МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

ЗБІРНИК ТЕЗ

IV Всеукраїнської науково-практичної конференції

«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»

28-29березня 2018 року

м. Житомир

Організаційний комітет конференції

Тимошенко Микола Михайлович – голова оргкомітету,кандидат економічних наук, доцент, директорЖитомирського агротехнічного коледжу.

Члени оргкомітету

1. Войтов Віктор Анатолійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій і логістики Харківського НТУСГ ім. Петра Василенка.

2. Ловейкін В'ячеслав Сергійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України.

3. Братішко В'ячеслав В'ячеславович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора ННЦ «ІМЕСГ» НААНУ.

4. Голуб Генадій Анатолійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри тракторів, автомобілів та біонергосистем НУБіП України.

5. Федій Всеволод Савелійович – доктор технічнихнаук, професор, завідувач кафедри електроенергетики,електротехніки та електромеханіки Житомирського агротехнічного коледжу.

6. Дворук Володимир Іванович – доктор технічних наук, професор кафедри теоретичної та прикладної фізикиНАУ м.Київ.

7. Аулін Віктор Васильович – доктор технічних наук, професор кафедри експлуатації та ремонту машин Центральноукраїнського НТУ.

8. Бойко Анатолій Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри надійності техніки НУБіПУкраїни.

9. Кухарець Савелій Миколайович – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри механіки таінженерії агроекосистем Житомирського НАЕУ.

10. Ревенко Іван Іванович – доктор технічних наук, професор кафедри механізації тваринництва НУБіП України.

11. Алфьоров Олексій Ігорович – кандидат технічних наук, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи Харківського НТУСГ ім. Петра Василенка.

12. Науменко Олександр Артемович – кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри технічних систем та технологій тваринництва ім. Б.П. ШабельникаНТУСГ ім. Петра Василенка.

13. Герук Станіслав Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, чл.-кор. ІАН України, завідувач кафедри агроінженерії, Житомирського агротехнічного коледжу.

14. Ружило Зиновій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету конструювання тадизайну НУБіП України.

15. Танась Войцех – доктор технічних наук, професор кафедри теорії сільськогосподарських машин Природничий університет, м Люблін, Республіка Польща.

16. Мазяров Володимир Порфирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортно-технологічних машин і комплексів ФГБОУ ВО Чувашкая ГСХАм. Чебоксари, Російська Федерація.

17. Бекбосинов Серик – кандидат технічних наук,професор, завідувач кафедри аграрної техніки та технології Казахського НАУ м. Алмати, Республіка Казахстан.

18. Крук Ігор Степанович – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету механізації БДАТУ м. Мінськ, Республіка Білорусь.

19. Лімонт Анатолій Станіславович – кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії, Житомирського агротехнічного коледжу.

20. Федірко Павло Петрович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри ремонту машин іенергообладнання Подільського ДАТУ.

21. Савченко Василь Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем Житомирського НАЕУ.

22. Ярош Ярослав Дмитрович – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інженерії та енергетикиЖитомирського НАЕУ.
23. Борак Костянтин Вікторович – кандидат технічних наук, завідувач відділенням агроінженерія Житомирського агротехнічного коледжу.
24. Новицький Андрій Валентинович – кандидат технічних наук, доцент кафедри надійності техніки НУБіПУкраїни.
25. Хоменко Сергій Михайлович – кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерія Житомирського агротехнічного коледжу.
26. Кравцов Андрій Григорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій і логістики Харківського НТУСГ ім. Петра Василенка.
27. Заєць Максим Леонідович – кандидат технічних наук, доцент кафедри процеси, машини та обладнання в агроінженерії Житомирського НАЕУ.
28. Міненко Сергій Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем Житомирського НАЕУ.
29. Куликівський Володимир Леонідович – кандидат технічних наук, доцент кафедри машиновикористання тасервісу технологічних систем Житомирського НАЕУ.
30. Макарчук Олексій Васильович – кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерія Житомирського агротехнічного коледжу.
Відповідальний секретар: Добранський Сергій Станіславович – викладач Житомирського агротехнічного коледжу.

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

ЖАТК	Житомирський агротехнічний коледж
ЖНАЕУ	Житомирський національний агроекологічний 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. Камянець-Подільський
НУБіП	Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ
ЦНТУ	Центральноукраїнський національний технічний університет
ХНУ	Хмельницький національний університет
НАУ	Національний авіаційний університет, м. Київ
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
ЛНАУ	Львівський національний аграрний університет
ТНТУ ім. Івана Пулюя	Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
ВП НУБІП України «БАІ»	Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»
ПДАА	Полтавська державна аграрна академія
РНПУП «ИЭНАН»	Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Институт энергетики НАН Беларуси» г. Минск
ГУ «БМС»	ГУ«Белорусская Машиноиспытательная станция» п. Привольный Минский район, Республика Беларусь
ЖДТУ	Житомирський державний технологічний університет
НПЦ НАН Беларуси	Республиканское унитарное предприятие «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» г. Минск, Республика Беларусь
ФГБОУ ВО	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, РФ
БГСА	Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Минск, Республика Беларусь
ХНАДУ	Харківський національний автодорожний університет
КАХ	Куп'янський автотранспортний коледж

ТЕМАТИЧНІ НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

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

1. *В.О. Кроль, П.П. Федірко, к.т.н., доцент, В.В. Морозов, Подільський державний аграрно-технічний університет*

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛУ ВЕЙБУЛЛА МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОЇ ПРАВДОПОДІБНОСТІ В ПАКЕТІ LIBREOFFICE 5

Розподіл Вейбулла широко використовується в теорії надійності для опису імовірності відмов техніки і обладнання внаслідок старіння і зношення, складних технічних систем з послідовним включенням елементів і їх дублюванням, коли потік відмов змінюється в часі, прогнозуванні ремонтних впливів і формуванні необхідних запасів запчастин і обмінних фондів.

Закон описує безперервні випадкові величини і виражається формулами [1;2]:

$$F(t) = 1 - \exp\left[-(t/a)^b\right], \tag{1}$$

$$f(t) = \frac{b}{a}\left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} \exp\left[-(t/a)^b\right], \tag{2}$$

де*F(t)*і*f(t)* – відповідноінтегральнаідиференціальнафункціїрозподілу;

***aib* – параметрирозподілу (емпіричнікоефіцієнти).**

Параметр *a* визначає масштаб, а параметр *b* – асиметрію кривих розподілу. Точно визначивши параметри розподілу, можна створити математичну модель максимально наближену до дослідних даних і підвищити достовірність прогнозів показників надійності.

При певних значеннях *a* і *b* закон розподілу Вейбулла перетворюється у закон Реллея або експоненціальний закон. Універсальність і гнучкість обумовлюють популярність закону Вейбулла в аналізі надійності технічних систем, але складність визначення його параметрів розподілу обмежує його практичне використання.

При наявності масиву дослідних даних, параметр *b* може бути визначений з рівняння:

$$\frac{N}{b} + \sum_{i=1}^{k} \ln t_i \cdot m_i = \frac{N \sum_{i=1}^{k} t_i^b \cdot \ln t_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^{k} t_i^b \cdot m_i}, \tag{3}$$

де t_i — значення середини і-того інтервалу статистичного ряду;

m_i – кількість значень у інтервалі;

N – загальна кількість випробувань.

Параметр *a* знаходять за формулою:

$$a = b\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{k} t_i^b \cdot m_i} \tag{4}$$

Для визначення параметра *b* можна скористатися кількома різними способами, до яких відносяться: графо - аналітичний метод, метод моментів і метод максимальної правдоподібності [3].

При застосуванні графо - аналітичного методу ліву і праву частину рівняння (3) вважають відповідно функціями y_1 та y_2, підставляючи у які значення *b*в межах від 1 до 4 і дослідні дані, будують графіки і знаходять точку їх перетину. Абсциса цієї точки і є розв'язком. Рекомендується будувати криві не менш як за чотирма точками. Очевидно, що точність визначення параметра *b*значною міроюзалежить від акуратності побудови графіків і їх масштабу.

Метод моментів дозволяє визначити параметр *b* через коефіцієнт варіації, вирахуваний на основі дослідних даних із застосуванням табульованих значень

параметрів і коефіцієнтів закону розподілу Вейбулла. Похибки, пов'язані з інтерполяцією, будуть меншими, ніж у попередньому випадку.

Для побудови графіків інтегральної і диференціальної функцій розподілу в обох варіантах знадобляться таблиці значень *F(t)* і *f(t)* і виникнуть додаткові похибки при відліку даних по осях.

Метод максимальної правдоподібності вимагає значного об'єму обчислень, при яких ліву і праву частину рівняння (3) врівноважують, змінюючи значення *b* в межах від 1 до 4 методом перебору або застосовуючи градієнтний пошук для мінімізації кількості ітерацій.

Вручну такі обчислення проводити досить складно, тож до недавнього часу використання методу потребувало залучення потужних електронно-обчислювальних машин і складних та вартісних спеціалізованих математичних пакетів. Втім, на сьогоднішній день ситуація змінилась на краще: сучасний персональний комп'ютер або планшет має достатню обчислювальну потужність для проведення досить складних розрахунків і візуалізації одержаних результатів. Крім того, табличні процесори навіть у деяких безкоштовних офісних пакетах мають функції для роботи з основними законами розподілу випадкових величин, дають можливість проводити ймовірнісні розрахунки і розв'язувати оптимізаційні задачі. Для поставленої задачі було обрано безкоштовний офісний пакет LibreOffice 5 [4].

Розрахунок проводиться наступним чином: розбивши масив дослідних даних на інтервали, визначаємо їх середні значення і кількість значень у кожному них і заповнюємо перші два рядки таблиці. Сума членів другого рядка – це загальна кількість випробувань N.

Записавши в одну із вільних комірок таблиці початкове додатнє (!) значення параметра *b*, наприклад 1, у наступних рядках розраховуємо для кожного інтервалу елементи рівняння (3), що знаходяться під знаками суми: $\ln t_i m_i$, $t_i^b m_i$, $t_i^b \ln t_i m_i$.

Таблиця– Підготовка даних для розрахунку

Середнє значення інтервалу t_i, год	1750	2250	2750	3250	3750	4250	4750	5250	5750	6250	6750
Частота повтор., m_i	2	11	13	19	8	3	3	3	1	1	1
$\ln t_i \cdot m_i$											
t_i^b											
$t_i^b \cdot m_i$											
$t_i^b \cdot \ln t_i \cdot m_i$											

В окремих комірках обчислюємо значення лівої і правої частини рівняння (3) і знаходимо їх різницю в наступній комірці таблиці. В додаткову комірку вписуємо формулу для розрахунку параметра *a*.

Увійшовши в меню “Сервіс” обираємо пункт “Підбір параметра”. У віконці, що відкрилося, в якості “Цільової комірки” вказуємо клітинку, яка містить різницю лівої і правої частини рівняння (3), вписуємо 0 у “Цільове значення”, даємо посилання на клітинку з початковим значенням параметра *b* в пункті “Комірка, що змінюється”. Налаштування завершене.

Натиснувши кнопку “ОК” погоджуємось на вставку одержаного значення в комірку, що змінюється. Система автоматично виконує перерахунок усієї таблиці з новими, оптимізованими значеннями параметрів *a* і*b*. Весь процес обчислень займає частки секунди.

Нажаль, у 5 версії LibreOffice неможливо реалізувати інший спосіб розв'язання задачі, застосовуючи “Вирішувач” (Solver). “Solver for Nonlinear Programming (for Calc) ” поточною версією не підтримується, а вбудовані “LibreOffice CoinMP linear solver” і “LibreOffice лінійний вирішувач” здатні виконувати розрахунок лише для лінійних моделей, тому для вищезгаданої задачі із знаходження параметрів розподілу не придатні.

Використовуючи функціюWEIBULL(t; a; b; **0**), з високою точністю обчислюємо значення кумулятивної (інтегральної) функції розподілу для обраних значень t, а замінивши 0 на 1, WEIBULL(t; a; b; **1**) - одержуємо значення диференціальної функцій. При необхідності, за одержаними значеннями можуть бути побудовані відповідні графіки (меню “Вставка”, “Діаграма”).

Література

1. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: Учеб.пособие для втузов. - М.: Высшая школа, 2000. - 383 с.
3. Прейсман В.И. Основы надежности сельскохозяйственной техники [Текст]. – К.: Вища школа, 1988. – 246 с.
4. LibreOffice Documentation [Електронний ресурс]. − Режим доступу: HYPERLINK «http://www.libreoffice.org/get-help/documentation/»

2. А.И. Волков, к.с-х.н., доцент, Д.В. Лукина, А.В. Майоров, Н.В. Януков, Л.О. Пояркова, Е.М. Петухова, Н.З. Гаязутдинов, Г.Ю. Гуйда, ФГБОУ ВО «Марийский Государственный Университет», Йошкар-Ола, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

В агропромышленном комплексе (АПК), как и во многих других отраслях народного хозяйства России, в том числе и в техническом сервисе, основным производственным ресурсом любого предприятия по-прежнему является человеческий капитал. Только отлично обученный, хорошо подготовленный к овладению инновационными технологиями и быстро адаптирующийся к современным реалиям экономики специалист широко востребован работодателями [1-2]. Между тем, как показывает практика, в последнее десятилетие актуальна проблема нехватки квалифицированных кадров в области технического сервиса для АПК во многих регионах России и Республика Марий Эл здесь не исключение. Кроме того, следует отметить, что существует большой дефицит как управленческих, так и инженерных кадров. Это связано с тем, что в последние годы значительно уменьшилась численность специалистов данного профиля, возросла рабочая нагрузка, повысились требования к профессиональным компетенциям, организаторским функциям и компьютерной грамотности. При этом остающийся невысоким уровень заработной платы и отсутствие социальной инфраструктуры во многих российских селах, значительно уменьшают привлекательность будущей профессии для выпускников аграрных вузов [3]. Все вышеперечисленное и явилось целью настоящей работы.

Для решения поставленной задачи в Республике Марий Эл необходимо, во-первых, создать и постоянно развивать модель непрерывного образования, которое подразумевает воспитание потенциального специалиста с дошкольного учреждения, затем его курирование в школе, агротехникуме или сельскохозяйственном вузе вплоть до устройства его на работу в соответствующее предприятие АПК.

Во-вторых, стимулировать школьников и студентов на занятия научной и инновационной деятельностью. Для этого необходимо активнее вовлекать работодателей в этот творческий процесс. Двусторонний контакт позволит обучающимся участвовать в

реальных процессах производства и реализации сельскохозяйственных товаров и услуг. Сегодня без этого немыслим хороший профессионал в области технического сервиса.

В-третьих, материально поощрять будущего инженера на каждой ступени его развития, а не только тогда, когда он получит статус молодого специалиста. Главную роль при этом должны играть инвестиции со стороны непосредственных работодателей, государственные стипендии и исследовательские гранты.

Более скоротечным вариантом развития событий в сложившейся ситуации может выступать обучение инженерного состава на современных программах переподготовки в специалистов технического сервиса. Особое внимание в данном случае следует уделить обучению в передовых зарубежных научно-образовательных центрах.

Практическая реализация предложенных принципов возможна путем формирования аграрного научно-образовательного кластера на базе Аграрно-технологического института Марийского госуниверситета. Где имеются все условия для интеграции научно-педагогического потенциала и материально-технической базы, диверсификации научно-исследовательской, инновационной и опытно-экспериментальной работы, а, самое главное, кооперация с агробизнесом и производством, в том числе и зарубежным.

Кроме того, исследование проблемы технического сервиса в аграрной сфере, позволило выделить и обобщить целый ряд факторов, замедляющих становление и перспективное развитие данной широко востребованной отрасли народного хозяйства. Это и ежегодное снижение товаропроизводителям поставок сельскохозяйственных машин и оборудования, которое уменьшает потенциальные объемы ремонтно-технических работ, одновременно повышая нагрузку на имеющуюся в наличии технику и агрегаты, тем самым, ускоряя их износ.

Убыточность и последующее банкротство сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности, рост числа неплатежеспособных агентов также влечет за собой снижение объемов технического обслуживания в аграрной отрасли. Снижение доходности, а порой и откровенная борьба за выживаемость большинства сельхозпредприятий ведет к уменьшению заработной платы, предопределяя массовый отток высококвалифицированных инженерных кадров.

Дробление крупных сельскохозяйственных предприятий на множество небольших крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств закономерно обуславливает увеличение потребности в сельскохозяйственной технике и оборудовании. Однако, из-за своей дороговизны последние являются недоступными для большей массы хозяйствующих субъектов.

Отсутствие взаимовыгодных экономических контрактов между товаропроизводителями и предприятиями технического сервиса способствует увеличению времени простоя машин и оборудования, затягивая сроки проведения весенне-полевых и уборочных работ. Недостаток энергетических ресурсов влечет нарушение технологии сельскохозяйственного производства из-за невыполнения или некачественного выполнения технологических операций, что в дальнейшем сводит к минимуму объемы восстановления деталей на предприятиях технического сервиса.

Для уменьшения негативного действия вышеизложенных факторов, выхода из сложившейся ситуации и эффективного развития технического сервиса в регионе нами рекомендованы следующие базовые принципы: научность, обеспеченность, заинтересованность и развитие.

Научный принцип предполагает использование товаропроизводителями комплексных сбалансированных и взаимосвязанных мероприятий и научно-технических новшеств, способствующих широкому распространению агротехнического сервиса.

Принцип обеспеченности основывается на формировании и активном внедрении материально-технических и кадровых решениях для налаживания тесных контактов

предприятий агротехнического сервиса с руководителями и специалистами аграрных организаций в целях увеличения уровня ритмичности имеющегося производства.

Принцип заинтересованности подразумевает финансовое стимулирование специалистов и рабочего персонала при самостоятельном освоении и применении ими научно-практических рекомендаций по предоставлению услуг технического сервиса сельскохозяйственным предприятиям.

Принцип постоянного развития должен свидетельствовать о том, что в условиях конкурентного рынка параметры предоставления технического сервиса должны непременно превосходить уровень, сложившийся во всех сферах аграрного производства.

Таким образом, владея информацией о негативных факторах и способах их устранения можно надеяться на успешное развитие технического сервиса в АПК.

Литература

1. Кириллов, Н.А. Сборник статей по перспективам развития Агропромышленного комплекса и его технического сервиса / Н.А. Кириллов. – Томский ПТУ, 2008. – 108 с.
2. Усуфов, М.М. Перспективы развития автосервиса / М.М. Усуфов. – СПюГУСЭ, 2011. – 6 с.
3. Чеботарев, М.И. Проблемы и перспективы развития технического сервиса АПК / М.И. Чеботарев, И.Г. Савин // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 97 (03). – С. 3.-10.

3. Н.Н. Корчак, Подольский государственный аграрно-технический университет

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ ФРУКТОВ

Фрукты в настоящее время занимают в рационе человека исключительно важное место. В связи с этим как в Европе, так и во всём мире территории, отводимые под фруктовые насаждения неуклонно возрастают. Качественная и современная уборка фруктов в значительной мере влияет как на качество их дальнейшей переработки, так и на длительность сроков хранения. Безусловно, процесс уборки довольно трудоёмкий и требует больших затрат ручного труда. Для фруктов, которые предназначены для хранения – это неизбежно, но если же фрукты предназначены для переработки, можно применять менее щадящие механизированные технологии уборки.

