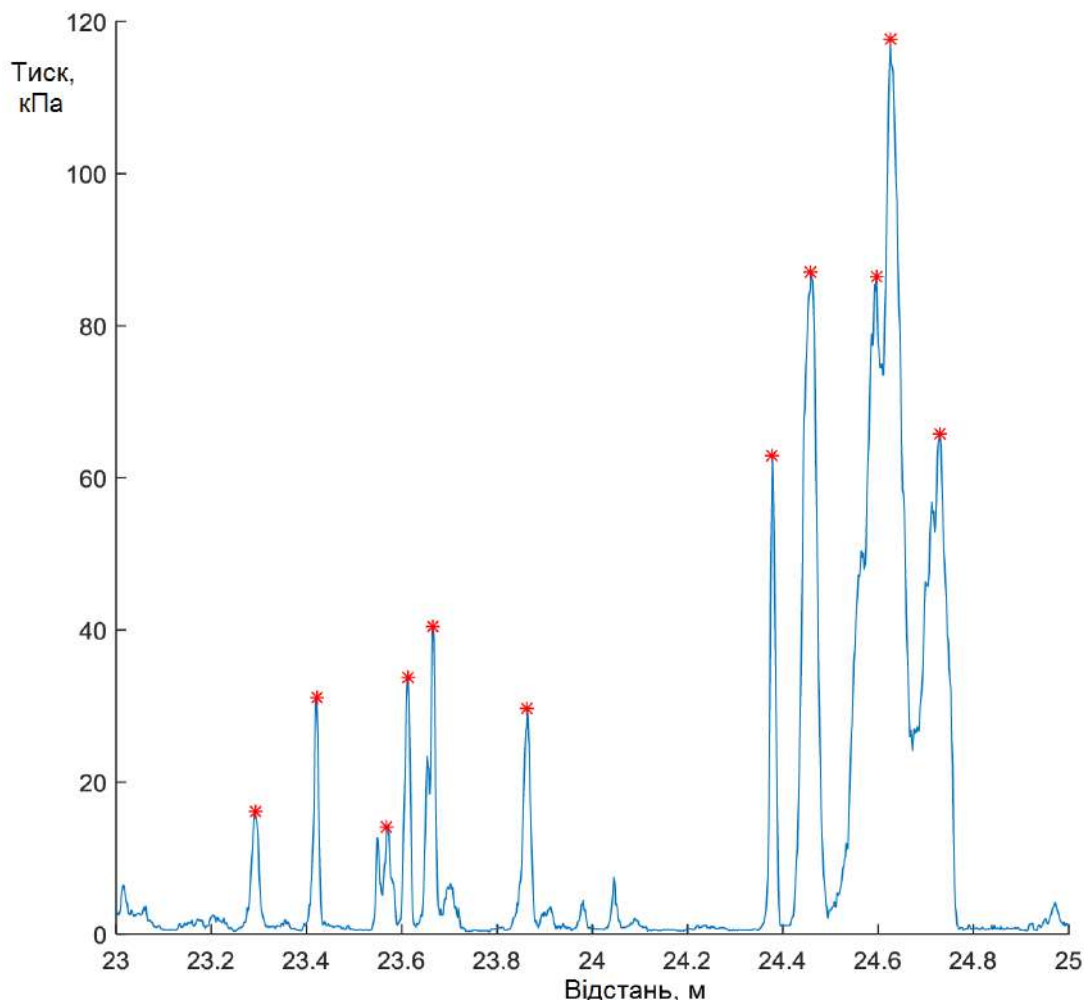


Рис. 4. Виявлення піків тиску при швидкості руху ґрунтообробного агрегату 3,5 км/год.

Після чого виявлені піки були згруповані в інтервали тиску шириною 20 кПа, таким чином розраховували розподіли пікових сачків та аналізували вплив швидкості на схеми стрибків. Кореляцію між тиском і швидкістю оцінювали за допомогою регресійного аналізу.

84. В.Л. Куликівський, Д.А. Кличук, Б.В. Жека, І.П. Феицук, Поліський національний університет

АНАЛІЗ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПЛУГІВ ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ ҐРУНТУ НА ПОВЕРХНЮ ТЕРТЯ

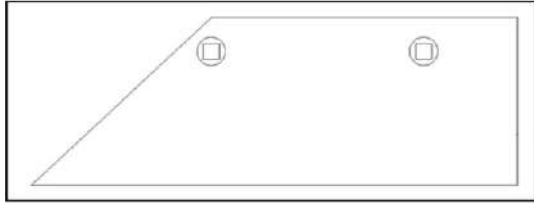
Довговічність сільськогосподарської техніки – це здатність машини підтримувати свою функціональність протягом запланованого терміну експлуатації, не вимагаючи непомірного ступеня технічного обслуговування. Розробка сільськогосподарських машин з високою надійністю є одним із головних цілей сільськогосподарського машинобудування. Насправді досягнення цієї мети призводить до задоволеності клієнтів через менші простой техніки та зростання виробництва даних машин.