В ряде стран разработаны технологии и устройства для их реализации, в основу которых заложены принципы вибрационного воздействия на ствол дерева. Существенным недостатком применяемой технологии является значительное повреждение ствола. Это связано с тем, что устройства, передаваемые вибрации на дерево, являются одночастотными, что требует значительных амплитуд воздействия [1, с. 334]. В предлагаемой работе приведены результаты теоретических исследований вибрационно-резонансной технологии, которая лишена вышеупомянутого недостатка. Суть технологии состоит в следующем.

Вибрационное устройство (рис. 1) воздействует на цилиндрический (без потери общности, вертикально расположенный, консольно укреплённый корневой системой) ствол, вызывая в нём поперечные упругие колебания. Эти колебания являются возбуждением для продольно-поперечных колебаний веток, которые могут быть смоделированы упругими цилиндрическими отростками [2, с. 24], в которых один конец свободный, а второй выполняет периодические движения. На ветках находятся плоды, которые могут быть смоделированы физическим маятником с подвижной точкой подвеса.

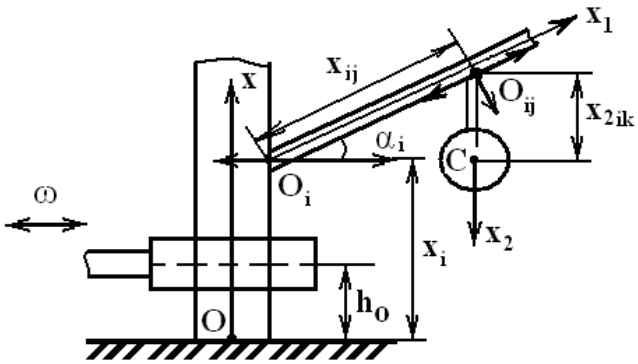


Рис. 1. Расчётная схема устройства

Используя обозначения рис. 1, запишем динамические уравнения ствола дерева, веток и плодов [3, с. 228]:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + C^2 \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = \frac{Q}{\mu}\sigma_1(x - h_0)\sin(\omega \cdot t + \alpha) \qquad (1)$$

Здесь *y(x, t)* – поперечное смещение осевой линии ствола от положения равновесия;

Q – амплитуда сосредоточенной силы;

ω– частота;

μ – погонная масса ствола;

$$C = \sqrt{\frac{EI}{\mu}}\ ;\ C_i = \sqrt{\frac{EI_i}{\mu}} \qquad (2)$$

где *E*– модуль Юнга древесины;

I – момент инерции поперечного сечения ствола;

$\sigma_1(x - x_0)$ – импульсная функция первого порядка.

Для i – той ветки:

$$\frac{\partial^2 y_i}{\partial t^2} + C_i^2 \frac{\partial^4 y_i}{\partial x_i^4} = \frac{Q_i}{\mu_i}\sigma_1(x_1)\sin\alpha_i \cdot \sin\Omega t;\ i = \overline{1, n} \qquad (3)$$

где *Ω* – основная частота колебаний ствола;

n – число веток;

α_i – угол наклона ветки к горизонту. Для продольных колебаний:

$$\frac{\partial^2 z_i}{\partial t^2} - C_{Ii}^2 \frac{\partial^2 z_i}{\partial x_{iI}^2} = \frac{Q_i}{\mu_i}\sin\Omega \cdot t\cos\alpha_i \cdot \sigma_1(x_i);;\ C_{Ii}^2 = \frac{ES_i}{\mu_i} \qquad (4)$$

где z_i – отклонение ветки i=$\overline{1, n}$ в продольном направлении;

S_i– площадь поперечного сечения i – той ветки z;

H – высота ствола;

l_i – длина i – той ветки.

Запишем краевые условия для (1 – 4):

$$y(0, t) = \left.\frac{\partial y}{\partial x_1}\right|_{x=0} = \left.\frac{\partial^2 y}{\partial x_{iI}^2}\right|_{x_{iI}=H} = \left.\frac{\partial^3 y}{\partial x^3}\right|_{x_{iI}=H} = 0\ ;$$

$$y_i\Big|_{x_{iI}=0} = \frac{Q_i}{\mu_i}\cos\alpha_i \cdot \sin\Omega t\ ;\ \left.\frac{\partial y_i}{\partial_{x_{iI}}}\right|_{x_i=0} = \frac{Q_1\Omega}{\mu_i}\cos\alpha_i\cos\Omega t \qquad (5)$$

$$\left.\frac{\partial^2 y_i}{\partial x_i^2}\right|_{x_i=l_i} = \left.\frac{\partial^3 y_i}{\partial x_i^3}\right|_{x_i=l_i} = 0 \ ;$$

$$z_i\big|_{x_i=0} = \frac{Q_i}{\mu_i}\sin\alpha_i \cdot \sin\Omega t \ ; \qquad \left.\frac{\partial z_i}{\partial x_i}\right|_{x_i=0} = \frac{Q_i \cdot \Omega}{\mu}\sin\alpha_i \cdot \cos\Omega t \qquad (6)$$

Для плода:

$$I_{ij} \cdot \ddot{\varphi}_{ij} = M_{ij} \ ; i = \overline{1,n}; \ j = \overline{1,N} \qquad (7)$$

где I_{ij}– момент инерции j – го плода на i – той ветке;
M_{ij}– масса плода, $M_{ij} = m_{ij} \cdot g \cdot x_{2ij} \cdot sin\varphi_{ij}$.

Безусловно, решение этого набора уравнений довольно громоздкое. Однако более важным является вопрос о частотных зависимостях решений. Так, например, недопустимым является резонанс частот ω и Ω. В этом случае существует вероятность повреждений коры ствола. Резонанс является желательным между собственной частотой плода и частотой колебаний точки подвеса O_{ij}. Но так как плоды различны по массе, начальная возбуждающая частота ω должна быть переменной. Это требует применения вариатора (с довольно небольшой мощностью), который бы обеспечил частоты $\omega_{min} \leq \omega \leq \omega_{max}$.

Литература

1. Андреєв О.А. Теоретичний аналіз та розрахунок параметрів пристрою для вібраційного збирання плодів / О.А. Андреєв. – Зб. наук. праць ПДА-ТУ. – Кам'янець-Подільський, 2004. – Вип. 12. – С. 333–336.
2. Андреев А.А. Математическая модель "Консоль с отростком" / А.А. Андреев // Труды 5-ой международной конференции им. акад. М. Кравчука, Киев, 1996. – С. 24–28.
3. Бабаков И.М. Теория колебаний / И.М. Бабаков. – М., Наука, 1968. – 560 с.

4. С.С. Карабиньош, к.т.н., доцент, Д. Стежка, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України

ГОЛОГРАФІЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНІСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ

Безвідмовність складових частин машин характеризується міцнісними та несучими можливостями їх матеріалів та величиною навантаження і напруження. З іншого боку імовірність безвідмовної роботи поверхні деталі P^i_{jk} визначається в загальному порядку стаціонарністю і ординарністю процесу залежить від величини деформації навантаженого тіла виробу[1]. Вона визначається тільки подовженістю t ділянок навантаження, і не залежить де буде розміщено цю ділянку. Як було встановлено P^i_{jk} (імовірність безвідмовної роботи деталі) визначається мінімумом знайденої деформації на поверхні навантаженого тіла. Це легко пояснити виходячи із стохастичної імовірнісної природи міцнісних характеристик поверхневих контактних шарів матеріалу, які і визначають працездатність виробу.

Відомо, що практично не існує рівноміцністних поверхневих шарів металу, за рахунок наявності в них недосконалостей, недоліків та дефектів. Особливо, це яскраво відтворено для деталей, які пройшли відновлення та ремонт. Міцність таких поверхонь є інтегральною характеристикою, що визначається із виразу:

$$[\sigma_в] \geq \sigma^j_{в_i} = \int_{-\infty}^{\infty} A(x,y)dt, \qquad (1)$$

де $[\sigma_в], \sigma^j_{в_i}$ - допустимі (стандартні) та виявлені в процесі експерименту напруження, МПа;

A-виконана певна робота під навантаженням на протязі проміжку часу *dt.*
Проведені експериментальні дослідження, за допомогою комп'ютерної голографії показали, що мінімуму мікродеформації і відповідно мінімуму напружень відповідають ділянки із мінімальною відтвореною інтенсивністю світлових смуг. На комп'ютерних голограмах ці полоси середнього діапазону світлового спектру, на що вказують масштаби приведені на голограмах. Вивчаючи голограми (комп'ютерні) було встановлено закони регресії (апроксимації) для кожного виду навантаження і типу деталей.

Вивчаючи голограму було встановлено рівняння регресії в напрямку осей x та y у відповідності до розробленої методики. Ними є вирази:

$$U(x,y) = x^4 + y^4 + x^2y^2 + ... + \mathrm{A}, \qquad (2)$$

$$V(x,y) = x^4 + y^4 + x^2y^2 + ... + B, \qquad (3)$$

де x-деформація, тензор або напруження в напрямку осі абсцис;

y- деформація, тензор або напруження в напрямку осі ординат.

Застосувавши обернене перетворення Фур'є до кореляції функцій, отримаємо взаємну спектральну густину та взаємну кореляційну функцію:

$$K_{xy}(\tau) = \int\int_{-\infty}^{\infty} [a_1 - \bar{a}(t_1)\rangle] \cdot [b_2 - \bar{b}(t_2)\rangle] f(a_1, b_2 | \tau) dxdy, \quad (4)$$

або в натуральному вигляді для вибірки із 25 голограм:

$$K(x,y) = \int_0^{25}\int_0^{25} [a_1 - \bar{a}(t_1)] \cdot [b - \bar{b}(t_2)] f(a, b | \tau) dxdy, \quad (5)$$

Приведена формула (5) є не що інше як виконана робота під дією якогось стохастичного навантаження на проміжку часу τ. Розрахунки показали що, мінімуму виконаної роботи відповідає мінімум мікродеформації → відсутність пошкоджень, залишкових напруг, концентраторів напружень. Розкид між даними знятими з голограм складає 0,02 – 0,06 відсоток при значній кореляції отриманих апроксимуючих кривих.

Різноманітні випадкові процеси, які обов'язково присутні при проведенні експериментальних досліджень є можливі і виявляють в розкиду стохастичних характеристик (дисперсії, коефіцієнтів варіації, математичного сподівання). При постійності закону розподілу, в нашому випадку із ймовірністю P_i при зміні координат x та y і розподілі випадкових величин $f_i(x,y)$, то сумарну густину із виразу

$$f_i = \sum_i^k P_j f_j^i(x_i; y_i), \qquad (6)$$

що є фактична ймовірність безвідмовної роботи даної деталі, вузла чи машини в цілому.

Література

1. Карабинеш С.С., Новицький А.В., Ружило З.В. Reliabilityofagriculturalmachinery/ С.С.Карабинеш, А.В.Новицький, З.В.Ружило.- К.: НУБІПУ, 2017.-124 с.

5. S.S. Karabinesh,associate professor, B.A. Menshov, student, National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine

CONDITIONS OF CYLINDER LINERS THERE DEFECTS AND DAMAGE

In the course of the operation of the ICE, the working surface of cylinder liners tests significant loads at high temperatures, which leads to the appearance of such defects as: wear of the working surface, increase roughness, change of macrogeometry (oval cone saddle-shaped, etc.), Nagar, shells, cracks and how often When defecting the working surface of cartridges of cylinders of ICE determine the geometric dimensions and shape of worn sleeves, as well as the

roughness of its mirror. The presence of cracks, chips, shells, and so on. It leads to the rejection of the sleeve.

Cylinder liners of tractor engines have such defects.

1. Depreciation of the internal working surface, risks and sting.
2. Depreciation of the bottom surface of the support bunch.
3. Wear of seat belts.
4. Cavitational destruction of the outer surface.

Wear of the inner surface

The largest wear of cylinder liners is observed at a distance of 22 ... 25 mm from the upper edge in the zone of stopping the ring at the upper dead point and varies widely between 0,005 and 0,5 mm. Uneven wear of the cylinder sleeve, which forms the inner surface due to different conditions of friction.

During engine operation, the cylinder mirror, in addition to the above-mentioned corrosion, is also subject to abrasive and mechanical wear due to penetration into the dust engine. Many dust enters the cylinders with air through the inlet pipeline, if there is a non-tightness in the place of its mounting, or with fuel and oil in their careless storage.

Dripping into oil forms a kind of pryrochnoy paste that causes wear of piston rings, cylinder, piston and other parts. To reduce abrasive wear, a good sealing of the air purifier (air filter) and intake manifold is necessary: the engine is cleaned with pure oil and its work on clean fuel; filling in tanks of diesel fuels, which defended not less than 48 hours, and timely replacement (or purification) of filters for power and lubrication systems.

The mechanical wear of the cylinder mirror is more in the upper part than in the lower one, as in the first much higher pressure. When at the end of the compression trick in the cylinder the combustion mixture is flushed, the pressure of the hot gases is sharply increased, and the first compression ring is strongly pressed against the cylinder's mirror.

In VMT, the speed of the piston decreases to zero, the oil film burns out, and the first piston ring comes in direct contact with the cylinder's mirror. When moving the piston down (at the first moment) there is an intense wear of the mirror cylinder and piston ring.

To reduce the wear of cylinders, it is important to avoid overheating of the engine, disturbance of the starting point of fuel supply (diesel) and apply for lubrication of the engine oil not recommended by the factory instruction. Abrasive and mechanical wear parts are not only in the mechanisms of the engine, but also in various mechanisms of the car.

In addition to demolition along the length, there is also wear in the direction perpendicular to the axis of the crankshaft, that is, the ubiquitous sleeves. Ovalization of cylinder liners is caused both by uneven wear and by the residual deformations arising from the forces of gas pressure and lateral forces of the piston. The largest ovality of the sleeve occurs in the upper belt in the zone where the upper piston ring is located at the position of the piston at the upper dead point.

The durability of the cylinder sleeve depends on the quality of the repair and technical culture of the engine operation. During the repair process, it is very important to correctly install the sleeves and assembly of the entire crank mechanism, while ensuring the exact fulfilment of the technical conditions for the engine assembly. Any deviation from these conditions causes the deformation of the sleeves and the displacement of the pistons, which leads to increased wear of the sleeve cylinder. When operating the engine, the life of the sleeve is directly dependent on the quality of lubrication, the care of the air cleaner, as well as the implementation of the rules for starting and warming the cold engine.

The internal working surface of cylinder liners is intensively worn as a result of falling into its cavity along with air of abrasive particles, under the influence of high temperature, high pressure, corrosive and aggressive combustion products and insufficient lubrication. These and a number of other factors - the reasons for increased oil consumption, engine fumigation and reduced its power.

The appearance of risks and scratches on the inner surface of the sleeves is caused by hit from the environment into the engine through the oil filter and air cleaner of abrasive particles.

Wear, oval, and taper of the working surface of the casings are determined by the indicator intermediate NI-100-160. The wear of the surface of the support bulk reaches 0,08 ... 0,1 mm. The average value of wear of the landing bands is within the range of 0,05 ... 0,07 mm.

Corrosive destruction of the outer surface of the casings.

Corrosive destruction of the outer surface of cylinder liners reveals an overview. The zone of corrosion and cavitation captures in most cases a strip along the sleeve to 100 mm and width up to 80 mm. The depth of corrosion penetration reaches 5 mm.

6. Г.О. Лапенко, к.т.н. доцент, В.М. Кочур, студент, Полтавська державна аграрна академія

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ САДІННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

Забезпечення агропідприємств України якісним вітчизняним насінням цукрового буряка є важливим фактором збільшення виробництва цукру та зменшення його собівартості.

Однією з трудомістких операцій у технологічному процесі виробництва насіння цукрових буряків є садіння маточних коренеплодів. Існуючі висадкосадильні машини мають ряд недоліків: низька продуктивність, великі енергозатрати, неможливість змінювати відстань між коренеплодами в рядку в залежності від їх розмірів та агрокліматичних умов вирощування.

Розробка та оптимізація параметрів установки для садіння коренеплодів цукрових буряків на різний крок з паралельним внесенням добрив та стимуляторів росту в зону висадженого коренеплода забезпечить реалізацію енергозберігаючої технології вирощування за рахунок суміщення ряду агротехнологічних операцій, зниження тягового навантаження на висадкосадильну машину, знизить енергоємність процесу.

Підвищення урожайності насіння цукрового буряка за рахунок вибору оптимального кроку садіння та високої якості садіння забезпечить зниження енергоємності процесу та собівартості виробництва насіння.

Новизна розробки підтверджена патентом України на корисну модель № 54488 від 10.11.2018 року [1].

Принципова схема установки представлена на рисунку 1.

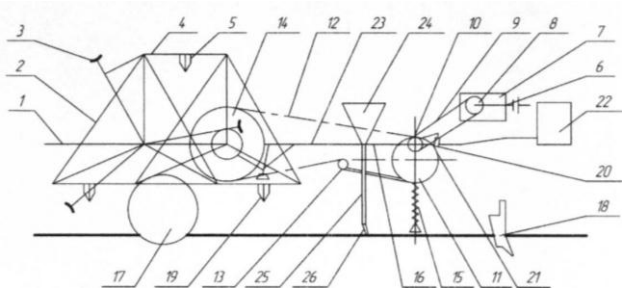


Рис 1. Схема установки для садіння коренеплодів

Технологічний прогрес здійснюється наступним чином. Борознорозширювачем 18 утворюється борозна, в яку вільно входять садильні конуси 5. При русі рівносторонніх трикутників 2 механізму садильних конусів, при взаємодії з розкривачем 3, висаджується коренеплід в землю, а копіювальне ущільнююче колесо 17 фіксує коренеплід в вертикальному положенні, притиснувши його по всьому периметру, Швидкість руху трикутників 2 за один оберт, а також садильних конусів 5 в процесі висадки не постійна і може змінюватися в широкому діапазоні за допомогою ексцентрикової зірочки 11, котра встановлюється на валу з заданим ексцентриситетом при переміщенні її центра по відношенню до осі вала. Таким чином можна сповільнити рух, зменшити швидкість до

повної зупинки садильного конуса 5 в момент заправки в нього коренеплоду, чим забезпечуються сприятливі умови для процесу заправки. Створення висадкового механізму у вигляді рівносторонніх трикутників 2 включає контакт конусів 5 з ґрунтом в момент їх заправки. На установці передбачена система подачі в вигляді аерозолю поживних речовин та стимуляторів росту безпосередньо до коренеплодів.

Конструкція експериментальної установки передбачає отримання різного кроку за рахунок:

а) зміни частоти обертання садильного апарату;

б) зміни поступальної швидкості садильного агрегату.

Прийнятність того чи іншого кроку садіння в діапазоні від 35 до 70 см визначали, виходячи із агротехнічних вимог (відхилення ± 2 см). Результати досліджень наведені на рис. 2.

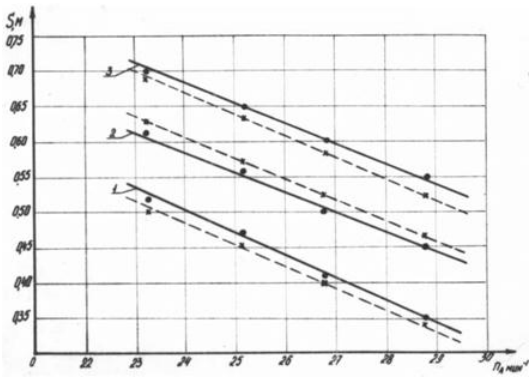


Рис. 2. Залежність кроку садіння від частоти обертання садильного апарату 3, 2, 1 – при швидкості садильного агрегату відповідно 1,0; 0,8 і 0,7 м/с.

По осі ординат відкладений крок садіння, по осі абсцис – частота обертання садильного апарату. Суцільними лініями показані експериментальні прямі, пунктирними – теоретичні.

Досліди проводились для трьох поступальних швидкостей агрегату – 1,0 м/с, 0,8 м/с і 0,7 м/с. Емпірично залежність кроку садіння від частоти обертання садильного апарату на різних швидкостях описується рівнянням:

$$S = 1{,}80019 - 0{,}02921\ n - 0{,}61376\ V$$

n - частота обертання садильного апарату, хв.$^{-1}$

V– швидкість руху садильної установки, м.с.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження запропонованої установки для садіння коренеплодів цукрового буряку з одночасним внесенням добрив та стимуляторів росту дозволили вибрати оптимальні параметри робочих органів установки:

- крок садіння: 0,35-0,7 м;
- швидкість руху: 0,7-1 м/с;
- кількість обертів: 23-28 хв$^{-1}$;
- ширина борозни: 130-140 мм;
- глибина борозни: 400-440 мм;

відстань між ущільнюючими колесами 260 мм.

Взявши за основу запропоновану нами установку для садіння коренеплодів цукрового буряка та вибравши оптимальну схему садіння 0,7×0,5м нами запропонована енергозберігаюча технологія отримання насіння цукрового буряка. Впровадження її у виробництво забезпечить суму енергетичних затрат на одиницю отриманої продукції звести до мінімуму.

Необхідним критерієм, який дозволяє, не змінюючи вартісних показників, об’єктивно визначити реальні затрати на виробництво, їх співвідношення і структуру є енергоємність, яка відображає накопичення енергії в сільськогосподарській продукції в процесі виробництва.

Дослідження показали, що енергетичні затрати, необхідні для виробництва насіння цукрового буряка на 1 га садіння склали близько 29550 МДж, а сукупна енергія накопичення в урожаї – 12780 МДж/га. Найбільший коефіцієнт ефективності має насіння цукрового буряка при врожайності більше 35ц/га [2].

Таким чином, запропонована нами установка для садіння коренеплодів цукрового буряка забезпечить раціональне використання кроку садіння від 0,35 до 0,70 м в залежності від розмірів коренеплода та можливостей ґрунту, а одночасне внесення добрив та стимуляторів росту отримання максимального врожаю високоякісного насіння цукрових буряків. З іншого боку використання способу визначення акумульованої енергоємності отримання насіння цукрового буряка дозволить вибрати оптимальні режими роботи та технології для забезпечення зниження затрат на виробництво і реалізацію енергозберігаючої технології.

Приведені результати можуть бути використані у виробництві при розробці нових або модернізації існуючих висадкосадильних машин.

Список використаних джерел

1. Пат. № 54488 Україна МПК A01C 11/00; A01N 25/00 A01N 65/00. Установка для підготовки і висадки коренеплодів / Лапенко Г.О., Знова Л.В., Прасолов Є.Я., Бєловол Ю.Ю., Заворотній Л.Є., Писаренко П.В., Браженко С.А., Лапенко Т.Г., Лапенко В.Т. – № u 2010 06010; заявл. 18.05.2010; опубл. 10.11.2010р., Бюл. № 21.

2. Пат. № 60283 Україна МПК A01G7/00. Спосіб визначення акумульованої енергоємності виробництва насіння цукрових буряків / Лапенко Г.О., Знова Л.В., Прасолов Є.Я., Калініченко О.В., Макаренко П.М., Писаренко В.В., Сосновська О.О., Браженко С.А., Плотник О.Д., Дивнич А.В. – № u 2010 15713; заявл. 27.12.2010; опубл. 10.06.2011р., Бюл. № 11.

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

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

В статье представлены результаты экспериментальных исследований технологических параметров работы миксера для навоза. Определены зависимости энергоемкости процесса диспергирования жидкого навоза от диаметра, угла подъема винтовой линии лопасти и числа оборотов мешалки.

Введение. В соответствии с Государственной программой «Энергосбережение» на 2016–2020 годы одним из важнейших факторов энергетической безопасности страны является повышение уровня удовлетворения потребности в энергии за счет собственных энергоресурсов [1].

Зависимость страны в поставках углеводородных ресурсов приводит к поиску альтернативных источников энергии. Одним из таких решений является создание биогазовых установок на очистных сооружениях и полигонах захоронения твердых коммунальных отходов, в сельскохозяйственных организациях, занимающихся производством крупного рогатого скота, свиней и птицы, суммарной электрической мощностью не менее 30 МВт.

Для ряда сельскохозяйственных организаций Беларуси, получение биогаза позволяет решить экологическую и экономическую проблему. Это проблема особенно актуальна для организаций, где имеется большое количество отходов жизнедеятельности животных на фермах и комплексах. Ежегодно требуется очистить и переработать около 70 млн. т отходов. Только с одних свиноводческих комплексов требуется очистить около 5 млн. т отходов [2].

Биогазовая установка производит биометан и биоудобрения путем бескислородного брожения субстрата. Процесс выделения биогаза из вновь заполненного субстратом ферментатора протекает медленно. Количество выработанного биогаза растет до того

момента пока не будет достигнуто максимума. Когда количество произведенного биогаза мало, то пребывание в ферментаторе нецелесообразно с экономической точки зрения [3]. Основу субстрата составляют отходы жизнедеятельности животных на фермах и комплексах, а также отходы перерабатывающих предприятий.

Основу субстрата в организациях сельскохозяйственного назначения составляет жидкий навоз. Достоинством такой основы является его количество, так как выход навоза на фермах и комплексах огромен и его пополнение в метантенки биогазовых установок не составит особого труда.

К недостаткам следует отнести малый выход биогаза, что приводит к необходимости дополнять состав субстрата высокоэнергетическими добавками, такими как кукурузный силос, зерно и зеленая масса или дополнять состав биологическими и химическими добавками, что приводит к необходимости строить биогазовые установки в организациях с хорошо развитой кормовой базой. В другой ситуации строительство биогазовой установки приведет к убыткам организации.

Для лучшего выделения из субстрата биогаза ферментаторы оборудуют отоплением и миксерами. В процессе работы требования к миксерам высоки, так как они должны создавать сильные потоки субстрата, необходимые для достижения гомогенизации. Исследования проводились на жидком навозе влажностью не более 92 %.

Цель исследований – оценка энергоемкости процесса диспергирования жидкого навоза, с обоснованием параметров рабочего органа и режимов работы миксера.

Задачи исследований:

- исследование влияния конструктивных параметров мешалки миксера на энергоемкость процесса диспергирования жидкого навоза;
- исследования влияния кинематических параметров миксера.

Программой исследования предусмотрено перемешивание жидкого навоза влажностью не более 92 % в цилиндрическом навозохранилище объемом 3000 м^3.

Материалы и методы. Важными технологическими параметрами, характеризующими эффективность эксплуатации миксера являются геометрические и кинематические параметры мешалки.

Экспериментальные исследования выполнялись на установке, монтируемой в навозохранилище. Миксер для навоза представляет собой установку, на валу которой установлена мешалка для перемешивания жидкого навоза.

В процессе исследований было установлено, что в известных конструкциях мешалок, в процессе перемешивания навозной массы, она налипала на центральную часть лопасти, что в последствии приводило к ее неравномерному распределению по всей рабочей поверхности мешалки. Указанный недостаток сопровождается рядом отрицательных явлений:

− неравномерное и неполное использование рабочей поверхности лопасти, что снижает эффективность технологического процесса: ухудшает однородность и увеличивает энергоемкость процесса диспергирования жидкого навоза;

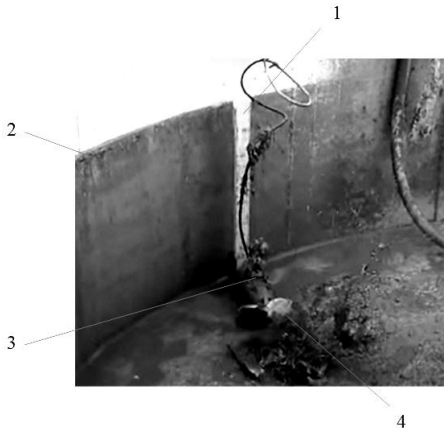
− неравномерная нагрузка на поверхности лопасти приводит к их неравномерному износу, что нарушает балансировку мешалки на валу и снижает долговечность ее и машины в целом.

Разработанная лопастная мешалка исключает перечисленные недостатки.

Корпус миксера, планетарный редуктор, кронштейн крепления и вал лопастной мешалки использованы без изменения. Конструктивные изменения заключаются в изменении геометрических размеров мешалки.

Диаметр и угол подъема винтовой линии лопастей мешалки миксера выполнен с учетом результатов исследований и составляют 550 мм и 36 градусов соответственно, что повысило увеличить площадь рабочей поверхности лопасти и производительность миксера в целом.

Разработанная мешалка обеспечивает равномерное перемешивание жидкого навоза с влажностью не менее 88 % до однородного состояния [4]. Отклонение распределения размера частиц между слоями составляет не более 2 %.



1 – стойка, 2 – навозохранилище, 3 – миксер, 4 – мешалка

Рис. 1. Миксер для навоза

Оборудование использовалось во время испытаний (рисунок 1) в производственных условиях в ОАО «Селекционно-гибридный центр «Западный» Брестского района Брестской области.

Испытания проводились с диаметром мешалки миксера 500 и 650 мм, вращающейся с числом оборотов 300 и 400 мин$^{-1}$ в жидком навозе с влажностью 90 и 92 %.

Результаты и обсуждение. При проведении исследований фиксировалась энергоемкость процесса диспергирования жидкого навоза. Обработка полученных экспериментальных данных (с применением аппарата математической статистики), позволила получить уравнение регрессии:

$$y = 5,432 + 3,22x_1 + 1,588x_2 + 1,028x_3 + 0,829x_1^2 + 0,519x_2^2 + 0,388x_1x_2.$$

Для анализа полученного уравнения построены поверхности отклика, представленные на рисунках 2–4.

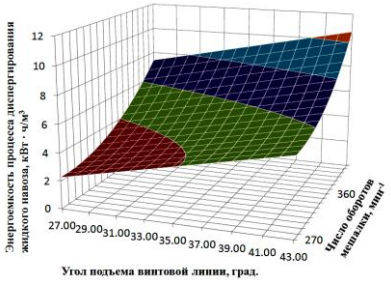


Рис. 2. Зависимость энергоемкости процесса диспергирования жидкого навоза от угла подъема винтовой линии и числа оборотов мешалки

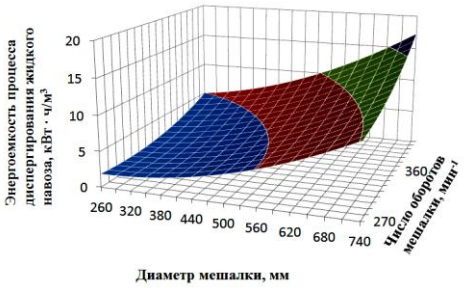


Рис. 3. Зависимость энергоемкости процесса диспергирования жидкого навоза от диаметра и числа оборотов мешалки

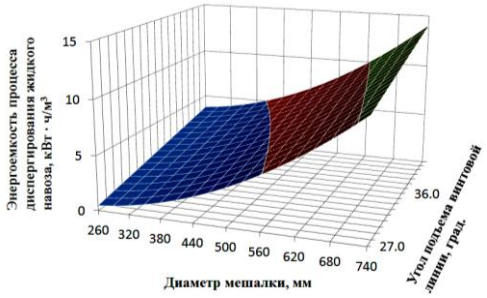


Рис. 4. Зависимость энергоемкости процесса диспергирования жидкого навоза от угла подъема винтовой линии лопасти и диаметра мешалки

Выводы. Таким образом, рациональными технологическими параметрами работы миксера для достижения требуемого качества перемешивания жидкого навоза (при наименьших

показателях энергоемкости процесса диспергирования жидкого навоза) являются: угол подъема винтовой линии лопастей мешалки, находящийся в пределах 32–38^0, диаметр мешалки в пределах 520–580 мм и число оборотов мешалки в пределах 340–380 мин$^{-1}$.

При указанных параметрах значение энергоемкости процесса диспергирования жидкого навоза находится в пределах 2,82–5,46 кВт·ч/м^3. Коэффициент неоднородности жидкого навоза находится в пределах 14,971–19,445 %.

Литература:

1. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы.
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. Georgakakis, D. Krintas, Th. Optimal Use of the Hosoya System in composting Poultry Manure, Bioresource Technology, 2000, pp. 227–233.
4. Гомогенизатор для навоза: пат. 7700 Респ. Беларусь, МПК А 01С 3/00 / А. В. Китун, И. М. Швед, В. И. Передня; заявитель УО «БГАТУ». – № u 20110318 ; заявл. 21.04.2011 ; опубл. 30.10.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – 202–203 с.

8. И.И. Скорб, Белорусский государственный аграрный технический университет, А.М. Волк, Белорусский государственный технологический университет

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА ЖИДКОГО НАВОЗА ПРИ ЕГО НАКОПЛЕНИИ В КАНАЛАХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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 металлоемкость 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/м^3, а у навоза крупного рогатого скота – 1050...1090 кг/м^3. 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].

Рассмотрим процесс осаждения твердой частицы навоза после перемешивания в канале гидравлической системы периодического действия под воздействием силы тяжести, которая является движущей силой процесса осаждения. Принимаем, что частицы имеют сферическую форму диаметра d, плотность ρ_T, объем V_T и массу m. Скорость частицы $\vec{\vartheta}$ по направлению совпадает с силой тяжести $\vec{G}$. При движении частицы на ее действует выталкивающая сила Архимеда $\vec{F}_{\text{А}}$ и сила сопротивления среды (сила Стокса) $\vec{F}_C$.

Напишем в декартовой системе координат уравнения движения твердой частицы в жидкости под воздействием силы тяжести [4].

$$m\frac{d\vec{\vartheta}}{dt} = \sum \vec{F}_i = \vec{G} + \vec{F}_C + \vec{F}_{\text{А}}. \qquad (1)$$

Спроецировав на ось y (рисунок 1) получим:

$$m\frac{d\vartheta_y}{dt} = G - F_C - F_A. \qquad (2)$$

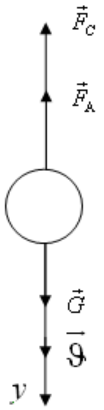


Рис. 1. Схема сил действующих на частицу

Рассмотрим силы, входящие в уравнение движения (2).

Сила тяжести:

$$G = mg = \frac{\pi d^3}{6}\rho_T g \qquad (3)$$

где d −диаметр частицы, м;

ρ_T –плотность частицы, кг/м^3;

m – масса частицы, кг.

Сила Архимеда:

$$F_A = \rho_Æ V_T g = \frac{\pi d^3}{6} \rho_Æ g \qquad (4)$$

где V_T –объем частицы, м^3.

Сила гидродинамического сопротивления среды, отнесенная к поперечному сечению, сила Стокса:

$$F_c = \varphi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\vartheta^2}{2} \rho_æ \ . \qquad (5)$$

где φ –коэффициент гидравлического сопротивления среды.

При условии постоянства скорости осаждения уравнение (2) примет вид:

$$G - F_C - F_A = 0 \, .$$

Подставляя выражения для действующих сил, получим:

$$\varphi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\vartheta^2}{2} \rho_æ = \frac{\pi d^3}{6} \rho_T g - \frac{\pi d^3}{6} \rho_Æ g \, . \qquad (6)$$

Отсюда получаем скорость осаждения:

$$\vartheta = \sqrt{\frac{4d(\rho_T - \rho_Æ)g}{3\varphi \rho_Æ}} \ . \qquad (7)$$

Коэффициент сопротивления φ зависит от числа Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{\vartheta d \rho_æ}{\mu} \, .$$

Выполненные расчеты показывают, что режим является переходным ($2 < \mathrm{Re} < 500$). В данном случае коэффициент сопротивления будет:

$$\varphi = \frac{18,5}{\mathrm{Re}^{0,5}} \, .$$

Время осаждения:

$$t = b / \vartheta \, , \qquad (8)$$

где b – высота слоя жидкого навоза

Рассчитаем скорость и время осаждения твердых частиц различного диаметра. Плотность твердой частицы принимаем равной 1120 кг/м^3, а динамическую вязкость жидкости – 0,0001 Н·с/м^2. Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Скорость и время осаждения частиц различного диаметра

d, мм	0,5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
ϑ, м/с	0,01	0,02	0,03	0,041	0,051	0,061	0,071	0,081	0,091	0,102
Re	5,6	22,4	50,4	91,8	142,8	208,4	282,2	362,9	458,6	572,2
t, с	100	50	33,3	24,6	19,7	16,34	14,0	12,32	10,9	9,8

В статье определена скорость осаждения частиц различного диаметра в жидком навозе и время осаждения, знание которых позволяет оптимизировать функционирование гидравлических систем уборки навоза при решении технических задач связанных с удалением жидкого навоза из гидравлических каналов таких систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ 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
4. Соу С. Гидродинамика многофазных систем. – М.: Мир, 1971. – 536 с.

9. А.А. Гофман, В.С. Бончик, к.т.н., доцент, П.П.Федірко, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ВИБІР МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕРНОВИХ ДРОБАРОК

Під час вибору обладнання для подрібнення зернового матеріалу необхідно враховувати його міцність. Відомими способами руйнування такого матеріалу є роздавлювання, перетирання, розбивання, розколювання та різання. Перелічені види силової дії в процесі подрібнення проявляються одночасно, але залежно від конструкції дробарки переважає той чи інший спосіб. У всіх дробарках зерновий матеріал руйнується в результаті механічної дії робочих органів на нього або співударяння його частинок[1]. За останні роки науковцями розробляються методи подрібнення з використанням ультразвуку, електрогідравлічного ефекту, перепаду температур, лазерної техніки і т.д.

У сільському господарстві технологічний процес подрібнення зернових культур займає важливе місце. Залежно від виду та зоотехнічних вимог до корму, що приготовляється, подрібнення здійснюють шляхом удару-перетирання зерен в дробарках, а саме молоткових [2]. Простота, висока надійність в роботі, компактність, динамічність робочих режимів задає основні переваги їх над іншими дробарками. Разом з тим вони мають недоліки, такі як зокрема: висока енергоємність, нерівномірність гранулометричного складу одержуваного продукту з підвищеним вмістом переподрібнених частинок, інтенсивне спрацювання робочих органів та інше.