З цієї причини оцінка довговічності сільськогосподарських машин за допомогою аналізу даних про навантаження набула принципового значення в останні роки.

В сільському господарстві, найбільш гостро стоїть питання оцінки довговічності робочих органів ґрунтообробних машин, які безпосередньо взаємодіють з ґрунтом. Завданням робочих органів ґрунтообробних машин є підготовка ґрунту, шляхом механічного впливу, для забезпечення оптимальних умов росту сільськогосподарських культур. Серед усіх інструментів для обробки ґрунту плуг, як і раніше, є одним з найважливіших та найпопулярніших інструментів основного обробки. Основна мета оранки – зрізати, розпушити і перевернути верхній шар ґрунту, при цьому загортаючи рослинні залишки та бур'яни. Оранка є високоенергетичною операцією, саме тому було проведено багато досліджень для підвищення ефективності використання плугів шляхом оптимізації форми його робочих органів.

Один із способів отримання оптимізованої геометрії робочих органів плуга – це експериментальне випробування, проведене з різними робочими органами плугів на різних типах ґрунтів. Більш сучасний підхід до цього питання – це розробка математичних моделей, які враховують фізико-механічні характеристики ґрунту та умови експлуатації.

Покращити довговічність робочих органів із забезпеченням ефективності експлуатації плуга завдання непросте. Робочі органи плуга піддаються досить інтенсивному зношуванню, особливо леміш плуга (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Леміш плуга: а – новий; б – зношений.

Інтенсивність зношування потрібно мінімізувати, оскільки зношування робочих органів призводить до зростання витрати палива, погіршення якості обробки ґрунту та зростання витрат на обслуговування, через більш часті заміни деталей. Причина зношування робочих органів ґрунтообробних машин пов'язана головним чином із взаємодією ґрунту та поверхні робочих органів. Існує кілька режимів зношування поверхонь робочих органів ґрунтообробних машин, але переважаючий механізм зношування полягає в абразивній дії ґрунтових частинок. Зменшити інтенсивність зношування і підвищити довговічність робочих органів ґрунтообробних машин можливо трьома методами: технологічним, конструктивним та експлуатаційним. Переважна більшість дослідників та практиків застосовують технологічні методи підвищення довговічності робочих органів плугів. Прогнозування довговічності в даному випадку відбувається за рахунок врахування твердості і геометричних параметрів нанесеного зносостійкого покриття. На нашу думку для прогнозування довговічності необхідно врахувати умови роботи плугів, для цього необхідно визначити розподіл тиску на поверхні робочих органів плугів для різних типів ґрунтів.

Існуючі аналітичні моделі визначення тиску на поверхні ґрунту є доволі громіздкі і неточні. Більшість результатів отриманих на основі аналітичних моделей розроблених у 20 сторіччі для дослідження взаємодії ґрунту та робочих органів плугів були достовірними тільки для малих швидкостей. Насправді параметри моделей визначалися у квазістатичному стані з урахуванням рівноваги системи ґрунт – інструмент.

На початку 21 сторіччя бурхливий розвиток ЕОМ дозволив розробляти числові моделі, що враховують швидкість та прискорення робочих органів під час взаємодії ґрунту з робочими органами.

Метод кінцевих елементів – це числовий метод, який поділяє велику задачу на менші, простіші частинки, які називаються скінченими елементами. Зазвичай цей метод використовується для структурного аналізу, однак є намагання застосовувати цей метод для моделювання взаємодії ґрунт – робочий орган. Оскільки цей метод заснований на підходах статичної механіки, прогнози отримані не змогли вирішити динамічну задачу взаємодії між робочим органом і ґрунтом.

Одним із аналітичних методів, що дозволяє більш якісно описати механізм взаємодії ґрунту та робочого органу є аналітична динаміка рідини. Цей метод корелює реологічну поведінку ґрунту з його динамічними характеристиками з точки зору потоку рідини. Подальшим удосконаленням аналітичної динаміки рідини є застосування методів дискретних елементів, де потік ґрунту поділяється на велику кількість дрібних частинок. Сьогодні методи дискретних елементів прийнятий як ефективний метод вирішення інженерних проблем в гранульованих потоках. Моделі дискретних елементів стали можливі для аналізу механіки ґрунтів лише в останні роки, оскільки вони потребують величезних обчислювальних потужностей через велику кількість частинок ґрунту, які необхідно враховувати. Результати отримані за допомогою цих матмоделей дозволяють зробити висновок, що тиск на поверхні робочих органів не є постійною величиною і має найбільше значення на краю робочого органу. Також встановлено, що тиск зростає із збільшенням сили зсуву ґрунту і корелюється зі швидкістю руху ґрунтообробного агрегату.