На основі комплексних досліджень конструкційних сталей 30ХГСА, 65Г, 60С2А, а також високоміцного ВЧ50-2 і сірого СЧ20 чавунів за результатами ударно-втомної міцності, статичної тріщиностійкості, для оцінки впливу термічного зміцнення на ударно-втомну і статичну тріщиностійкість цих матеріалів, пропонується остаточний вибір матеріалів для виготовлення робочих елементів молоткових і роторних зернових дробарок:

а - для виготовлення молотків молоткових зернових дробарок, що працюють за умов довготривалих ударно-втомних і статичних навантажень запропонувати леговану сталь 30ХГСА після гартування із нагріву до 950 ^{0}С, охолодження в оливі та середнього відпуску $T_{відп} = 450^0 C$ на структуру трооститу відпуску, яка забезпечує статичну тріщиностійкість і до 2,3 разів підвищення ударно-втомної довговічності порівняно з аналогічним гартуванням і низьким відпуском $T_{відп} = 250^0 C$, для цієї сталі за заводською технологією;

б - для виготовлення деки у випадку дрібнофракційного розмелювання зернових продуктів, яка працює, за умов довготривалого статичного навантаження та стирання від нього, запропонувати пружинну сталь 65Г після гартування із нагріву до 880 ^{0}С, охолодження в оливі, та середнього відпуску $T_{відп} = 500^0 C$, на структуру трооститу відпуску, яка забезпечує статичну тріщиностійкість до 2,5 разів підвищення ударно-втомної довговічності порівняно з аналогічним гартуванням і низьким відпуском $T_{відп} = 250^0 C$ для цієї сталі за заводською технологією;

в - для виготовлення деки, у випадку крупнофракційного розмелювання зернових продуктів для аналогічного режиму роботи, запропонувати високоміцний чавун ВЧ50-2 з ферито-перлітною структурою, отриманою після гартування із нагріву до 900 ^{0}С і низькотемпературного відпалу та охолодження з піччю до 200 ^{0}С $T_{відп} = 500^0 C$, яке

забезпечує статичну тріщиностійкість замість сірого чавуна СЧ20 з перлітною структурою, отриманою після низькотемпературного відпалу $T_{відп} = 600^0 C$ протягом 5…8 год. витримки та охолодження до 250 ^{0}С, який забезпечує статичну тріщиностійкість за заводською технологією;

г - для виготовлення ротора, який є основною деталлю роторних зернових дробарок, запропонувати леговану сталь 30ХГСА з аналогічною термічною обробкою, оскільки він в процесі експлуатації працює за умов довготривалих динамічних та ударно-втомних навантажень;

д – для реставрації молотків у разі глибокого спрацювання їх робочих поверхонь і економії дорогої сталі 30ХГСА, запропонувати нанесення зносостійких наплавлень, а чинник неоднорідності структури зварного з`єднання враховувати за мінімальним параметром тріщиностійкості K_{1c}, встановленим по лінії наплавлення з вихідним металом, а не за тріщиностійкістю K_{1c} шва.

Досліджено статичну тріщиностійкість сталей 30ХГСА, 65Г, 60С2А та чавунів ВЧ50-2 і СЧ20 за схемою триточкового згину балкових зразків з боковою тріщиною і, на підставі цих даних, встановлено їх ранжування з точки зору опору поширення тріщини.[3, 4].

На основі комплексних досліджень перелічених марок матеріалів з відповідними режимами термічного зміцнення, запропоновано раціональний вибір матеріалів для виготовлення робочих елементів (молотків, деки, ротора) для молоткових і роторних зернових дробарок.

Список літератури

1. Винокуров В.А. Теория сварочных деформаций и напряжений / В.А. Винокуров, А.Г. Григорьянц. - М. : Машиностроение, 1994. - 280с.
2. Воденичаров С. Экспериментальные методы и устройства для исследования трещиностойкости металлов / С. Воденичаров // Физ.-хим. механика материалов. - 1992. - №1. - С. 18-22.
3. Влияние щелевидных дефектов на границе сплавления на несущую способность механически неоднородных сварных соединений (Шахматов М.В., Ерофеев В.В., Михайлов В.И. и др.) Применение механики разрушения для оценки прочности и надежности сварных соединений и конструкций. Л.: 1993. - С. 74-78.
4. Ванкевич П.І. Машини для подрібнення зерна і виробництва комбікормів: навч. посіб. / П.І. Ванкевич, З.М. Дядюх, І.М. Флис, Н.Є. Стець. – Львів: ЛДАУ, 2000. – 40 с.

10. О.В. Медведський, к.т.н., О.В. Коновалов, Житомирський національний агроекологічний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОЛЕКТОРА ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

Різноманітність конструкційних рішень колекторів доїльних апаратів, щодо виведення молока із молочної камери (від неперервного до порційного) та способів впуску повітря (постійно або періодично) для забезпечення бажаного градієнту тиску, вказує на відсутність раціональної структурно-функціональної адаптованої до зоотехнічних вимог схеми. Особливості конструкційного виконання та параметрів молочної камери визначають якісні показники та режими роботи доїльного апарата в цілому та якість отриманого молока зокрема[1, 2].

Розглянемо вплив конструкційних параметрів молочної камери колектора на характер зміни тиску. Під час такту ссання до молочної камери колектора надходить молоко зі швидкістю молоковіддачі $Q_м$ (м^3/с). Одночасно через молочний шланг до молокопроводу надходить молоко зі швидкістю $Q_{мм}$ (м^3/с). Кількість молока яка залишається у молочній камері колектора залежить від прохідності вивідної системи, тобто молочного патрубка, становить різницю $Q_м$-$Q_{мм}$. При постійній різниці потоків, у

молочній камері тиск зросте на величину пропорційну зменшенню її вільного об'єму. Відповідно до закону Бойля-Маріотта [3, 4] можна записати:

$$p_к V_к = p_п (V_к - V_м), \tag{1}$$

де $p_к$ – тиск в молочній камері колектора на початку такту ссання, Па;
$V_к$ – конструкційний об'єм молочної камери колектора, м^3;
$p_п$ – тиск повітря у молочній камері колектора під час молоковіддачі, Па;
$V_м$ – об'єм, який займає молоко у молочній камері колектора під час такту ссання, м^3.

Таким чином, приріст тиску Δp (рис. 1) визначається вільним об'ємом молочної камери колектора. З врахуванням рівняння (1) запишемо:

$$\Delta p = p_к - p_п = \frac{p_к (V_к - V_п)}{V_п}, \tag{2}$$

де $V_п$ –об'єм повітря у молочній камері колектора, м^3.

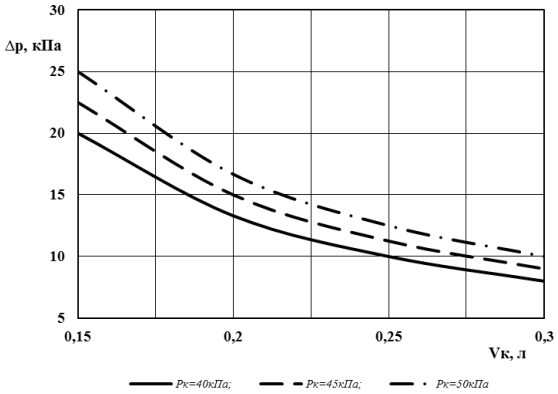


Рис. 1. Залежність приросту тиску у молокозбірній камері колектора від її об'єму

При допущенні постійності молоковиведення ($Q_м$-$Q_{мм}$=*const*) досягається незмінність об'єму молока ($V_м$=*const*) у колекторі. У такому випадку, тиск у молокозбірній камері колектора знижується зі збільшенням її об'єму, оскільки зменшується перепад тиску Δp (рис. 1). В наслідок цього зменшується транспортуюча різниця тисків, при незмінному тиску у молокопроводі ($p_{мп}$).

При збільшенні молоковіддачі та незмінній величині постійної часу молоковиведення (τ_1) під час такту ссання, змінюється об'єм, який займає молоко ($V_м$) та, відповідно, величина приросту тиску (Δp) у молочній камері колектора (рис. 2):

$$V_м = (Q_м - Q_{мм})\tau_1, \tag{3}$$

де τ_1 – постійної часу молоковиведення під час такту ссання, с.

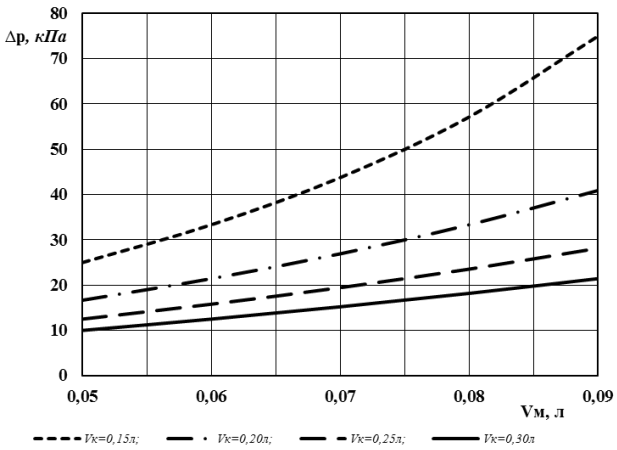


Рис. 2. Залежність приросту тиску у молокозбірній камері колектора від рівня заповнення її молоком та конструкційного об'єму

Зі збільшенням об'єму молочної камери колектора ($V_к$) спостерігається (рис. 2) менший приріст тиску (Δp) незалежно від швидкості молоковіддачі ($Q_м$) при незмінній величині постійної часу молоковиведення під час такту ссання. В такому випадку регулюючим впливом на рівень зміни тиску може бути прохідності вивідної системи за рахунок, наприклад, варіювання діаметром молочного шланга.

Постійну часу молоковиведення та тривалість такту ссання розглянемо як параметр, який є складовою циклу доїння, тобто, виконується рівність:

$$\frac{V_м}{\left(Q_м - Q_{мм}\right)} = t_{сс}, \tag{4}$$

де $t_{сс}$ – тривалість такту ссання, с.

З врахуванням рівняння нерозривності потоку, рівняння (4) набуде вигляду:

$$\upsilon_{мм} S_{мп} = \frac{V_м}{t_{сс}} - Q_м, \tag{5}$$

де $S_{мп}$ – площа поперечного перерізу молочного патрубка колектора, м^2.

Виділимо швидкість потоку молока в перерізі молочного патрубка колектора при інтенсивності молоковідведення $Q_{мм}$ (рис. 3):

$$\upsilon_{мм} = \frac{4\left(V_м - Q_м t_{сс}\right)}{\pi d_{мп}^2 \left(1 - t_{сс}\right)}, \tag{6}$$

де $d_{мп}$ – діаметр молочного патрубка колектора, м.

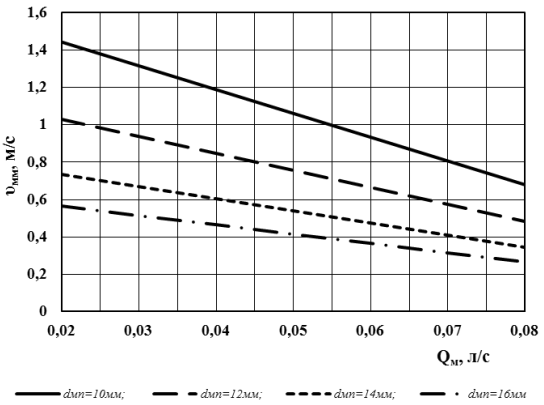


Рис. 3. Залежність швидкості потоку молока від інтенсивності молоковіддачі та діаметру молочного патрубка

Без врахування втрат напору, швидкість потоку молока (рис. 3) в перерізі молочного патрубка колектора зменшується зі збільшенням його внутрішнього діаметра ($d_{мп}$) та збільшенням інтенсивності молоковіддачі ($Q_м$) при постійній тривалості такту ссання.

Таким чином, конструкційно-технологічні параметри молочної камери та молочного патрубка колектора мають суттєвий вплив на забезпечення якісного технологічного процесу машинного доїння корів, незалежно від їх продуктивності, тобто, отримали підтвердження однієї із гіпотез, висловлених у першому розділі роботи. У зв'язку із цим, конструкція колектора повинна задовольняти наведені передумови та зоотехнічні вимоги.Зрозумілим є висновок, що в період зростання молоковіддачі необхідно збільшити частоту пульсації за рахунок скорочення тривалості такту ссання, що є складовою закордонних доїльних апаратів з адаптованим режимом роботи. Це, в свою чергу, сприятиме зростанню швидкості потоку молока при заданих режимних умовах функціонування доїльного апарата.

Список літератури

1. Карташов Л. П. Машинное доение коров. М.: Колос, 1982. – 301 с.

2. Палій А. П. Вплив молокопровідних систем доїльних установок на споживчі показники молока.*Тваринництво України*, 2016.№. 9. С. 20–22.
3. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
4. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003. 840 с.

11. О.Я. Семен, аспірант, Львівський національний аграрний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ САДІННЯ ЧАСНИКУ МАШИНОЮ З ЛАНЦЮГОВО-ПЛУНЖЕРНИМ САДИЛЬНИМ АПАРАТОМ

Часник завдяки своїм морфолого-фізіологічним особливостям відноситься до сільськогосподарських культур, які не вибагливі до площі живлення, оптимальне значення якої коливається в межах 135-450 см^2. На великих за розмірами площах таких параметрів можна досягти, якщо застосовувати найбільш поширену схему садіння з шириною міжрядь 45 см і відстанню між зубками в рядку 5-10 см. На невеликих за розмірами площах доцільно садити часник з міжряддям 25-30 см, а для збереження оптимальної площі живлення (315 см^2) відстань між зубками в рядку повинна становити 10-12 см [1].

Біологічні особливості часнику вимагають також відповідної глибини його садіння, причому визначальною умовою постає саме правильність орієнтації зубка в грунті –ростком вверх, а денцем вниз. Цього можна досягти, якщо застосувати ручний спосіб садіння, який характеризується застосуванням ручної праці з використанням дрібного реманенту (лопат, сапок, граблів, маркерів тощо). Основною його перевагою є забезпечення сторогого орієнтування зубків часнику денцем вниз, а ростком вверх, що підвищує якість і товарну цінність майбутнього врожаю. Проте реалізація його характеризується підвищеною трудомісткістю, низькою продуктивністю.

Напівмеханізованийспосіб полягає у механізації однієї або декількох основних операцій процесу садіння та застосуванні ручної праці на окремих допоміжних (або основних) операціях. За цього способу частково забезпечується строге орієнтування зубків часнику денцем вниз, а ростком вверх, проте трудомісткість процесу залишається доволі високою, а продуктивність низькою.

Напівмеханізований спосіб садіння часнику на практиці можна реалізувати декількома варіантами. Один із них – використання саджалки із органо-мінеральною сумішшю, розміщеною у її бункері, з якого вона дозовано, за допомогою шнеків та скерованого повітряного потоку подається борозенку, утворену на поверхні грунту безпосередньо у зону укладання зубка, огортаючи його одночасно з усіх сторін [2-4]. При цьому самі зубки транспортуються спеціальним пристроєм, що утримує їх в орієнтованому положенні денцем вниз [5]. Заслуговує уваги напівмеханізований спосіб садіння часнику, що базується на використанні спеціальної розчинної у грунті стрічки, закріпленої на барабані саджалки, яка укладається на поверхню поля під час переміщення машини, а працівники, розміщені на її рамі, вручну встромляють зубчики часнику в наклеєні гнізда розтягнутої стрічки [6].

Механізований спосібхарактеризується механізацією основних і допоміжних операцій технологічного процесу садіння часнику. Основні його переваги – зменшені затрати праці і підвищена продуктивність. Проте йому притаманний основний недолік, а саме – відсутність сторогого орієнтування зубків часнику денцем вниз, а ростком вверх, що негативно відображається на якості та товарній цінності майбутнього врожаю, зниження якого у порівнянні з ручним садінням може становити до 30%.

Для цього способу широко використовуються машини компаній J.J. Broch (Іспанія), Zocapi (Іспанія), Erme (Франція). Обладнані вони переважного пневматичними або ложечково-дисковими висівними апаратами із змінними затискачами [7]. Маючи свої конструктивні особливості, за технологічним процесом вони подібні між собою і

працюють за принципом сівалок – під час роботи звільнені від затискачів садильного апарату зубки самопливом скеровуються у наперед утворену борозенку, укладаються в неї та загортаються загортачами. В цілому за механізованого способу садіння забезпечується якісне дозування зубків, їх захоплення і внутрішньомашинне транспортування, але процес безпосереднього укладання посівного матеріалу в грунт зводиться до хаотичного скеровування насіння у розкриту борозенку із наступним його загортанням.

Очевидно, що вирішення актуальної проблеми розміщення в грунті зубків часнику денцем вниз, а ростком вверх під час механізованого садіння можливе завдяки створенню саджалок, робочі органи яких, будуть максимально пристосовані до широкого діапазону розмірно-масових показників і різноманітних форм садильного матеріалу, причому кожен зубок має індивідуально встромлятися в борозенку у вертикальному положенні.

Таким вимогам відповідає розроблена конструкція саджалки зубків часнику з пнемо-механічною системою їх захоплення, орієнтування і транспортування та ланцюгово-плунжерним садильним апаратом [8]. Особливу увагу при цьому акцентовано на роботу її ланцюгово-плунжерного садильного апарату, тобто запропоновано спосіб поштучного садіння зубків часнику з примусовим їх укладанням в клиноподібну борозенку денцем вниз, а ростком вверх, який практично можна реалізувати двома варіантами, відображеними на рисунку.

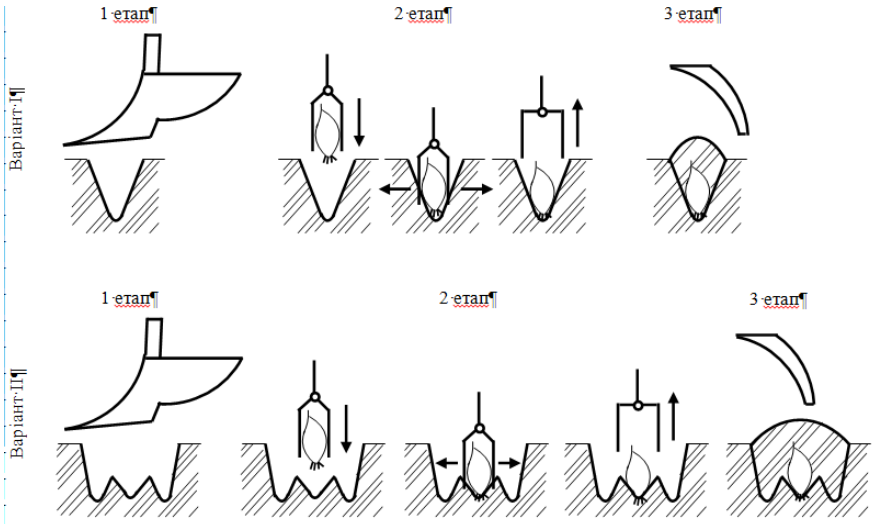


Рисунок Варіанти реалізації запропонованого способу садіння зубків часнику

Згідно цих варіантів садіння часнику відбувається за три послідовні етапи: утворення борозенки на поверхні грунту (етап 1), орієнтоване укладання зубка часнику в утворену борозенку (етап 2) та остаточне загортання зубка землею (етап 3).

Але якщо за варіантом I сошник на першому етапі утворює на поверхні поля клиноподібну борозенку, то за варіантом 2 борозенка ширша, а профіль дна має зубоподібний вигляд, що дозволяє розміщувати вилку із защемленим між її пальцями зубком часнику нижче поверхні поля.

Визначальним в обидвох варіантах є другий етап, що передбачає послідовне виконання таких елементарних операцій, як вертикальне переміщення вилки із зубком часнику вниз (показано стрілкою), встромляння зубка в борозенку й розходження пальців вилки в сторону (за стрілками) для звільнення зубка часнику та вертикальне переміщення вилки вверх (показано стрілкою) з широко розкритими пальцями (див. рисунок). Робота вилки на етапі 2 не різниться за жодного з варіантів. Принципова відмінність полягає у безпосередньому укладанні зубка в борозенку. За варіантом I під час встромляння зубка часнику в клиноподібну борозенку і розходження пальців вилки, вони контактують з

стінками борозенки, що призводить до часткового їх руйнування і зміщення зубка від попереднього вертикального положення, відбувається налипання часточок грунту на поверхні пальців. Сама борозенка у цьому випадку має бути достатньо глибокою, а її профіль повинен відповідати розмірам зубків. За варіантом II зубок часнику встромляється між клинами двох середніх зубоподібних виступів на дні борозенки. При цьому пальці вилки безпосередньо майже не контактують з виступами і стінками борозни як під час встромляння зубка, так і під час їх розходження та переміщення вертикально вверх.

Остаточне засипання борозенок із зубками часнику здійснюється загортачами на третьому етапі. Їх робота подібна, але вимагає належного регулювання кута встановлення задля забезпечення необхідної глибини садіння.

Таким чином, перспективним вважається другий варіант реалізації запропонованого способу садіння машиною з ланцюгово-плунжерним садильним апаратом, характерною особливістю якого є поштучне встромлянням орієнтованих денцем вниз і ростком вверх зубків часнику в грунт. Проте остаточні висновки можна буде зробити тільки після експериментальних досліджень.

Бібліографічний список джерел

1. Снітинський В.В., Ліщак Л.П., Ковальчук Н.І., Ліщак І.О. Часник на фермському полі та присадибній ділянці. Львів: Український бестселер, 2010. 110 с.
2. Семен О.Я. Обґрунтування способу садіння часнику і структурної схеми саджалки. *Інноваційні технології в АПК*:матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф. (Луцьк, 23-25 травня 2017 р.). Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2017. С. 42-44.
3. Кузенко Д.В., Семен О.Я. Машина для садіння часнику. *Conduct of modern science – 2016.Agriculture. Construction and architecture*:materials of the XII International scientific and practical conference (Sheffield, 30 november – 7 december 2016). Sheffield: Science and education LTD, 2016. Vol. 17. P. 24-28.
4. Саджалка часнику: пат. 117567 Україна: МПК А01С 5/08. № *u* 201701310; заявл. 13.02.17; опубл. 26.06.17, Бюл. №12. 4 с.;
5. Пристрій для орієнтованої подачі зубків часнику: пат. 117501 Україна: МПК А01С 7/20. № *u* 201700876; заявл. 31.01.17; опубл. 26.06.17, Бюл. №12. 4 с.;
6. Тройнич Н.П., Гайдучок В.М., Лищак Л.П. Механизировання посадка чеснота. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 1992. №5-6. С. 18.
7. Семен О.Я. Аналіз конструкцій машин для садіння часнику. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*:матеріали XVII Міжнародного наук.-практ. форуму (Дубляни, 14-16 вересня 2016 р.). Львів: Ліга-Прес, 2016. С. 254-261;
8. Oleg Semen,Dmytro Kuzenko, Yaroslav Semen. A machine for oriented planting of garlic teeth.*TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture* – 2017. Vol.17. No.2. P.55-60.

12. Г.А. Голуб, д.т.н., професор, О.А. Завадська, Національний університет біоресурсів і природокористування України

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРИ

У сучасних умовах кліматичних змін людство має приділяти максимум уваги ефективному використанню енергії та природних ресурсів [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Аналіз показав, що середнє значення величини коефіцієнта конверсії комбікорму при відгодівлі свиней становить від 2,8 до 3,2 кг корму на один кг приросту маси. При відгодівлі ВРХ ця величина становить від 6,3 до 7,2 кг корму на один кг приросту маси. У середньому значення коефіцієнта конверсії корму при вирощуванні бройлерів становить від 1,6 до 2 кг на один кг приросту маси. При відгодівлі форелі ця величина становить 1,6 кг корму на

один кг приросту маси, а при годівлі сомів комбікормом для форелі середнє значення величини коефіцієнта конверсії комбікорму становило 1,2 кг корму на один кг приросту маси.

Серйозне значення на сучасному етапі розвитку людства мають також викиди парникових газів – вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4) та оксиду азоту (N_2O). Із урахуванням коефіцієнтів перерахунку викидів парникових газів в еквівалентні викиди CO_2 (21 для метану та 310 для оксиду азоту), значення еквівалентних викидів CO_2 за рахунок внутрішньої ферментації та під час збору і зберігання гною становлять 1452,2 кг/рік на одну голову при відгодівлі ВРХ, 199,74 кг/рік на одну голову при відгодівлі свиней та 6,62 кг/рік на одну голову при відгодівлі бройлерів. На думку спеціалістів ФАО аквакультура набагато менше здійснює викидів парникових газів у порівнянні з виробництвом м'яса у тваринництві. Це означає, що розведення та споживання білка, отриманого із риби може сприяти пом’якшенню наслідків зміни клімату.

Все більшого поширення набуває виробництво продукції аквакультури в установках замкнутого водопостачання (УЗВ). Обсяги вирощування за допомогою таких систем прісноводних риб (найчастіше вугра і сома) та форелі невпинно зростають. Використання УЗВ – найбільш перспективна світова тенденція. Такі системи забезпечують низький рівень впливу на навколишнє середовище, а також зменшують потреби у воді та енергії. Вихід риби в таких системах є постійним і передбачуваним. Мають вони також суттєвий недолік – високі капітальні та експлуатаційні витрати.

В УЗВ вода після механічної та біологічної очистки використовується повторно для зменшення випуску поживних речовин в навколишнє середовище і потреби у воді і енергії. Для комплектування установок замкнутого водопостачання використовується спеціальне обладнання, за допомогою якого очищають відпрацьовану воду і використовують її повторно. Приклад реалізації такої системи приведено на рис. 1.

Рис. 1. Установок замкнутого водопостачання для аквакультури контейнерного типу

Інтеграція сільського господарства та аквакультури з анаеробною переробкою біомаси є популярною практикою в невеликих азіатських господарствах як спосіб виробництва енергії та риби, тобто забезпечує кращий баланс живильних речовин та переробку ресурсів. Аналіз показав, що поліпшення в такій системі можуть бути досягнуті завдяки кращому управлінню водними ресурсами в аквакультурі та збільшенню рівня використання біогазу [7, 8, 9].

Нами розроблена установка замкнутого водопостачання для виробництва продукції аквакультури, яка включає резервуари для культивування риби, механічний фільтр, біофільтр із відстійником, пристрої для бактерицидної обробки води та насичення її киснем, пристрій для видалення вуглекислого газу із води, що пройшла біофільтрацію, біогазову установку для метанового зброджування осаду, що утворюється під час біофільтрації та когенераційну установку для виробництва тепла і електроенергії [10, 11]. У ході обробки потоку циркулюючої води (рис. 2.), яка надходить із резервуарів з рибою, вода надходить у біофільтр та відстоюється для видалення осаду. Із потоку води, в подальшому, за допомогою пристрою для видалення вуглекислого газу видаляють

надлишок вуглекислого газу і насичують воду киснем за допомогою пристроїв для бактерицидної обробки води та насичення її киснем.

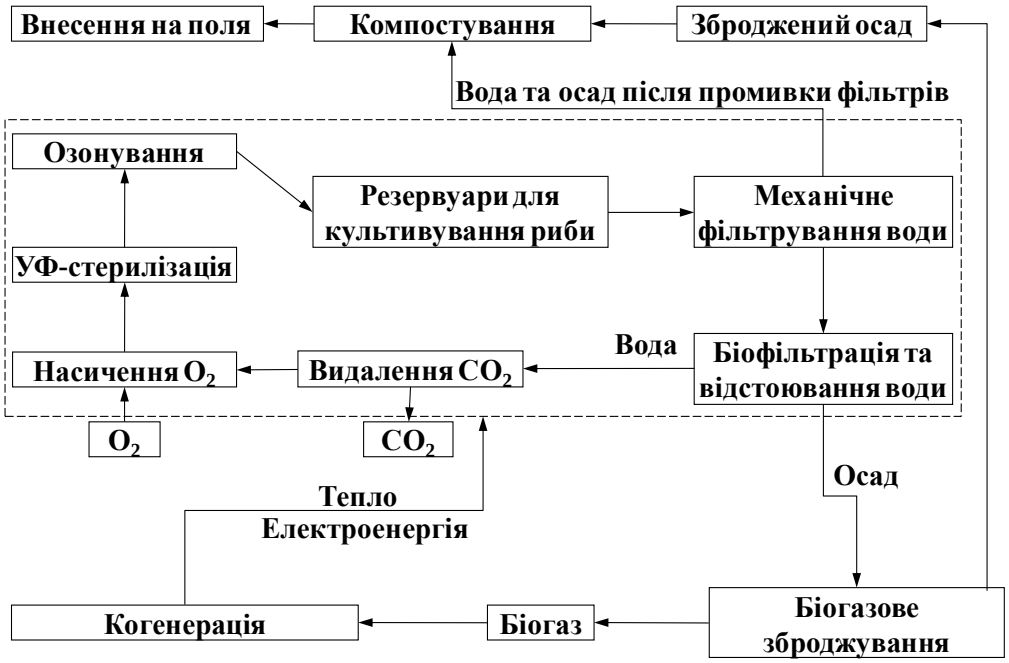


Рис. 2. Блок-схема установки замкнутого водопостачання для виробництва продукції аквакультури з виробництвом біогазу

Осад, що утворюється при відстоюванні води у біофільтрах направляється у біогазову установку для забезпечення виробництва біогазу при метановому зброджуванні органічних складових осаду. Утворений біогаз направляється у когенераційну установку для виробництва тепла і електроенергії, що забезпечує часткову енергетичну автономність УЗВ для виробництва аквакультури. Зброджений осад, після подальшого компостування, може бути утилізований в якості органічних добрив. На компостування подається також вода та осад після промивання фільтрів.

Список літератури:

1. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві: навчальний посібник / Голуб Г.А., Кухарець С.М., Марус О.А., Павленко М.Ю., Сера К.М., Чуба В.В.; за ред. Г.А. Голуба. – К.: НУБіП України, 2017. – 229 с.

2. Механіко-технологічні основи процесів виробництва органічної продукції рослинництва: монографія / Голуб Г.А., Кухарець С.М., Марус О.А., Павленко С.І., Лопатько К.Г., Скоробогатов Д.В. – К.: НУБіП України, 2017. – 431 с.

3. Golub G.A., Kukharets S.M., Yarosh Y.D., Kukharets V.V. Integrated use of bioenergy conversion technologies in agroecosystems. – INMATEH-Agricultural Engineering, vol. 51, no. 1 / 2017, 93-100.

4. Голуб Г.А., Кухарець С.М., Павленко М.Ю. Перспективи використання обладнання з циркуляційним перемішуванням при виробництві дизельного біопалива. – Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетикаАПК [Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK] / Редколегія: С.М. Ніколаєнко (відповідальний редактор) та інші. – К.: 2016. – Вип. 240. – 383 с. – С. 377-382.

5. Голуб Г.А., Кухарець С.М., Ярош Я.Д. Оцінка обладнання для сушіння зерна з використанням відновлювальних джерел енергії. – Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетикаАПК [Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science

of Ukraine. Series: Technique and energy of APK] / Редколегія: С.М. Ніколаєнко (відповідальний редактор) та інші. – К.: 2016. – Вип. 254. – 440 с. – С. 11-23.
6. Голуб Г.А., Ярош Я.Д., Павленко М.Ю., Чуба В.В. Вплив параметрів плаваючої форсунки-змішувача на потужність насоса при виробництві дизельного біопалива. – Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетикаАПК [Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK] / Редколегія: С.М.Ніколаєнко (відповідальний редактор) та інші. – К.: 2017. – Вип. 262. – 412 с. – С. 38-45.
7. Nhu, T. T., Dewulf, J., Serruys, P., Huysveld, S., Nguyen, C. V., Sorgeloos, P., & Schaubroeck, T. (2015). Resource usage of integrated pig-biogas-fish system: Partitioning and substitution within attributional life cycle assessment.Resources, Conservation and Recycling, 102, 27-38. doi:10.1016/j.resconrec.2015.06.011.
8. Wu, X. F., Wu, X. D., Li, J. S., Xia, X. H., Mi, T., Yang, Q., Chen, G.Q., Chen, B., Hayat, T., Alsaedi, A. (2014). Ecological accounting for an integrated "pig-biogas-fish" system based on emergetic indicators. Ecological Indicators, 47, 189-197. doi:10.1016/j.ecolind.2014.04.033.
9. Yang, Q., Wu, X., Yang, H., Zhang, S., & Chen, H. (2012). Nonrenewable energy cost and greenhouse gas emissions of a pig-biogas-fish system in china. The Scientific World Journal, 2012 doi:10.1100/2012/862021.
10. Патент на корисну модель 116270. Україна. МПК A01K 61/10, A01K 63/00. Установка замкнутого водопостачання для виробництва продукції аквакультури / Голуб Г.А., Завадська О.А., Кузьменко М.С., Кухарець С.М., Щербак С.Д., Маєвська А.Г. – Заявка № а 2016 12663; Заявлено 12.12.2016; Опубліковано 10.05.2017, Бюл. № 9. – 2 с.
11. Завадська О.А., Голуб Г.А. Удосконалена блок-схема установки замкнутого водопостачання для виробництва продукції аквакультури. – Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні: Матеріали Дев‘ятої міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 6–7 квітня 2017р.): Зб. наук. статей. – Львів: НУ «Львівська політехніка» – 325 с. – С. 121-122.

13. К.В. Сашко, к.т.н., доцент, П.Д. Станкевич,Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

ОГРАНИЧИТЕЛИ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Наиболее часто применяемые на ремонтных предприятиях агропромышленного комплекса, мостовые краны по правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов должны быть оборудованы ограничителями грузоподъемности, которые не должны допускать перегрузку более, чем на 25% [1].

Существуют механические, гидравлические и комбинированные ограничители грузоподъемности, но наиболее распространены электромеханические, состоящие из датчика силы и исполнительного органа.

Датчики силы могут быть связаны с различными элементами крана.

При настройке ограничителя грузоподъемности следует учитывать максимальную нагрузку F_{max},действующую на него, состоящую из статической и динамической сил с учетом допускаемых 25% перегрузки.

При установившемся движении нагрузка снижается до силы действия $F_{ном}$ номинальной грузоподъемности. Величина динамических сил зависит от величины ускорения.

Необходимо, чтобы при подъеме номинального груза с минимальным ускорением a не происходило срабатывание ограничителя, а при увеличении ускорения a ограничитель должен срабатывать, останавливая работу механизма подъема груза.

Величина динамических сил

$$F_{дин} = F_{ном} \cdot a.$$

Ускорение при подъеме

$$a = \frac{V_n}{t_n},$$

где V_n– скорость подъема груза;

t_n – время пуска.

Рекомендуется [2] принимать t_n = 1 … 2 с.

Следовательно, минимальное ускорение будет при t_n = 1 с, а увеличенное t_n> 2 с.

На кафедре механики материалов и деталей машин БГАТУ разработано оригинальное грузоподъемное устройство с ограничителем грузоподъемности, установленном на полиспасте [3] (рисунок 1).

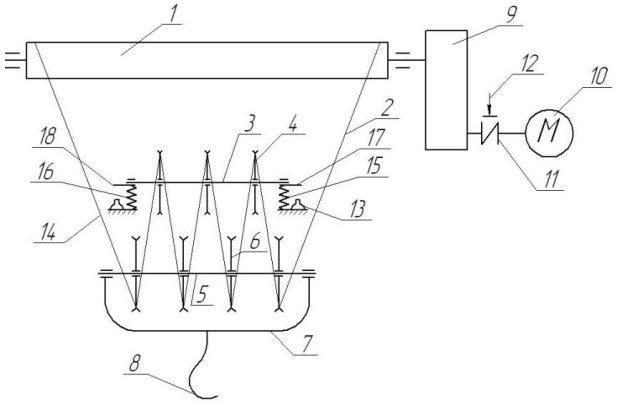


Рис. 1. Грузоподъемное устройство

Грузоподъемное устройство состоит из грузового барабана 1, на котором закреплены концы грузоподъемного каната 2, огибающего установленные на неподвижной оси 3 блоки 4 и на подвижной оси 5 блоки 6 через скобу 7, связанные с грузозахватным органом 8, редуктор 9, на выходном валу которого установлен грузовой барабан 1, а входной вал соединен с электродвигателем 10 муфтой 11, наружная поверхность которой является частью тормоза 12, конечные выключатели 13 и 14 для выключения электродвигателя 10 и включения тормоза 12. Корпуса подшипников неподвижной оси 3 соединяются с опорой через пружины сжатия 15 и 16 и имеют упоры 17 и 18, которые при перегрузке взаимодействуют с конечными выключателями 13 и 14 для выключения электродвигателя 10 и включения тормоза 12, при этом конечные выключатели 13 и 14 соединены в электрическую цепь последовательно.

Грузоподъемное устройство работает следующим образом.

При подъеме груза, прикрепленного к грузозахватному органу 8, грузоподъемный канат 2 начинает наматываться на грузовой барабан 1. Усилие от груза равномерно распределяется по ветвям грузового каната 2, и уравновешивается пружинами сжатия 15 и 16. В случае превышения массы груза свыше допустимой, повышенная нагрузка сжимает пружины сжатия 15 и 16, при этом упоры 17 и 18 взаимодействуют с конечными выключателями 13 и 14, электродвигатель 10 остановится и включится тормоз 12 грузового барабана 1.

При подъеме груза, расположенного под углом к вертикальному положению грузоподъемного каната 2 произойдет перераспределение усилия в его ветвях, что вызовет перекос неподвижной оси 3 и один из упоров 17 или 18 корпусов подшипников будет взаимодействовать с конечным выключателем 13 или 14. Однако наличие двух конечных выключателей 13 и 14, соединенных последовательно, не позволит выключить электродвигатель 10 и включить тормоз 12. Выключение электродвигателя 10 и включение тормоза 12 произойдет только тогда, когда оба упора 17 и 18, воздействуя на конечные выключатели 13 и 14, замкнут электрическую цепь.

Использование предлагаемого грузоподъемного устройства с ограничителем грузоподъемности, позволит повысить надежность работы мостового крана.

На кафедре механики материалов и деталей машин БГАТУ разработан также ограничитель грузоподъемности крана, конструкция которого более герметична и защищена от внешних воздействий [4] (рисунок 2).

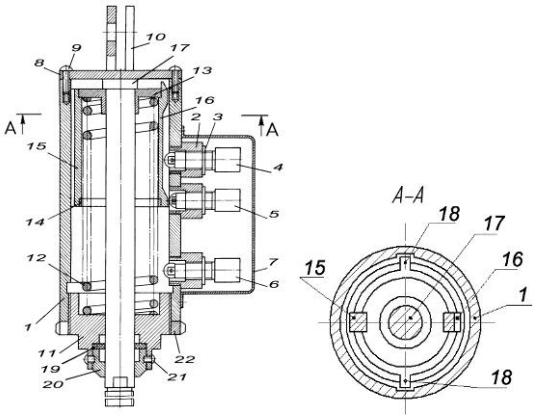


Рис. 2. Ограничитель грузоподъемности крана

Ограничитель грузоподъемности крана содержит гильзу 1, на которой установлены посредством проставок 2 и контргаек 3 три микропереключателя 4, 5, 6 закрытые крышкой 7. С одного торца гильза 1 закрывается крышкой 8, закрепленной винтами 9. На крышке 8 приварены кронштейны 10 для закрепления ограничителя на кране. С другого торца в гильзу 1 ввернута регулировочная гайка 11 для поджатия пружины 12. Ограничитель грузоподъемности крана содержит также направляющий узел, состоящий из диска 13 и кольца 14, соединенных между собой двумя продольными пластинами 15 и 16, при этом продольная пластина 16 снабжена профилированными элементами. Диск 13 имеет центральное отверстие для штока 17. Такое же отверстие под шток 17 выполнено в регулировочной гайке 11. Диск 13 и кольцо 14 имеют диаметрально расположенные выступы 18, входящие в соответствующие им по размерам продольные пазы, выполненные на внутренней поверхности гильзы 1. Герметичность поршневой камеры ограничителя грузоподъемности крана обеспечивается резиновой прокладкой 19, поджимаемой козырьком 20, который зафиксирован относительно регулировочной гайки 11 двумя винтами 21. Регулировочная гайка 11 от самоотворачивания стопорится контргайкой 22.