Результати отримані за допомогою теоретичних моделей, мають вирішальне значення для розробки оптимізованих інструментів, однак моделі повинні бути перевірені експериментальними дослідженнями. Велика кількість досліджень в нашій країні та закордоном були проведені з використанням тензодатчиків, що встановлювалися безпосередньо на робочому органу. Це рішення не підходить для робочих органів плуга, оскільки калібрування таких датчиків є доволі складною задачею а проблеми з точністю можуть виникнути через геометрію робочого органу. Рішенням цього питання є вимірювання тиску за допомогою декількох тактильних датчиків, оскільки їх можна відкалібрувати перед установкою на поверхню плуга.

Висока зношувальна здатність ґрунту вимагає впровадження надійної системи захисту для всіх тактильних датчиків, яка не буде впливати на чутливість датчиків.

85. К.В. Борак, Житомирський агротехнічний коледж, О. Олександрович, Д. Самчук, Ю. Ващук, Поліський національний університет

АНАЛІЗ АБРАЗИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ

Усі ґрунтообробні знаряддя працюють в абразивному середовищі – ґрунті, який є досить складною системою. За визначенням Д.Г. Віленського та В.М. Фрідланта, ґрунт – це складна поліфункціональна, полідисперсна, гетерогенна, відкрита чотирифазна структурна система в поверхневій частині кори вивітрювання гірських порід, що володіє родючістю і є комплексною функцією гірської породи, організмів, клімату, рельєфу і часу.

Ґрунт, як і будь-яка система, має свої властивості, основні з яких це: гранулометричний склад, шпаруватість, коефіцієнт тертя, липкість, опір ґрунту різним видам деформації, твердість, щільність, вологість, кам'янистість та абразивність.

Усі ці властивості ґрунту по-різному на різних їх типах впливають на інтенсивність зношування деталей машин.

За інтенсивністю зношування робочої поверхні ґрунтообробної техніки ґрунти поділяються на три групи:

1. Глинисті й суглинкові з малою зношувальною здатністю (від 2 до 30 г/га).
2. Супіщані й піщані з середньою зношувальною здатністю (від 30 до 100г/га).
3. Піщані з великою кількістю кам'янистих включень (від 100 до 450 г/га) [67].

У роботі В.С. Новикова представлено результати дослідження відносної зношувальної здатності ґрунтів за фракційним складом (табл. 1).

Абразивне зношування робочих поверхонь деталей машин, що працюють у ґрунті, відбувається в результаті “дряпання” та пластичної деформації металу гострими кутами й ребрами твердих частинок ґрунту. З мінералів, які входять до складу ґрунту, найбільшу твердість мають частинки кварцу (7 одиниць за шкалою Мооса) і польового шпату (6 одиниць).

Таблиця 1.1

Відносна та абсолютна зношувальна здатність ґрунту за фракційним складом (еталон – кварц, тиск – 0,1 МПа)

Тип ґрунту	Середній вміст, %		Відносна зношувальна здатність	Інтенсивність зношування сталі Л53 при $p = 0,1$ МПа, мм/га
	п іску	г лини		
Піщаний	9 5	5	0,87	0,33
Супіщаний	8 5	1 5	0,62	0,24
Суглинковий (легкий)	7 5	2 5	0,42	0,16
Суглинковий (середній)	6 5	3 5	0,32	0,12
Суглинистий (важкий)	5 0	5 0	0,22	0,08
Глинистий (легкий)	3 5	6 5	0,15	0,06

Глинистий (середній)	2 5	7 5	0,10	0,04
Глинистий (важкий)	1 0	9 0	0,06	0,02
Кварцові частинки			1,0	0,38

Наявність цих мінералів, які є основною складовою піщаних і супіщаних ґрунтів, призводить до швидкого зносу робочих органів при роботі на таких ґрунтах.

Як уже зазначалося в пункті 1., інтенсивність зношування визначається не тільки твердістю, але й формою абразивних частинок, а також їх зв'язком між собою (характером агрегатного стану).

Інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин в свою чергу також залежить і від коефіцієнта тертя f , а його величина – від механічного складу, вологості, шорсткості робочої поверхні, матеріалу, з якого виготовлений робочий орган, а також від питомого тиску на поверхню контакту й швидкості ковзання ґрунту.

Визначенню величини коефіцієнта тертя ґрунту по сталі присвячено велику кількість робіт але, незважаючи на це, окреслене питання й досі залишається нерозв'язаним. Причиною є велике різноманіття режимів роботи й обладнання, що використовується при досліджах, а також випадкового вибору типу та механічного складу досліджуваного ґрунту. Для природних ґрунтів коефіцієнт тертя по сталевій поверхні коливається в широких межах – від 0,2 до 0,8 і більше. Величини коефіцієнтів тертя для різних типів ґрунтів наведені в табл. 2.

Таблиця 1.2

Значення коефіцієнтів тертя ґрунту по сталі

Тип ґрунту	Супіщаний	Суглинок легкий	Суглинок середній	Суглинок важкий	Глина легка
Коефіцієнт тертя ґрунту по сталі	0,4-0,6	0,4-0,7	0,55-0,7	0,55-0,57	0,8

Зміна вологості ґрунту по-різному впливає на величину коефіцієнта тертя піщаних та глинистих ґрунтів. П.У. Бахтін встановив, що зі збільшенням вологості суглинистих і глинистих ґрунтів різних генетичних типів (від повітряно-сухого стану до 60-80% відносної вологості) значення коефіцієнта тертя ґрунту по шліфованій сталі зростає, а після досягнення максимального значення – зменшується (рис. 1, криві 3 і 4). До того ж, чим важчий механічний склад ґрунту, тобто чим більший у ньому вміст глинистих частин, тим більше значення коефіцієнта тертя цього ґрунту у вологому стані по сталі.

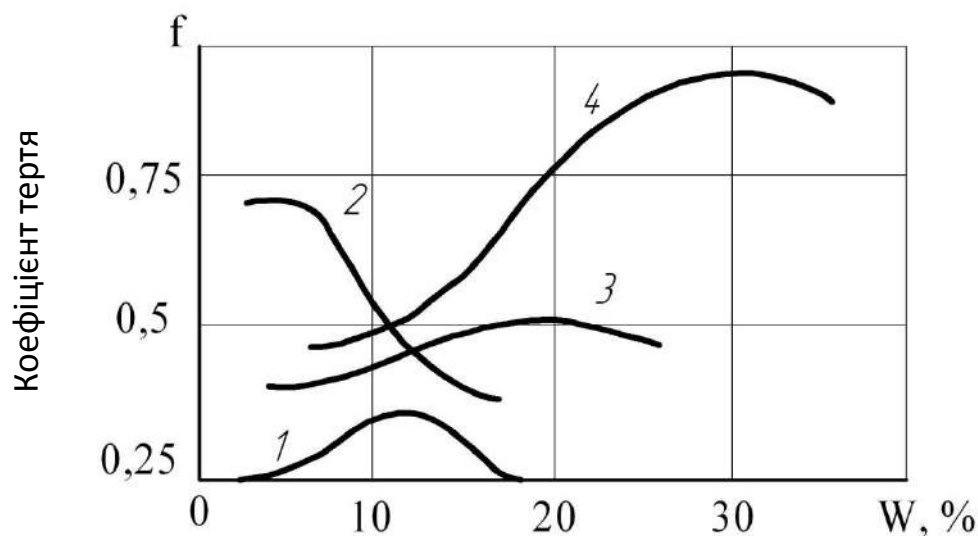


Рис. 1. Зміна коефіцієнта тертя f ґрунту від вологості: 1 – піщаний ґрунт, 2 – супіщаний зв'язаний ґрунт, 3 – середні суглинки, 4 – важкі суглинки і глини

Збільшення значення коефіцієнта f глинистих і суглинистих ґрунтів зі збільшенням їх вологості пояснюється зростанням сил міжмолекулярної взаємодії частинок ґрунту й сталльної поверхні, а зниження після переходу максимуму – появою на поверхні контакту вільної води, яка виконує роль мастила.

Границі зміни коефіцієнта тертя піщаних ґрунтів по сталі, обумовлені збільшенням вологості ґрунту, досліджені ще недостатньо, тому криві 1 і 2, зображені на рис. 1, являються в відомій мірі, гіпотетичними.

Вплив шорсткості сталльної поверхні на величину коефіцієнта тертя ґрунту по сталі досліджував Н.В. Щучкін, який зафіксував незначне збільшення коефіцієнта тертя від погіршення якості шліфованої поверхні.

Суперечливі відомості й про вплив швидкості ковзання ґрунту на величину коефіцієнта тертя. Деякі вчені вважають, що при зростанні швидкості ковзання зростає й коефіцієнт тертя (М.Г. Пригожая, І.З. Багіров), інші навпаки (В.Н. Виноградов). Р.Я. Примов, провівши експериментальні дослідження, не виявив зміни коефіцієнта тертя при зміні швидкості ковзання. За даними В.Ф. Стрельбицького та Н.В. Краснощогого збільшення швидкості роботи ДГЗ з 5 до 10 км/год призводить до зростання сил, що діють на диск, в межах 25-65 %. Тому питання впливу швидкості на інтенсивність зношування залишається відкритим і на теперішній час.

На думку М.В. Щучкіна і А.Т. Яковенко збільшення питомого тиску p на поверхню контакту металу з ґрунтом призводить до зменшення коефіцієнта тертя, через те, що в результаті ущільнення ґрунту на поверхню тертя надходить вільна вода, яка виступає в ролі мастила. Однак, це твердження можна вважати правильним лише для тих значень вологості, які перевищують її значення, що відповідає максимальному значенню коефіцієнта тертя. На даний час дослідження в цьому напрямку не проводяться, а тому це явище потребує подальшого вивчення.

З усього вище зазначеного можна виділити фактори, які впливають на інтенсивність зношування деталей, що працюють в середовищі ґрунту (рис. 2).