Ограничитель грузоподъемности крана работает следующим образом.

Шток микропереключателя 5 в исходном положении штока 17 ограничителя грузоподъемности крана утоплен профилированным элементом пластины 16 направляющего узла. Поднимаемый краном груз вызывает натяжение каната. Сила натяжения воздействует на шток 17, вызывая его перемещение в осевом направлении. Одновременно со штоком 17, преодолевая сопротивление пружины 12, перемещается направляющий узел с профилированными элементами пластины 16 направляющего узла, воздействующими на микропереключатели 4, 5, 6. При подъеме краном минимального груза шток микропереключателя 5 освобождается и в исполнительные органы поступает информация о наличии груза на крюке крана. При дальнейшем перемещении направляющего узла другим профилированным элементом пластины 16 будет утоплен шток микропереключателя 4, при этом в кабине загорается сигнальная лампочка, извещающая о подъеме краном груза, равного 0,8 номинального значения. Воздействие профилированного элемента пластины 16 на шток микропереключателя 6 останавливает работу крана при подъеме груза, равного 1,1 номинала. Диаметрально расположенные выступы 18 перемещаются по соответствующие им по размерам продольным пазам, выполненным на внутренней поверхности гильзы 1, что обеспечивает точное центрирование направляющегоузла и надежное воздействие элементов профилированной

пластины 16 на соответствующие микропереключатели 4, 5, 6. При сборке ограничителя грузоподъемности крана в гильзу 1 закладывается пластичная смазка.

Использование ограничителя грузоподъемности крана позволит существенно повысить надежность работы мостового крана.

Литература

1 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.— 6-е изд. – Минск : ДИЭКОС, 2010.– 226 с.

2 Кузьмин, А. В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / А. В. Кузьмин, Ф. Л. Марон. – Минск : Выш. шк., 1983. – 350 с.

3 Грузоподъемное устройство : патент 6362 U Респ. Беларусь, МПК B66D1/00, B66C15/00 / К.В. Сашко, Н.Н. Романюк, К.Ю. Гришан, С.Н. Авхимков, Р.П. Козлов ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20091033; заявл. 07.12.2009; опубл. 30.06.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010.– №3. – С.181.

4 Ограничитель грузоподъемности крана : патент 18052 С1 Респ. Беларусь, МПК В 66С 23/88 / К.В. Сашко, Н.Н.Романюк, А.Л.Вольский, П.В. Клавсуть, В.В.Крень ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.– № а 20111044 ; заявл. 28.07.2011 ; опубл. 28.02.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.–2014.–№ 1.– С.88–89.

14. К.В. Сашко, к.т.н., доцент, А.И. Пирожник, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИКОЛОДОЧНЫХ ТОРМОЗОВ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Колодочные тормоза мостовых кранов, применяемых на ремонтных предприятиях агропромышленного комплекса не могут эксплуатироваться при износе тормозных накладок до появления головок заклепок или более 50% от первоначальной толщины тормозных накладок [1].

Контроль за техническим состоянием тормозных накладок и в целом за краном занимает много времени.

Для облегчения условий труда машиниста мостового крана на кафедре механики материалов и деталей машин БГАТУ разработаны оригинальные конструкции устройств, позволяющих сигнализировать машинисту о наступлении предельного рабочего состояния тормозных накладок.

Колодочный тормоз с приводом от электрогидротолкателя дополнительно снабжен системой, сигнализирующей о предельном износе фрикционных накладок тормозных колодок, содержащей включатель, электрический звонок и систему электрических проводов.

Технический результат достигается тем, что в процессе износа тормозных накладок тяга вертикальная за счет замыкающей пружины опускается вниз и воздействует на включатель, электрическая цепь замыкается и звонит электрический звонок.

На рисунке 1 изображена схема колодочного тормоза с электрогидротолкателем, снабженного системой сигнализации предельного износа толщины тормозных накладок.

Колодочный тормоз с электрогидротолкателем включает шкив 1, тормозные колодки 2, стойки 3, фрикционные накладки 4, тягу горизонтальную 5, трехплечий рычаг 6, замыкающую пружину 7, тягу вертикальную 8, регулировочные гайки 9, электрогидротолкатель 10, включатель 11, электрический звонок 12, систему электрических проводов 13, кронштейн 14.

Колодочный тормоз с электрогидротолкателем работает следующим образом: с помощью регулировочных гаек 9 устанавливают требуемое усилие сжатия замыкающей пружины 7, которая через тягу вертикальную 8, трехплечий рычаг 6, тягу горизонтальную

5, стойки 4 прижимает тормозные колодки 2 к шкиву 1. Растормаживание производится электрогидротолкателем 10.

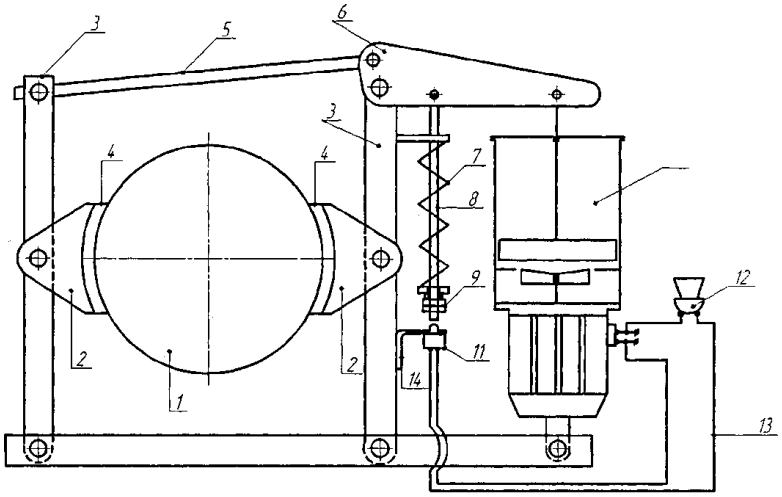


Рис. 1. Колодочный тормоз с электрогидротолкателем

В процессе износа фрикционных накладок 3 тормозных колодок 2 замыкающая пружина 7 для обеспечения прижатия тормозных колодок 2 к шкиву 1 через регулировочные гайки 9 опускает тягу вертикальную 8 вниз. При наступлении предельного износа фрикционных накладок 3 тормозных колодок 2 торец тяги вертикальной 8 нажимает включатель 11 через систему электрических проводов 13 электрический ток от входа электрогидротолкателя 10 подается на электрический звонок 12, срабатывает система сигнализации о предельном износе тормозных накладок 3. С помощью кронштейна 14 производится регулировка положения включателя 11 относительно торца тяги вертикальной 8.

Применение системы автоматического контроля предельного износа толщины тормозных накладок уменьшает трудоемкость технического обслуживания тормоза и повышает надежность и безопасность работы тормоза с электрогидротолкателем.

В колодочном тормозе с электромагнитом, в процессе износа фрикционных накладок тормозных колодок за счет замыкающей пружины уменьшается расстояние между серьгой и левой стойкой, при этом толкатель, укрепленный на серьге, воздействуя на включатель, установленный на левой стойке, замыкает электрическую цепь и звонит электрический звонок.

На рисунке 2 изображена схема колодочного тормоза с электромагнитом, снабженного системой сигнализации предельного износа толщины фрикционных накладок.

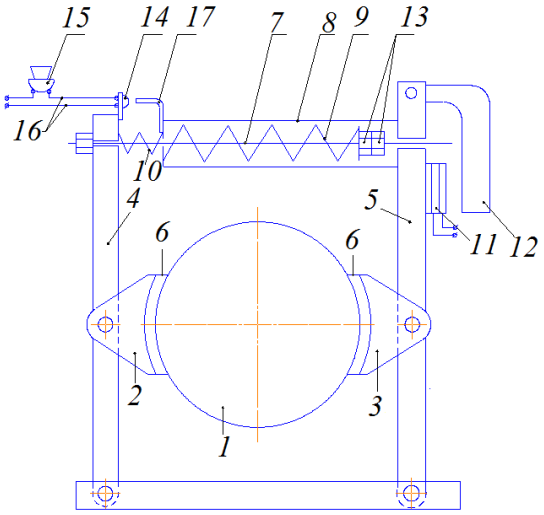


Рис. 2. Колодочный тормоз с электромагнитом

Колодочный тормоз с электромагнитом включает шкив 1, тормозные колодки левую 2 и правую 3, стойки левую 4 и правую 5, фрикционные накладки 6, шток 7, серьгу 8, замыкающую пружину 9, вспомогательную пружину 10, электромагнит 11, якорь электромагнита 12, регулировочные гайки 13, включатель 14, установленный на левой стойке 4, электрический звонок 15, систему электрических проводов 16, толкатель 17, установленный на серьге 8.

Колодочный тормоз с электромагнитом работает следующим образом: с помощью регулировочных гаек 13 устанавливают требуемое усилие сжатия замыкающей пружины 9, которая одним торцом через гайки 13 воздействует на шток 7, который через левую стойку 4 прижимает к шкиву левую колодку 2, вторым торцом замыкающая пружина 9 воздействует на серьгу 8, которая через правую стойку 5 прижимает к шкиву 1 правую колодку 3. Растормаживание производится электромагнитом 11.

В процессе износа фрикционных накладок 6 тормозных колодок левой 2 и правой 3, замыкающая пружина 9 уменьшает расстояние между серьгой 8 и левой стойкой 4, при этом толкатель 17, укрепленный на серьге 8, воздействуя на включатель 14, установленный на левой стойке 4, замыкает электрическую цепь и звонит электрический звонок 15.

Применение системы автоматического контроля предельного износа толщины фрикционных накладок уменьшает трудоемкость технического обслуживания тормоза с электромагнитом и повышает надежность и безопасность его работы.

Литература

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.— 6-е изд. – Минск : ДИЭКОС, 2010.– 226 с

2. Колодочный тормоз с электрогидротолкателем : патент 4955 Респ. Беларусь, МПК B 60T 17/00, F 16D 66/00 / Сашко К.В., Романюк Н.Н., Малютка М.В., Арабок Д.Д., Апостолова И. Е., Гришан К. Ю., Климко А.В. ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20080494 заявл. 17.06.2008; опубл. 30.12.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці, 2008. – №6. – С.180–181.

3. Колодочный тормоз с электромагнитом : патент 4998 Респ. Беларусь, МПК B 60T 17/18, F 16D 66/00 / Сашко К.В., Романюк Н.Н., Клавсуть П.В., Вольский А.Л., Полещук О.В., Иванова Е.Ю., Арабок Д.Д., Апостолова И. Е. ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20080533; заявл. 27.06.2008; опубл. 28.02.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці, 2009. – № 1. – С.165–166.

15. Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент, С.В. Есипов,Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ЗАБИВАЕМОСТИ ВИНТОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Винтовые транспортеры нашли широкое применение в различных областях производства. Они просты по конструкции, компактны и надежны в работе. В агропромышленном комплексе при транспортировке зерна винтовые транспортеры используются как зернопогрузчики на зернотоках и зерноскладах, в качестве встроенных механизмов в зерноуборочных комбайнах и других сельскохозяйственных машинах, хорошо подходят для эксплуатации в производственных помещениях и на открытом воздухе.

Анализ литературных источников показывает, что частота вращения винтов обычно составляет 150-200 мин$^{-1}$[1]. В противном случае увеличивается неравномерность перемещения материала по желобу, что может привести к его забиванию, а это влечет остановку машины, прекращению технологического процесса.

Целью данной работы является разработка конструкций винтовых конвейеров, позволяющих предотвратить их забиваемость.

На кафедре механики материалов и деталей машин БГАТУ проводятся исследования в этом направлении.

Выявлено, что скопление груза может образовываться потому, что во время загрузки желоба непрерывным потоком, груз заполняет все пространство под загрузочным устройством, включая винтовую поверхность, достигая коэффициента наполнения желоба $\phi = 1$. При вращении винта, силы трения груза о желоб больше, чем о винтовую поверхность, что приводит к постепенному скапливанию груза на линии транспортирования.

Для нормальной работы конвейера коэффициент наполнения желоба ϕ должен составлять от 0,125 до 0,4 [1]. Нами определено, что винтовой конвейер, включающий цилиндрический кожух, вал с укрепленными на нём винтовыми витками, загрузочное и разгрузочное устройство, привод, должен в зоне загрузки иметь диаметр винтовой поверхности винта D_1 меньше диаметра винтовой поверхности основного участка винта D_2 винтового конвейера и между диаметрами винтовых поверхностей в зонах загрузки и основного участков должна выполняться зависимость $D_1 = D_2\sqrt{\phi_2}$ [2] (рисунок 1).

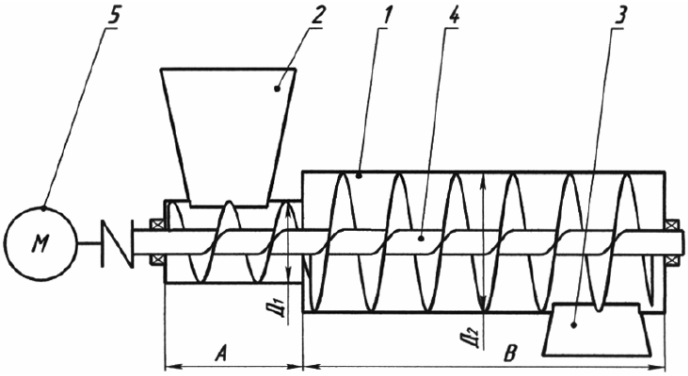


Рис. 1. Схема винтового конвейера с различными диаметрами винтов

Производительность винтовых конвейеров при прочих равных условиях прямо пропорциональна квадрату наружных диаметров винтовых поверхностей и коэффициенту наполнения цилиндрического кожуха [1]. Следовательно, чтобы обеспечить одинаковую производительность винтового конвейера с наружным диаметром винтовой поверхности D_1 и коэффициентом наполнения $\phi_1 = 1$ и винтового конвейера с наружным диаметром винтовой поверхности D_2 и коэффициентом наполнения ϕ_2, необходимо чтобы между диаметрами выполнялась следующая зависимость $D_1 = D_2\sqrt{\phi_2}$.

Винтовой конвейер, состоящий из цилиндрического кожуха 1, загрузочного 2 и загрузочного 3 устройств, винта 4, который под загрузочным устройством в зоне загрузки имеет диаметр винтовой поверхности D_1, а в зоне основного участка винтовая поверхность имеет наружный диаметр D_2, причем шаг винтовых поверхностей одинаковый. Привод винтового конвейера осуществляется от мотор-редуктора 5.

Винтовой конвейер работает следующим образом.

Во время загрузки винтового конвейера груз непрерывным потоком заполняет все пространство в зоне загрузки под загрузочным устройством 2, включая винтовую поверхность D_1 винта 4 . При вращении винта 4, груз, полностью заполнивший все пространство в зоне загрузки под загрузочным устройством 2 с диаметром D_1, и имея коэффициент наполнения $\phi_1 = 1$ перемещается сплошным потокам по зоне загрузки. При подходе груза к зоне основного участка, за счет увеличения диаметра винтовой поверхности до D_2, коэффициент наполнения снижается до ϕ_2, что обеспечивает работу винтового конвейера без скопления груза и повышает его эксплуатационную надежность

На кафедре механики материалов и деталей машин БГАТУ разработана также конструкция винтового конвейера, позволяющая предотвратить его забиваемость.

Скопление груза в зоне основного участка образуется потому, что во время загрузки желоба непрерывным потоком, груз заполняет все пространство под загрузочным устройством, включая спиральную поверхность. При вращении винта силы трения груза о желоб больше, чем о поверхность спиральной поверхности, что приводит к постепенному скапливанию груза на линии транспортирования.

Избежать этого позволяет то, что винтовой конвейер, включающий цилиндрический кожух, вал с закрепленной на нем своей внутренней кромкой спиральной поверхностью, загрузочное и разгрузочное устройство, привод, имеет в зоне загрузки шаг спиральной поверхности винта меньше шага спиральной поверхности основного участка винта винтового конвейера [3] (рисунок 2).

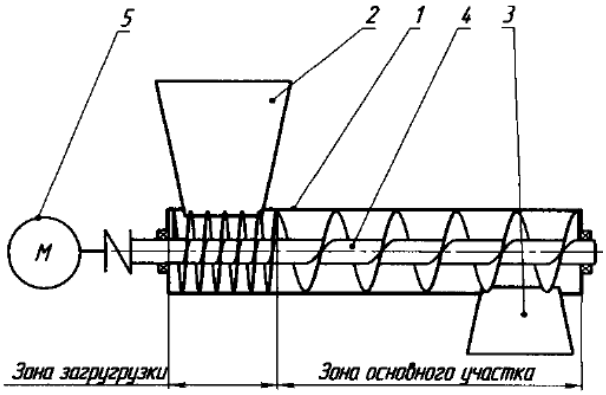


Рис. 2. Схема винтового конвейера с различными шагами винтов

Производительность винтовых конвейеров при прочих равных условиях также прямо пропорциональна шагу спиральных поверхностей и коэффициенту наполнения цилиндрического кожуха. Следовательно, чтобы обеспечить одинаковую производительность винтового конвейера с шагом спиральной поверхности t_1 и коэффициентом наполнения $\phi_1 = 1$ и винтового конвейера с шагом спиральной поверхности t_2 и коэффициентом наполнения ϕ_2, необходимо чтобы между шагами спиральных поверхностей выполнялась зависимость $t_1 = t_2\phi_2$.

На рисунке 2 схематично изображен винтовой конвейер, состоящий из цилиндрического кожуха 1, загрузочного 2 и загрузочного 3 устройств, винта 4, который под загрузочным устройством на расстоянии*A* имеет шаг спиральной поверхности t_1, а на участке *B* спиральная поверхность имеет шаг t_2. Привод винтового конвейера осуществляется от мотор-редуктора 5.

Винтовой конвейер работает следующим образом.

Во время загрузки винтового конвейера груз непрерывным потоком заполняет все пространство под загрузочным устройством 2, включая спиральную поверхность с шагом t_1 винта 4 . При вращении винта 4, груз полностью заполнивший цилиндрический кожух 1, и имея коэффициент наполнения $\phi_1 = 1$ перемещается сплошным потокам по участку *A*. При подходе груза к участку *B*, за счет увеличения шага спиральной поверхности до t_2, коэффициент наполнения снижается до ϕ_2, что обеспечивает работу винтового конвейера без скопления груза и повышает его эксплуатационную надежность.

Литература

1. Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. – 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1983. – 487с.