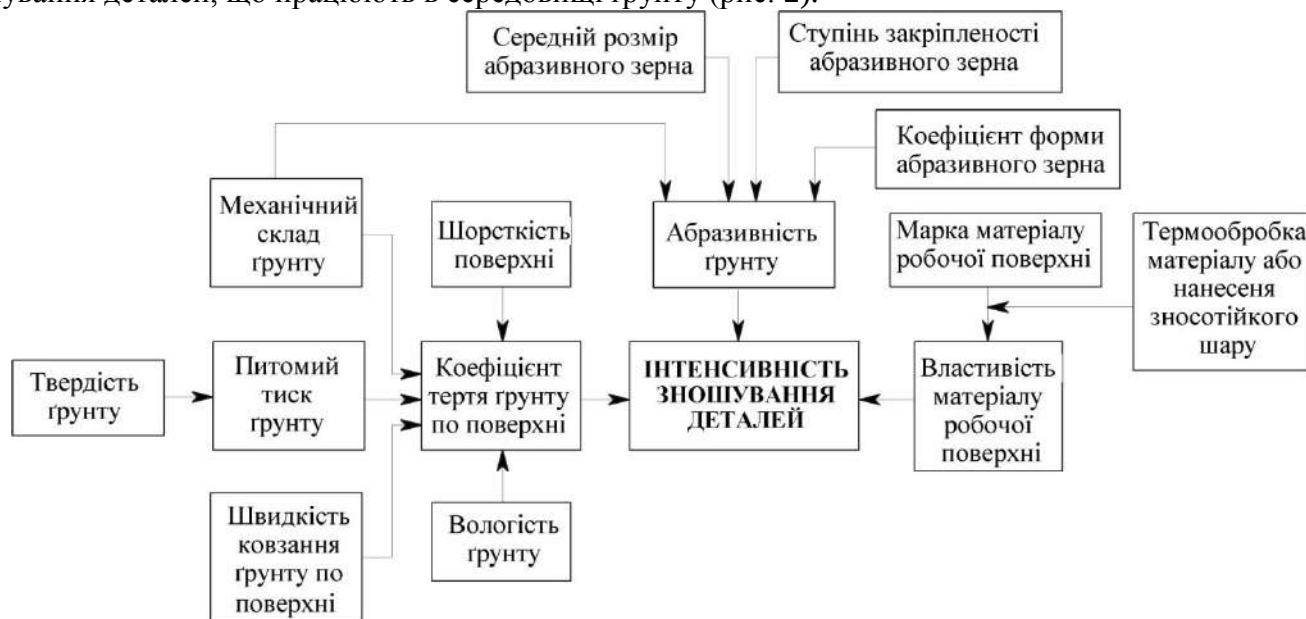


Рис. 2. Фактори, які впливають на інтенсивність зношування деталей, що працюють у ґрунтовій масі.

Суттєвий вплив на інтенсивність і характер зношування різальних елементів та робочих поверхонь, які працюють у ґрунті, здійснює ковзання перерізаних коренів рослин та кам'янистих компонентів ґрунту. Однак це явище в науці взагалі залишається не вивченим.

Зміст

1.	<i>Ю.М. Вербіцька ВСП «Новоушицький фаховий коледж Подільського державного університету»</i>	6
	ЕФЕКТИВНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ У АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ	
2.	<i>В.С. Ловейкін, д.т.н., професор, Ю.О. Ромасевич, д.т.н., професор, О.В. Стехно, Національний університет біоресурсів і природокористування України</i>	7
	ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ЗМЕНШЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЦИКЛУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ РУХУ МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ ВАНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА	
3.	<i>Ю.А. Полєвода, Вінницький національний аграрний університет</i>	10
	РОЗРОБКА ОЗОНОПОВІТРЯНОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА	
4.	<i>О.В. Солона, к.т.н., доцент, М.А. Замрій, Вінницький національний аграрний університет</i>	12
	ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПОСІВУ ТЕХНІЧНИХ ТА ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР	
5.	<i>С.М. Герук, к.т.н., доцент, с.н.с., В.О. Кочубей, Житомирський агротехнічний коледж</i>	14
	АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ	
6.	<i>Є.О. Волинець, Вінницький національний аграрний університет</i>	18
	СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ СИПКОЇ СИРОВИНИ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	
7.	<i>М.М. Корчак, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	21
	МАТЕМАТИЧНО-ТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ ОБРОБІТКУ ПОЛЯ	
8.	<i>Р.Б. Кудриницький, к.т.н., с.н.с., В.І. Днесь, к.т.н., С.О. Крупич, н.с., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», В.І. Скібчик, к.т.н, Національний університет біоресурсів і природокористування України</i>	24
	ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ NO-TILL І ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ	
9.	<i>И.М. Швед, И.И. Скорб, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Республика Беларусь, г. Минск</i>	26
	ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФОРМЫ КОЖУХА МЕШАЛКИ МИКСЕРА	
10.	<i>В.І. Лесько, доцент, І.В. Косминський, к.т.н., доцент, М.О. Клименко, к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва та архітектури</i>	28
	ЧИСЕЛЬНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ МАШИН ЗА ПАРАМЕТРАМИ ПОТОКУ ВІДМОВ З ОБМЕЖЕНОЮ ПІСЛЯДІЄЮ	
11.	<i>А.М. Пахучий, к.т.н, доцент, Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, В.В. Калайда, А.В. Бережний, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка</i>	32
	ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ОБТІКАЧА ОБЧІСУВАЛЬНОЇ ЖНИВАРКИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО	
12.	<i>Д.О. Лейбюк, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	34
	ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦИКОРІЮ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ПОРІВНЯЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
13.	<i>Є.Г. Стефанко, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	37
	ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОБРІВ	

14.	<i>Н.Я. Слотвінська, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	39
	КОНЦЕПЦІЯ ТА СИСТЕМО-АНАЛОГОВА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНО-ПОСІВНОГО АГРЕГАТА	
15.	<i>Ю.О. Стангрет, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	42
	АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН, В ОСНОВУ ЯКИХ ЗАКЛАДЕНІ ДИСКОВІ РОБОЧІ ОРГАНИ	
16.	<i>С.М. Назар, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	44
	ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВИХ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	
17.	<i>Я.В. Горівчук, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	47
	ЧИЗЕЛЬНІ ПЛУГИ-ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧІ – АЛЬТЕРНАТИВА ПОЛИЦЕВІЙ ОРАНЦІ	
18.	<i>О.І. Мисів, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	49
	АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСНОЇ ЧАСТИНИ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА	
19.	<i>О.І. Безпалій, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	52
	АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ, СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ВІД ЛЕГКИХ ДОМШОК І КОНСТРУКЦІЙ ПНЕВМОСЕПАРУВАЛЬНИХ КАНАЛІВ	
20.	<i>О.М. Засць, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	55
	АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ	
21.	<i>А.В. Домбровський, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	57
	КЛАСИФІКАЦІЯ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІВ	
22.	<i>А.С. Драпата, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет</i>	59
	ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ҐРУНТУ	
23.	<i>И.И. Скорб, И.М. Швед, Белорусский государственный аграрный технический университет</i>	61
	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОВ ПРИ УБОРКЕ НАВОЗА	
24.	<i>О.А. Науменко, к.т.н., Ю.Р. Михеев, Харківський національний технічний університет сільського господарства Ім. Петра Василенка</i>	62
	АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ЗАКУПІВЕЛЬ СІЛЬГОСПВИРОБНИКАМИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН	
25.	<i>О.С. Поліщук, Житомирський агротехнічний коледж</i>	64
	ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	
26.	<i>О.С. Поліщук, Житомирський агротехнічний коледж</i>	67
	ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ СІНАЖУ	
27.	<i>С.М. Герук, к.т.н., доцент, с.н.с., В.Г. Руденко, Т.Б. Веремій, І.О. Бучко, Житомирський агротехнічний коледж, м.Житомир</i>	68
	ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАРБОВІБРОДУГОВОГО МЕТОДУ ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН	
28.	<i>Г.И. Гедроитъ, к.т.н., доцент, С.В. Занемонский, Н.В. Павлючук, к.б.н., Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь</i>	70
	СТАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШИН ДЛЯ СЕЛЬСХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	

29. *А.В. Захаров, к.т.н., доцент, Л.Г. Сапун, И.О. Захарова, А.В. Жук, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь* 73
ПОДРЕССОРИВАНИЕ ЗАДНЕГО МОСТА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 3022» С ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИМ УПРУГИМ ЭЛЕМЕНТОМ
30. *А.В. Захаров, к.т.н., доцент, Л.Г. Сапун, И.О. Захарова, А.В. Жук «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь* 75
ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКОВЫХ ТОРМОЗОВ С КОЛЬЦЕВЫМИ РАБОЧИМИ ЦИЛИНДРАМИ НА ТРАКТОРАХ КЛАССА 5
31. *А.Й. Островський, Вінницький національний аграрний університет* 78
ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНО-ЗБІРНИХ ПРИСТОСУВАНЬ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ
32. *Д.И. Комлач, к.т.н., А.С. Воробей, к.т.н., научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Н.Л. Ракова, к.т.н., доцент, М.Н.Трибуналов, к.т.н., старший преподаватель, П.Н. Гарост, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 79
ЭЛЕКТРОННОЕ АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ УБОРКЕ И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДОРАБОТКЕ
33. *Ю.В. Чигарев., д.ф.-м.н., профессор, Н.Л. Ракова., к.т.н., доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» А.С. Воробей, к.т.н., РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»* 81
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖЕСТКИХ КОЛЕС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ С ПОЧВОЙ
34. *И.И. Скорб, И.М. Швед, М.Э. Нйамушомбоза, Белорусский государственный аграрный технический университет* 84
УДАЛЕНИЕ НАВОЗА ИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КАНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОМОГЕНИЗАТОРА
35. *М.О.Василенко, к.т.н., Л.І.Шаповал, к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»* 85
СТАН ТЕХСЕРВІСНОЇ ГАЛУЗІ ТА СТРАТЕГІЯ АДАПТИВНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ
36. *Р.М. Остапенко, З.В. Ружило, Т.В. Дудчак, Національний університет біоресурсів і природокористування* 87
ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ АНТИФРИКЦІЙНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ І ПІДП'ЯТНИКІВ ЗАГЛИБЛЮВАЛЬНИХ НАСОСІВ
37. *А.П. Демидюк, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет* 88
ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ДВИГУНІВ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ
38. *І.М. Кутецький, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет* 89
ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСМІСІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ
39. *С.І. Лобоцький, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет* 91
МЕТОДИКА ЗБОРУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРО НАДІЙНІСТЬ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ
40. *Е.Р. Саковський, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет* 92
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БРОНЗОВИХ ВТУЛОК