2. Винтовой конвейер : патент 5532 Респ. Беларусь, МПК В 65G 33/00 / Сашко К.В., Романюк Н.Н., Клавсуть П.В., Легенький С.А., Недвецкий П.А., Стамбровский Е.В. ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20090026; заявл. 13.01.2009; опубл. 30.08.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці, 2009. – № 4. – С.204.
3. Винтовой конвейер : патент 5625 Респ. Беларусь, МПК B65G 33/00 / Сашко К.В., Романюк Н.Н., Клавсуть П.В., Легенький С.А., Недвецкий П.А., Стамбровский Е.В. ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20090012 ; заявл. 06.01.2009; опубл. 30.10.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці, 2009. – № 5. – С.171.

16. С.С. Карабиньош, к.т.н., доцент, В.А.Кулик, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОЦІНКА РОБОТОЗДАТНОСТВІ ВАЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ТА ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

В процесі виготовлення деталі спряжень набувають необхідних якостей відповідно до вимог технічної документації (форма, розміри і шорсткість поверхні, властивості матеріалів тощо). Під час експлуатації деталі машин та механізмів втрачають свої початкові розміри, геометричну форму і властивості матеріалу, тобто зазнають змін, які пов'язані з різними пошкодженнями, наприклад нагромадження втомленості, спрацювання поверхонь тертя, корозія, деформація.

При надходженні машин в капітальний ремонт велика кількість їх деталей в результаті зносу, втоми матеріалу, механічних та корозійних пошкоджень втрачає роботоздатність. Однак лише деяк із цих деталей, найбільш прості і недорогі у виготовленні, втрачають робото здатність повністю і вимагають заміни. Більшість деталей має залишковий ресурс і може бутиви користало повторно по проведення порівняно невеликого обсягу робіт по їх встановленню.

Методи оцінки зносу деталей розділяють на виробничі і лабораторні. До виробничого відноситься метод мікрометрування деталі і метод непрямої оцінки за зміною експлуатаційних характеристик спряжень, до лабораторних (дослідницьких) методів — зважування деталей, визначення кількості заліза в оливі картера, застосування радіоактивних ізотопів, метод штучних баз, профілографування.

Метод мікрометрування оснований на вимірюванні лінійних розмірів деталей, що були в експлуатації, з використанням універсальних вимірювальних засобів (мікрометрів, штангенциркулів, індикаторних приладів і ін.).

Оцінка зносу за зміною експлуатаційних характеристик чи спряжень вузла широко використовується у виробництві. Наприклад, знос деталей масляного насоса побічно може бути визначений за падінням тиску оливи, знос деталей поршневої групи двигуна — за пропусканням газів у картер двигуна, знос рухомого спряження — за зміною його температури в процесі експлуатації, наприклад у підшипниках ковзання і т.д.

Метод зважування полягає у визначенні маси деталі до експлуатації і після неї. Цей метод застосовувати не можна, якщо переважаючим є знос від пластичного деформування деталей.

Визначення кількості заліза й інших продуктів зносу в оливі полягає в хімічному аналізі відпрацьованої оливи. Недоліком способу є неможливість визначення зносу кожної деталі вузла. Перевага — відсутність необхідності розбирання агрегату.

Метод радіоактивних ізотопів оснований на використанні ізотопів вольфраму, сурми чи кобальту, що вводяться в поверхневий шар робочої поверхні деталі. Інтенсивність випромінювання оливи, що реєструється спеціальними приладами (лічильниками), є показником інтенсивності зношування деталі.

Метод штучних баз, запропонований М. М. Хрущовим і Е. С. Берковичем, полягає в нанесенні на робочу поверхню нової деталі спеціального поглиблення (лунки) чи

виточки. За зміною розміру поглиблення після визначеного часу експлуатації визначають розрахунком лінійне зношування у межах цієї поверхні.

Метод профілографування оснований на визначенні за допомогою профілографа дуже малих зносів таких деталей, як поршневі пальці, плунжери.

Відновлення деталей має велике народногосподарське значення. Вартість відновлення деталей значно нижче вартості їх виготовлення. Витрати на відновленнядеталей, навіть в умовах сучасних авторемонтних підприємств, складають залежності від конструктивних особливей ступеня зношеності деталейвід 10 до 50% відвартості нових деталей. Прицьому чим складніше деталь і, отже, чим дорожче вона у виготовленні, тим нижче витратина її відновлення.

Економічна ефективність відновлення деталей в порівнянн із їх виготовленням пояснюється рядом причин. При відновленні деталей значно скорочуютьс явитрати на матеріали і повністю виключаються витрати, пов'язаніз отриманням заготовок. За даними проф. М.А. Масин, витрати на матеріали і отримання заготовок при виготовленні деталей на авто будівельних підприємствах становлять 70-75%, від їх собівартості, а при відновленні деталей вони коливаються в межах 1-12% в залежності від способу відновлення.

При відновленні деталей скорочуються також витрати, пов'язані з обробкою деталей, так як при цьому обробляються не всі поверхні деталей, а лише ті, які мають дефекти.

Відновлення деталей є одним з основних джерел підвищення економічної ефективності авторемонтного виробництва. Відомо, що основною статтею витрат, з яких складається собівартість капітального ремонту автомобілів, є витрати на придбання запасних частин. Ці витрати в даний час складають 40-60% від собівартості капітального ремонту автомобіля. Більшість деталей з такими дефектами у процесі ремонту має бути відновлена.

Література

1. Новицький А. В. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки / А.В. Новицький // Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». -Харків, 2014, вип. 2 – С. 41 - 48.

2. Карабинеш С.С., Ружило З.В. Ремонт мащин и оборудования /С.С.Крабинеш, З.В.Ружило. – Германия, Саабрюкен, 2014. – 193 с.

17. С.В. Міненко, к.т.н., доцент, В.М. Савченко, к.т.н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ В ТЕПЛИЦІ

Для теплиці, враховуючи запропоноване технологічне обладнання [1,2] функціональна схема системи зрошення буде мати наступний вигляд (рис. 1).

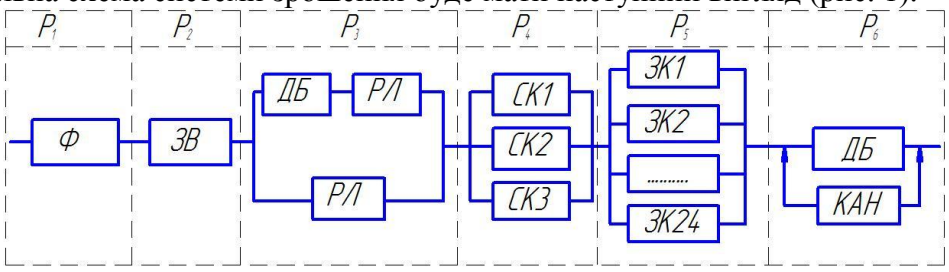


Рис. 1. Функціональна схема системи «прилив-відлив» для умов нашої теплиці: Ф – фільтрувальна установка, ЗВ – зрошувальний вузол, ДБ – дренажний басейн, РЛ – розподільчі лінії, $СК_i$ – електромагнітні клапани, $ЗК_i$ – зрошувальні клапани, КАН – каналізаційний канал.

Розглянувши функціональну схему системи зрошення теплиці визначимо ймовірність безвідмовної роботи системи. В загальному система складається з 6 підсистем, ймовірність безвідмовної роботи яких позначимо як $P_i(t)$(де i=1…6). Таким чином ймовірність безвідмовної роботи системи можна визначити за формулою:

$$P_{\text{сис}}(t) = \prod_{i=1}^{6} P_i(t) \tag{1}$$

Розглянемо ймовірність безвідмовної роботи підсистеми ДР-РЛ та паралельне підключення РЛ:

$$P_3(t) = 1 - \left[1 - \prod_{i=1}^{2} P_i(t)\right]^{m+1} = 1 - \left[1 - P_{\text{ДР}}(t) \cdot P_{\text{РЛ}}^2(t)\right]^{m+1} \tag{2}$$

де m – число резервних ланцюгів, для підсистеми №3, $m = 1$.

Таким чином:

$$P_3(t) = 1 - \left[1 - P_{\text{ДР}}(t) \cdot P_{\text{РЛ}}^2(t)\right]^2 \tag{3}$$

Для підсистеми 4, ймовірність безвідмовної роботи має вигляд:

$$P_4(t) = 1 - [1 - P_{\text{СК}}(t)]^{m+1} \tag{4}$$

де m – число електромагнітних клапанів у підсистемі, $m = 3$.

Таким чином:

$$P_4(t) = 1 - [1 - P_{\text{СК}}(t)]^4 \tag{5}$$

Для підсистеми 5, ймовірність безвідмовної роботи має вигляд:

$$P_5(t) = 1 - [1 - P_{\text{ЗК}}(t)]^{m+1} \tag{6}$$

де m – число зрошувальних клапанів в системі зрошення, $m = 24$.

Таким чином:

$$P_5(t) = 1 - [1 - P_{\text{ЗК}}(t)]^{25} \tag{7}$$

Для підсистеми 6, ймовірність безвідмовної роботи дорівнює:

$$P_6(t) = P_{\text{ДБ}}(t) \sum_{i=0}^{m} \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} \tag{8}$$

де λ_0 – інтенсивність відмов дренажного басейна,

t – час роботи системи,

m – кількість резервуючих елементів, $m = 1$.

Таким чином:

$$P_6(t) = P_{\text{ДБ}}(t) \cdot \left(\frac{(\lambda_0 t)^0}{0!} + \frac{(\lambda_0 t)^1}{1!}\right) = P_{\text{ДБ}}(t) \cdot (1 + \lambda_0 t) \tag{9}$$

Враховуючи вище викладене, математична модель ймовірності безвідмовної роботи системи зрошення можна представити у вигляді:

$$P_{\text{сис}}(t) = P_{\text{Ф}}(t) \cdot P_{\text{ЗВ}}(t) \cdot \left(1 - \left[1 - P_{\text{ДР}}(t) \cdot P_{\text{РЛ}}^2(t)\right]^2\right) \cdot (1 - [1 - P_{\text{СК}}(t)]^4) \cdot$$
$$\cdot (1 - [1 - P_{\text{ЗК}}(t)]^{25}) \cdot \left(P_{\text{ДБ}}(t) \cdot (1 + \lambda_0 t)\right) \tag{10}$$

Даний вираз є математичною моделлю ймовірності безвідмовної роботи системи.

Наступним етапом досліджень є визначення інтенсивності відмов системи, що дасть змогу визначити середній час роботи системи до відмови.

Отже,

$$P_{\text{сис}}(t) = e^{-\int_0^t \lambda_{\text{сис}}(t)} \tag{11}$$

де $\lambda_{\text{сис}}$ – інтенсивність відмов системи,

t – час роботи системи на протязі якого досліджується система зрошення.

Розглядаючи закон зміни інтенсивності відмов систем даного виду, слід зазначити, що система на протязі свого функціонування поводить себе не лінійно, тобто кількість відмов на протязі часу функціонування збільшується.

Таким чином інтенсивність відмов системи дорівнює:

$$P_{\text{сис}}(t) = e^{-\lambda_{\text{сис}} t}$$

$$-\lambda_{\text{сис}} t = lnP_{\text{сис}}(t)$$

$$\lambda_{\text{сис}} = \frac{-lnP_{\text{сис}}(t)}{t} \quad (12)$$

У свою чергу середній наробіток на відмову:

$$T_{\text{ср.сис}} = \frac{1}{\lambda_{\text{сис}}} \quad (13)$$

Підставивши значення формули (12) в (13) отримаємо:

$$T_{\text{ср.сис}} = \frac{t}{-lnP_{\text{сис}}(t)} \quad (14)$$

З іншої сторони цікавим для нас є ремонтний цикл, тобто інтервал часу на протязі якого проводяться ремонтні діяння системи [3]. Загальна схема ремонтного циклу має вигляд зображений на рис.2.

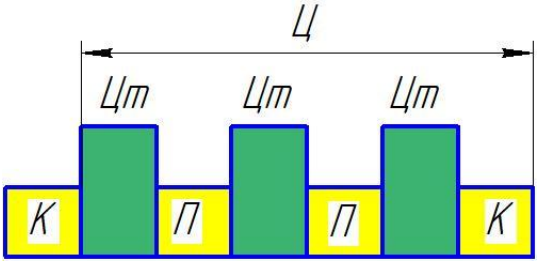


Рис. 2. Загальна схема ремонтного циклу
К – капітальний ремонт; П – поточний ремонт; Цт – міжремонтний період; Ц – ремонтний цикл

Задачею досліджень є визначення ремонтного циклу на основі показників надійності системи зрошення. В свою чергу ремонтний цикл можна визначити за формулою:

$$\text{Ц} = \sum \text{Ц}_{\text{т}} + \sum t_{\text{пр}}^{\text{к}} + \sum t_{\text{пр}}^{\text{т}} \quad (15)$$

де Ц – ремонтний цикл;

$\text{Ц}_{\text{т}}$ – міжремонтний період;

$t_{\text{пр}}^{\text{к}}$ – час простою при капітальному ремонті;

$t_{\text{пр}}^{\text{т}}$ – час простою при поточному ремонті.

В ідеальному випадку міжремонтний період повинен бути не більше середнього наробітку на відмову:

$$\text{Ц}_{\text{т}} < \text{Т}_{\text{ср.сис}}$$

$$\text{Ц}_{\text{т}} < \frac{t}{-lnP_{\text{сис}}(t)} \quad (16)$$

Враховуючи, що система зрошення, яка використовується в теплиці є високонадійною системою, річне напрацювання якої складає 180 год на рік.

Література

1. Бойко А. І. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України / А. І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – № 6. – С. 200–203.
2. Savchenko, V. Researchingindexesofreliabilityofsystemsofmicroclimatecontrolontoproductivityofproductsofpr

otectedsoil / V. Savchenko, S. Minenko, V. Krot // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кропивницький : КНТУ, 2016. - Вип. 46. - С. 105-108.
3. Міненко С. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустріальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 270–276.

18. Л.Г. Савченко, к.і.н., В.М. Савченко, к.т.н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ НА ВИРОБНИЧИЙ ПЕРСОНАЛ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЬ

Агротехнологія в господарстві при проведенні справжніх досліджень складалася з ряду послідовних, різних за тривалістю робочих етапів (видів робіт), що характеризуються багатоопераційною, складністю і високою трудомісткістю виробничих процесів. Основними видами робіт, які виконуються городниками протягом річного трудового циклу, були: посадка насіння і догляд за розсадою; висадка розсади; формування рослин; збір врожаю і догляд за рослинами; видалення рослинної маси; зачистка і обробка (дезінфекція) теплиць і їх підготовка до наступного циклу робіт; різні ремонтно-профілактичні роботи (фарбування обладнання, підтягування кріплень, вирівнювання опорних стійок і пр.).

Однією з відмінних особливостей технології вирощування овочів в умовах закритого ґрунту є специфічний температурно-вологісний режим, який характеризується підвищеними значеннями температури, відносною вологістю і низькою рухливістю повітряного середовища.

Найбільш несприятливі мікрокліматичні умови відзначаються в літній період, коли температурно-вологісний режим залежить від інтенсивності сонячної радіації, що досягає 1600-1880 Ккал м^2 на годину, змінюючись відповідно погодних умов. Так, в теплий період року (при температурі зовнішнього повітря + 20-24 °С) температура повітря в приміщеннях перевищувала допустимі значення. Найбільші перевищення (на 4-8 ° С) зареєстровані в період догляду за рослинами і збирання врожаю. Значення індексу теплового навантаження середовища (ТНС-індексу), що відображає поєднаний вплив температури повітря, швидкості його руху і вологості на теплообмін людини з навколишнім середовищем, в цей період робіт перевищували допустимі від 2,3 до 3,0 ° С.

При виконанні цих же операцій в холодний період року зазначалося перевищення допустимих значень температури повітря в середньому на 7,8°С, а індексу теплового навантаження середовища на 2,1 ° С. Відносна вологість повітря практично в усі періоди робіт перевищувала допустимі значення від 2 до 5%.. Рухливість повітря в теплицях обмежена і варіює від 0,12 м / с до 0,18 м / с, досягаючи при поливанні овочів до 0,5 м / с.

Таким чином, протягом усього циклу вирощування овочів в умовах закритого ґрунту виробничий персонал піддається впливу нагріваючого мікроклімату. Гігієнічна оцінка умов праці за параметрами мікроклімату в період вирощування і висадки розсади, формування рослин відповідала шкідливості 1-го ступеня (клас 3.1), в період догляду за рослинами і збирання врожаю і видалення рослинної маси – шкідливості 3-го ступеня (клас 3.3)

Нагріваючий мікроклімат (підвищені температури повітря, висока вологість і обмежена його рухливість) протягом робочої зміни в поєднанні з високою фізичною активністю мають несприятливий вплив на формування теплового стану виробничого персоналу. При проведенні інтегральної оцінки нагріваючого мікроклімату відповідно до Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [1,2] було виявлено, що ризик перегрівання організму виробничого персоналу коливався в теплий

період року від помірного до дуже високого, накопичення тепла в організмі становило від 2,66 до 4,56 кДж / кг. У холодний період року ризик перегрівання варіювався від слабкого до помірного.

Література

1. Савченко Л.Г. Дослідження рівня виробничого травматизму та профзахворюваності при вирощуванні продукції рослинництва в умовах відкритого та захищеного ґрунту України /Л. Г. Савченко, В. М. Савченко // Вісн. ХНТУСГ ім. Василенка - 2017 - Вип. 180- С. 160-168.
2. Трубецков А.Д., Мигачева А.Г., Старшов А.М. Состояние здоровья уволившихся работниц тепличных хозяйств // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4-2. – С. 383-385.
3. Милова Л.Н., Назола Е.М. К вопросу о проведении комплексной оценки условий труда и ее роли в формирования здоровья работающих в тепличном хозяйстве // Материалы Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». – М., 2008.– С. 49–50.

19. С.С. Карабиньош, к.т.н., доцент, З.А. Федченко, к.т.н., Національний університет біоресурсів та природокористування України

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФОРМИ ОТВОРІВ СЕПАРУЮЧИХ РЕШІТ З ОТВОРАМИ ТОРОЇДАЛЬНОЇ ФОРМИ

На підставі проведених досліджень зносу серійних сепаруючих решіт [1], із врахуванням теоретичних передумов, розроблено експериментальне решето, форма отворів якого виконана по вгнутій поверхні, наближеної до форми їх природного зношування [2]. Загальний вигляд дробарки із встановленим експериментальним решетом, а також фрагмент решета представлено на рис.1.

а

б

Рис. 1. Загальний вигляд дробарки із встановленим експериментальним решетом: а – поверхня контакту із зерновим матеріалом експериментального решета з отворами тороїдальної форми; б – неактивна (тильна) поверхня решета.

Як і для серійних решіт, дослідження зміни профілів зношування експериментальних решіт проводились шляхом зняття відбитків з отворів на різних

стадіях їх зношування. Загальний вигляд сімейства профільних кривих отвору з нанесеною сіткою зносу представлено на рис. 2.

Характерною особливістю утворення робочих профілів решіт з отворами тороїдальної форми є те, що вони мало змінюють свою початкову геометрію протягом всього терміну експлуатації.