41.	<i>М.В. Тарасов, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОФІЛЮВАННЯ ГВИНТОВИХ СЕКЦІЙНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ	93
42.	<i>М.А. Урсуляк, В.С. Бончик, В.І. Дуганець, Подільський державний аграрно-технічний університет</i> ВПЛИВ ОБРАНОГО РЕЖИМУ НАПЛАВЛЕННЯ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕТАЛІ	94
43.	<i>О.М. Ачкевич, В.І.Ачкевич, Національний університет біоресурсів та природокористування України</i> РОЗВИТОК ВІТЧИЗНЯНОГО ТРАКТОРОБУДУВАННЯ	95
44.	<i>О.І. Алфьоров, д.т.н., доцент, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка</i> ВІДМОВОСТІЙКІ СИСТЕМИ	97
45.	<i>К.Т. Осипчук, Житомирський агротехнічний коледж</i> ІНЖЕНЕРНО - ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА	98
46.	<i>О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь</i> ВЛИЯНИЕ ПРИВОДА ОПОРНЫХ КОЛЕС ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ	100
47.	<i>О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, К.П. Шалак, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ОБЩЕГО КПД МЭС НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ	103
48.	<i>О.В. Ільющенкова, Відокремлений структурний підрозділ «Чернятинський фаховий коледж Вінницького національного аграрного університету»</i> ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ТА НАДІЙНІСТЬ МАШИН: ФОРСУНКИ	104
49.	<i>И.И. Скорб, А.А. Романович, Белорусский государственный аграрный технический университет</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОГО НАВОЗА ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ	107
50.	<i>А.А. Романович, И.И. Скорб, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ	108
51.	<i>І. А. Афанасьєв, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АДАПТИВНОЇ ДОЇЛЬНОЇ АПАРАТУРИ НА БАЗІ ПОРЦІЙНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ВАГОВОГО ТИПУ	110
52.	<i>В.Л. Куликівський, к.т.н., В.М. Боровський, Поліський національний університет</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТООБРОБНИХ КОТКІВ У МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ	113
53.	<i>В.Л. Куликівський, Поліський національний університет</i> АНАЛІЗ СПОСОБІВ ДОГЛЯДУ ЗА ПОСІВАМИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР	115
54.	<i>О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко, А.В. Солоницький, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ҐРУНТОМ	117
55.	<i>С.О. Крупич, н.с., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», О.М. Крупич, к.т.н., доцент, Я.В. Семен, к.т.н., доцент, С.І. Левко, Львівський національний аграрний університет</i> ОБҐРУНТУВАННЯ АГРОТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ЩОДО РОЗМІРІВ КВАРТАЛІВ ПРОМИСЛОВИХ НАСАДЖЕНЬ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА	119

56.	<i>П.С. Попик, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України</i>	121
	АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ	
57.	<i>П.С. Попик, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України</i>	123
	АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ	
58.	<i>А.О. Абрамчук, В.Б. Ловкис, к.т.н., доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь</i>	124
	СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ С НАПРАВЛЕННЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ	
59.	<i>Д.Ф. Кольга, С.А. Костюкевич, Ф.И. Назаров, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь</i>	126
	ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЬ ПОТОКА ВО ВРЕМЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА	
60.	<i>Ф.Д. Сапожников, Н.П. Жук, Ф.И. Назаров, Н.В. Булак, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь</i>	127
	ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С СИСТЕМАМИ НА ГИДРОФТОРОЛЕФИНАХ	
61.	<i>С.М. Герук, к.т.н., доцент., с.н.с., Т.Б. Веремій, Житомирський агротехнічний коледж</i>	130
	ОСОБЛИВОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА І ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	
62.	<i>С.С. Добранський, Д.В. Герасимчук, І.О. Бучко, Житомирський агротехнічний коледж</i>	132
	ДОВГОВІЧНІСТЬ І ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	
63.	<i>В.Г. Костенич, к.т.н., доцент, В.С. Малащенко, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»</i>	133
	ЗАМЕНА МАСЛА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ЕГО ФАКТИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ	
64.	<i>В. Мельник, к.е.н., доцент, Національний університет біоресурсів та природокористування, О. Агратіна, Варшавський Політехнічний Університет</i>	135
	ОГЛЯД НОВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ МАШИНОБУДУВАННІ	
65.	<i>А. В. Новицький, к.т.н., доцент, Національний університет біоресурсів та природокористування</i>	137
	АНАЛІЗ РИНКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ: ПІДКОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ	
66.	<i>А.В. Китун, д.т.н., професор, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», В.И. Передня, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук по механизации сельского хозяйства», С.Н. Бондарев, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»</i>	138
	К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И РАЗДАЧИ КОРМОВ ЖИВОТНЫМ НА ФЕРМЕ	
67.	<i>М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, В. І. Бурковський, Поліський національний університет</i>	141
	СИСТЕМА ДОЗУВАННЯ РІДКИХ ДОБРИВ ПРИ СІВБІ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР	
68.	<i>М.Л. Заєць, к.т.н., доцент, С.І. Власенко, О.Г. Войнов, Поліський національний університет</i>	142
	УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ АКСІАЛЬНО-РОТОРНОГО МОЛОТИЛЬНО АПАРАТА З ТАНГЕНЦІАЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ МАСИ	
69.	<i>М. Л. Заєць, к.т.н., доцент, В. Ю. Яценко, Поліський національний університет</i>	145
	ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ПОДРІБНЮВАЛЬНИХ АПАРАТІВ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН	

70.	<i>М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, В. І. Бурковський, Поліський національний університет</i>	147
	АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МЕХАНІЗМІВ СЕПАРАЦІЇ ҐРУНТОВОГО ВОРОХУ	
71.	<i>М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, К. В. Гусаров, Поліський національний університет</i>	150
	ВЕРТИКАЛЬНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ ЯК ЗАПОРУКА ОТРИМАННЯ ВИСОКИХ ВРОЖАЇВ	
72.	<i>М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, І. М. Лисюк, Поліський національний університет</i>	151
	СУЧАСНІ СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОПРИВОДІВ САМОХІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	
73.	<i>М. Л. Заєць, к. т. н., доцент, Б. М. Куліш, Поліський національний університет</i>	154
	АНАЛІЗ ПОДРІБНВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН	
74.	<i>А.Б. Баланський, Поліський національний університет</i>	158
	КОНТРОЛЬ КЛІМАТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ШАМПІНЬЙОНІВ	
75.	<i>М.В. Колотило, Поліський національний університет</i>	159
	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І КЛАСИФІКАЦІЯ МЕХАНІЗОВАНИХ СТАЦІОНАРНИХ КОРМОРОЗДАВАЧІВ	
76.	<i>В.К.Палійчук, М.Марченко, Д. Матвійчук Поліський національний університет</i>	160
	ПРИСТРОЇ ВБУДОВАНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ЗАХИСТУ	
77.	<i>Є.А. Пасічник, С.С. Лясоцький, Поліський національний університет</i>	161
	ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ	
78.	<i>Н. Романчук, Поліський національний університет</i>	163
	ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ТА НАЛАДКИ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ НА ФЕРМАХ ВРХ	
79.	<i>Л.Г. Савченко, Б.В. Ковальов, П.М. Макаруч, О.О. Артемчук, М.В. Горпиняк, Поліський національний університет</i>	164
	КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ У СІЛЬСЬКИХ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ	
80.	<i>В.М. Савченко, к.т.н., О.В. Степанчук, І.В. Павлов, Поліський національний університет</i>	166
	АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ ТА СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ	
81.	<i>С.В. Міненко, к.т.н., І.Р. Кот, Поліський національний університет</i>	169
	ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ	
82.	<i>С.В. Міненко, к.т.н., Ю.В. Яковчук, Поліський національний університет</i>	172
	СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ	
83.	<i>В.Л. Куликівський, к.т.н., А.А. Климчук, В.О. Сливинський, М.В. Скринська, Н.В. Дембіцький, В.І. Маркус, Поліський національний університет</i>	174
	МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТИСКУ НА ПОВЕРХНІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПЛУГІВ	
84.	<i>В.Л. Куликівський, к.т.н., Д.А. Кличук, Б.В. Жека, І.П. Фещук, Поліський національний університет</i>	177
	АНАЛІЗ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПЛУГІВ ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ ҐРУНТУ НА ПОВЕРХНЮ ТЕРТЯ	
85.	<i>К.В. Борах, к.т.н., Житомирський агротехнічний коледж, О. Олександрович, Д. Самчук, Ю. Ващук, Поліський національний університет</i>	179
	АНАЛІЗ АБРАЗИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ	

**«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та
технічного сервісу сільськогосподарських машин і
знарядь»**

VII Всеукраїнська науково-практична конференція

ЗБІРНИК ТЕЗ

31 березня 2021 року

м. Житомир

Редактор: Добранський С.С.

**Житомирський агротехнічний коледж
Відділення «Агроінженерія»**