Сімейство отриманих кривих вказує на принципово однаковий характер формування профілів зносу. Спостерігається деяка нерівномірність розподілу величин лінійного зносу від положення нормалей. Так, для нормалі «0» вона менша ніж для нормалей більш високих номерів. Ця тенденція зберігається по мірі включення в зону зносу нових областей циліндричної поверхні отвору. Детальний аналіз розподілу лінійного зношування сторін отворів шляхом визначення товщини втраченого шару матеріалу Δh у кожному періоді наробітку представлено на рис. 3.

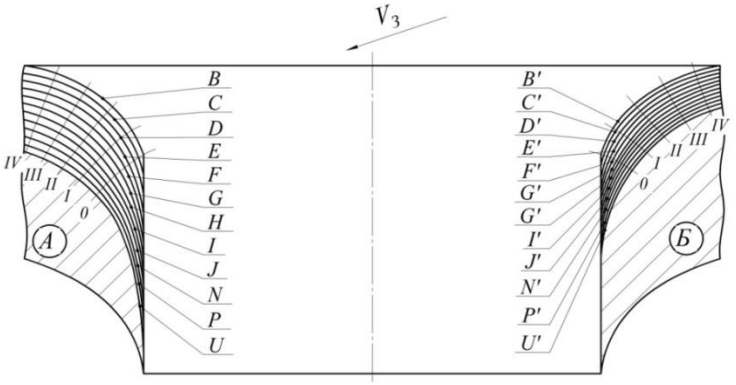
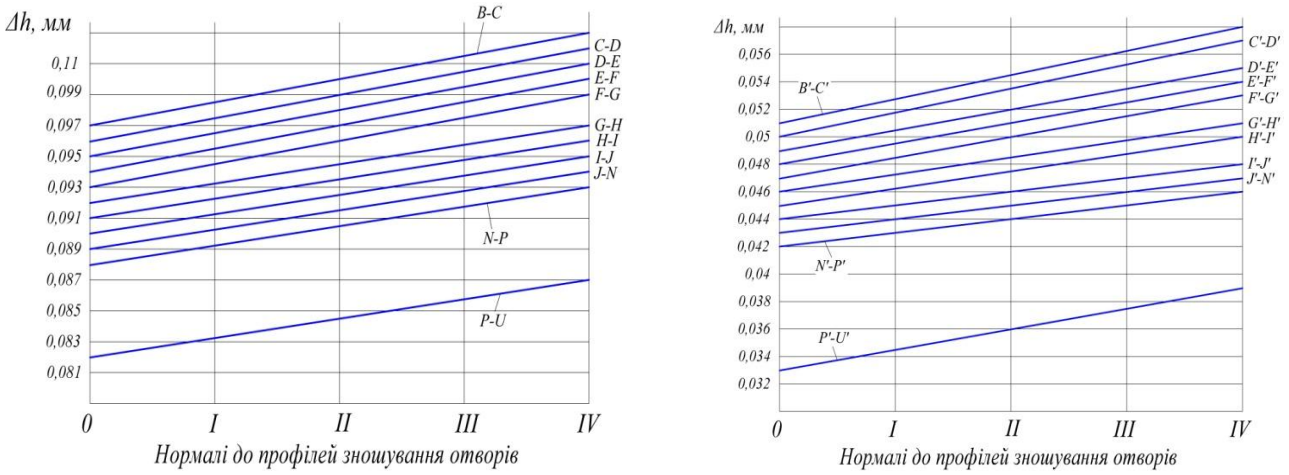


Рис. 2. Сітка зносу експериментальних сепаруючих решіт після наробітку: *B* – нове; *C* – 100 т; *D* – 200 т; *E* – 300 т; *F* – 400 т; *G* – 500 т; *H* – 600 т; *I* – 700 т; *J* – 800 т; *N* – 900 т; *P* – 1000 т; *U* – 1080 т (граничний знос).



а б

Рис. 3. Залежність втрати товщини шару матеріалу отворів експериментального решета: а - на стороні *(А)*; б – на стороні *(Б)*.

З отриманих залежностей видно, що товщина шару зношування в кожному періоді наробітку практично не змінюється. Отриманий результат підтверджує те, що використання сепаруючих решіт з отворами тороїдальної форми є ефективним для підвищення їх довговічності. Наробіток експериментального решета до повного зношування складає біля 1000 т подрібненого зерна.

Результати зносу отворів експериментальних решіт у перерізі показують на нерівномірність втрати форми і при зношуванні серійних решіт. Для підвищення довговічності та напрацювання повного ресурсу решета, необхідно перевернути його на

180° (реверс). Виконання даної операції доцільно проводити після наробітку дробарки в 750 т.

Аналіз зміни форми отворів показав, що в кожному періоді *ΔQ* на стороні *(А)* становить 0,084 $мм^2$, а на стороні *(Б)* ~ 0,041 $мм^2$[3].

Встановлено, що довговічність решіт з отворами тороїдальної форми, складає 1470 т переробленої сировини. Загальний вигляд зношеного експериментального решета представлено на рис. 4. Таким чином, по відношенню до серійного решета довговічність експериментального із зміненою формою отворів підвищена у 1,75 рази.

Зношування серійних сепаруючих решіт забезпечує необхідну якість помолу із зменшенням кількості надмірно подрібненої сировини, при зміні модуля помолу з $M_н$=1,44 *мм* на $M_{зн}$=1,62 *мм*.

Зношування решіт з отворами тороїдальної форми призводить до формування спеціального профілю, який підвищує ефективність їх роботи. Так, модуль помолу залишається постійно в межах $M_е$= 1,58-1,62 *мм*, а кількість продуктів подрібнення, що відповідають зоотехнічним вимогам приготування кормів, збільшилась на 5 %.

а б

Рис. 4. Зношене експериментальне решето: а – загальний вигляд; б – фрагмент зношеної поверхні.

Список літератури:

1. Бойко А. І., Федченко З. А. Дослідження динаміки зміни форми отворів серійних сепаруючих решіт // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Технічні системи і технології тваринництва» «Технічний сервіс машин для рослинництва». — Харків, 2017. Вип. 181. — С. 37 – 43.
2. Бойко А. І., Морозовська З. А. Патент № 96341. МПК B02C 13/284. Решітна дробарка. Заявл. № u 201410222 від 18.09.2014. Отрим. 26.01.2015. Бюл. № 2.
3. BoykoA. I., FedchenkoZ. A. Analysisofworkconditionsandcauseswearholesseparatingsievesinservice // Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. — Полтава, 2017. Вип. 1 (48). — С. 34 – 40.

20. В.Л. Куликівський, к.т.н., В.М. Боровський, Житомирський національний агроекологічний університет

ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ ДЕТАЛЕЙ ТА НАДІЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Значна кількість сільськогосподарських машин, зайнятих в рослинництві, використовується циклічно і короткочасно, з середини весни до середини осені, а потім протягом тривалого періоду невикористання розміщується у секторах зберігання [1, 2].

В процесі експлуатації машин їх параметри роботоздатного стану безперервно змінюються. При цьому зниження надійності машин відбувається з різним ступенем інтенсивності не тільки у процесі використання (активний знос), але і під час зберігання (пасивний знос). Величина активного зносу залежить від умов та інтенсивності

експлуатації техніки, а пасивного – від ступеня впливу зовнішніх факторів, якості консервації та тривалості зберігання.

При зберіганні машин на відкритих майданчиках під дією зовнішніх факторів – атмосферних опадів, підвищеної вологості повітря, перепадів температури, домішок корозійно-активних газів, сонячної радіації та технологічних забруднень – руйнуються незахищені поверхні елементів, виготовлених з чорних металів. Корозія призводить до втрат металу, зменшення міцності деталей, зниження зносостійкості.

На виникнення і розвиток процесу корозії впливає наявність на металевих поверхнях вологи, що сприяє окисленню металу та руйнування деталей техніки. Залишки ґрунту та інших забруднень на поверхнях деталей значно прискорюють процес корозійного руйнування машин, що знаходяться на зберіганні (рис. 1). Крім того, що забруднення утримують вологу, вони володіють хімічною активністю, яка обумовлена наявністю в них розчинних кислот і солей.

а) б) в)

Рис. 1. Робочі поверхні гвинта шнекового живильника ОВС-25, термін зберігання після експлуатації:
а) – 30 днів; б) – 60 днів; в) – 90 днів

Дослідження корозійної стійкості проводились на зразках зі сталей Ст3, 45 і 65Г, як найбільш поширених матеріалів для виготовлення деталях сільськогосподарської техніки. Сутність випробувань полягала в експонуванні зразків в атмосферних умовах з подальшим оцінюванням їх корозійної стійкості за втратою маси і зміною зовнішнього вигляду порівняно зі зразками – свідками.

Обробку результатів випробувань здійснювали за ГОСТ 9.908-85 «Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы.Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости» [3], з визначенням корозійних втрат у процесі випробувань і середніх корозійних втрат за весь період, а також із додатковим металографічним оцінюванням глибини локальної корозії.

Дослідження атмосферної корозії конструкційних сталей показали, що найбільший ступінь корозійних втрат металу спостерігався на поверхні ґрунту (рис. 2). Над ґрунтом корозійні втрати сталей Ст3, 45 і 65Г були на 15 % нижчі.

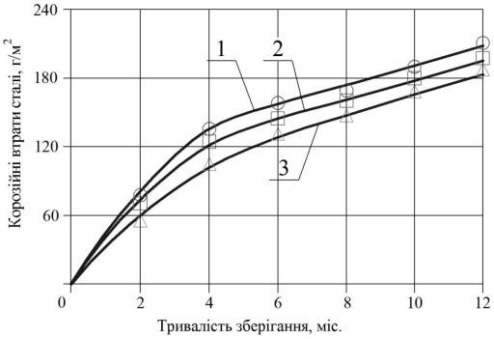


Рис. 2. Динаміка корозійних втрат зразків сталей розміщених на поверхні ґрунту в умовах відкритої атмосфери: 1 – стать Ст3; 2 – сталь 45; 3 – сталь 65Г

Даний факт пояснюється тим, що зразки контактували з вологою поверхнею ґрунту, яка містить до того ж водорозчинні солі, які в сукупності з киснем повітря

створювали сприятливі умови для протікання атмосферної корозії. Найбільш інтенсивно піддавалася корозії сторона зразка, наближена до ґрунту. За даними атмосферних випробувань корозійна стійкість стали Ст3 на поверхні ґрунту виявилася нижчою (приблизно на 10 %), ніж сталі 65Г. Глибина ураження деяких груп деталей досягає великих значень. Так, якщо осі, захисні кожухи, рами були уражені корозією на глибину 0,03…0,05 мм за рік, то робочі органи і опорні частини, що контактують з ґрунтом, на глибину до 0,10…0,15 мм.

Атмосферна корозія деталей сільськогосподарських машин може збільшитися в 10 разів і більше при наявності агресивних середовищ – мінеральних та органічних добрив, отрутохімікатів. З підвищенням вологості добрив зростає ступінь їх дисоціації і швидкість електрохімічної корозії металу. При надмірному підвищенні вологості швидкість корозії сповільнюється внаслідок зменшення припливу кисню повітря до поверхні металу.

Корозійні руйнування інтенсифікують знос спряжень і вузлів тертя, знижують втомну міцність, що призводить до появи численних тріщин і розривів металу, особливо в тонколистових металоконструкціях та зварних з'єднаннях. Внаслідок цього знижуються працездатність і ресурс машин, збільшуються витрати на ремонт та усунення відмов. Згідно даних проведених досліджень, за 12 місяців корозії на відкритому майданчику межа втомної міцності сталі Ст3 без захисного покриття зменшилась на 60 %.

Список літератури

1. Гниломедов В. Г. Кудашкин А. А. Хранение сельскохозяйственной техники. Самара, 2003. 145 с.
2. Сухарев Э. А. Технология и качество хранения машин в нерабочие периоды. Ровно, 2005. 151 с.
3. ГОСТ 9.908-85. Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы.Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости. М., 1987. 17 с.

21. В.Л. Куликівський, к.т.н., Житомирський національний агроекологічний університет

ПРИЧИНИ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА ГВИНТОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ТРАНСПОРТЕРІВ

Зернове виробництво поряд з основними технологічними процесами вимагає виконання великих обсягів транспортних та навантажувальних операцій. На одну тонну виробленого і закупленого зерна припадає 7...9 т вантажно-транспортних робіт.

При протіканні транспортно-технологічних процесів зерно неодноразово піддається ударам, стисканням і тертю, що супроводжується травмуванням поверхневих та внутрішніх тканин зернівок. На пошкодження, як результат процесу взаємодії зернини з гвинтовими робочими поверхнями (поверхнями тертя) шнекових транспортерів машин (зовнішні фактори), морфолого-анатомічні та фізико-механічні властивості зернини (внутрішні фактори) здійснює вплив велика кількість параметрів, незалежних і взаємопов’язаних, що змінюються в широких межах [1-3].

Для підвищення продуктивності транспортера необхідно збільшувати кутову швидкість гвинтового робочого органу. Однак встановлено, що залежність продуктивності гвинтового транспортера від кутової швидкості носить нелінійний характер [2]. Спочатку з ростом кутової швидкості продуктивність підвищується, досягає максимуму, а потім знижується. Значення кутової швидкості, при якій досягається максимум продуктивності, залежить від діаметра і кроку гвинта та фізико-механічних властивостей вантажу. Такий характер зміни продуктивності пов'язаний з процесом захоплення вантажу гвинтом в завантажувальному пристрої. Гвинтовий робочий орган обертаючись у завантажувальному пристрої, рухається спочатку на зустріч потоку

вантажу, що надходить зверху. Потім, при повороті, напрямок руху гвинта змінюється на протилежний. Гвинтова поверхня рухається в одному напрямку з вантажем і захоплює його. При невеликій частоті обертання характер руху гвинта несуттєво впливає на захоплення вантажу і продуктивність. Однак, зі збільшенням частоти обертання гвинтова поверхня, що рухається назустріч вантажу, починає відкидати його назад в завантажувальний пристрій, тим самим погіршуючи процес захоплення. Чим більша кутова швидкість робочого органу, тим більший вплив на вантаж (тим сильніше він відкидається гвинтовою поверхнею). Продуктивність гвинтового транспортера починає знижуватися, а пошкодження зернового матеріалу суттєво зростає.

Таким чином, спочатку зерновий матеріал переміщується вздовж осі шнека, виконуючи складний рух ковзання по поверхням тертя з прокручуванням навколо власного центра мас. Це може продовжуватися до виникнення умов защемлення зернини в зазорі між гвинтом і кожухом транспортера. А такі умови складаються внаслідок зношування робочої поверхні витка, стирання переднього кута взаємодії з зерновою масою і виникнення щілини захвату насінини.

Для визначення раціональних показників якісної роботи гвинтових транспортерів проводились дослідження при таких змінних факторах, що визначалися методом апріорного ранжування: частота обертання гвинтового робочого органу (n), зазор між витками та кожухом транспортера (H).

Оцінка впливу гвинтових транспортувальних пристроїв на показники якості насіння здійснювалась згідно ГОСТ Р 52758-2007 «Погрузчики и транспортеры сельскохозяйственного назначения.Методы испытаний». При визначенні травмування зернового матеріалу після переміщення гвинтовим робочим органом, з бункеру відбиралися проби зерна згідно ГОСТ 13586.3-83 «Зерно. Правила приемки и методы отбора проб» та ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості». При аналізі зерна розділяли на дві фракції: цілі та травмовані. До травмованих відносили зерна, що мали наступні пошкодження: роздроблений зародок; пошкоджений зародок; пошкоджений ендосперм; пошкоджена оболонка зерна; пошкоджена оболонка зерна і ендосперм; пошкоджена оболонка ендосперму; побите зерно; механічне стиснення зерна. В якості контрольного матеріалу вибрано насіння озимої пшениці сорту Білоцерківська напівкарликова (натура зерна – 783,3 г/л).

Ступінь пошкодження зерна визначався методом рентгенографії.

Частота обертання гвинтового робочого органу транспортера визначалася за показами лазерного тахометра DT-0071, що дозволяє здійснювати вимірювання в діапазоні від 10 до 10 тис. об/хв з точністю ± 0,02 %. Відстань транспортування – 1,5 м.

Під час проведення досліджень встановлена залежність травмування зерна у зазору між витками шнека та кожухом від частоти обертання гвинтового робочого органу (рис. 1).

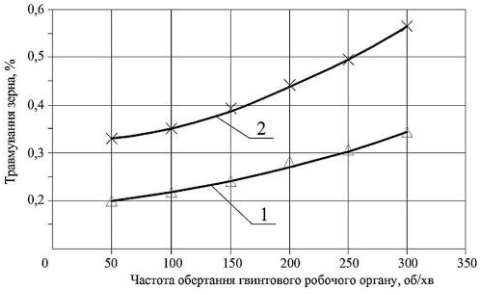


Рис. 1.Залежність травмування зерна пшениці горизонтальними гвинтовими транспортерами від частоти обертання шнекового робочого органу: 1 – гвинтовий транспортер з регульованим зазором (H=2 мм); 2 – серійний шнек (H=10 мм)

Як показав аналіз залежності (рис. 1), збільшення частоти обертання гвинтового робочого органу призводить до зростання травмування за рахунок інтенсивнішого тертя зерен об поверхні, що контактують та повторних взаємодій з витком.

При дослідженні травмування насіннєвого матеріалу було з'ясовано, що використання транспортера, з мінімальним зазором між гвинтом і кожухом, дозволяє зменшити пошкодження зерна (пшениці) гвинтовим робочим органом до 0,3 % (у серійного шнека – 0,5 %) при збереженні максимальної продуктивності процесу.

Таким чином, оптимальними параметрами горизонтальних і пологопохилих гвинтових транспортувальних пристроїв з точки зору травмування, як основного фактора, що обмежується агротехнічними вимогами на пошкодження насіннєвого матеріалу є частота обертання робочого органу n=100…200 об/хв, при зазорі між витками та кожухом H=1…2 мм.

Список літератури

1. Бойко А. І., Куликівський В. Л. Дослідження контактної взаємодії зерна в зазорі «виток-кожух» шнекових живильників зерноочисних машин. Наук. вісн. НУБіПУ. Сер. Техніка та енергетика АПК. 2011. Вип. 166, ч. 1. С. 267–274.

2. Куликівський В. Л. Результати експериментальних досліджень гвинтових транспортерів та живильників. Вісн. ХНТУСГ ім. П. Василенка. Технічні системи і технології тваринництва. 2013. Вип. 132. С. 427–434.

3. Куликівський В. Л., Палійчук В. К., Боровський В. М. Дослідження процесу травмування зерна гвинтовим конвеєром. Загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2016. Вип. 46. С. 160–165.

22. В.Л. Куликівський, к.т.н., В.К. Палійчук к.т.н., Житомирський національний агроекологічний університет

КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

В сучасних умовах такі показники ефективності АПК, як продуктивність праці, обсяг виробленої продукції, її можливі втрати, істотно залежать від технічного стану машинно-тракторного парку [1, 2].

Дослідження процесу керування технічним станом сільськогосподарської машини дозволяє визначити роль і необхідність використання інформації для прийняття рішення. У загальному випадку управління технічним станом конкретної машини включає вимірювання параметрів стану її складових частин, порівняння встановлених значень з допустимими або граничними величинами, визначення залишкового ресурсу складових частин, призначення виду та обсягу обслуговуючих впливів і виконання всіх встановлених робіт з технічного обслуговування техніки та її складових частин. В результаті запропоновано ввести на всіх етапах використання інформаційних технологій, зокрема використання баз даних і баз знань фахівців, що відображено на рис. 1.

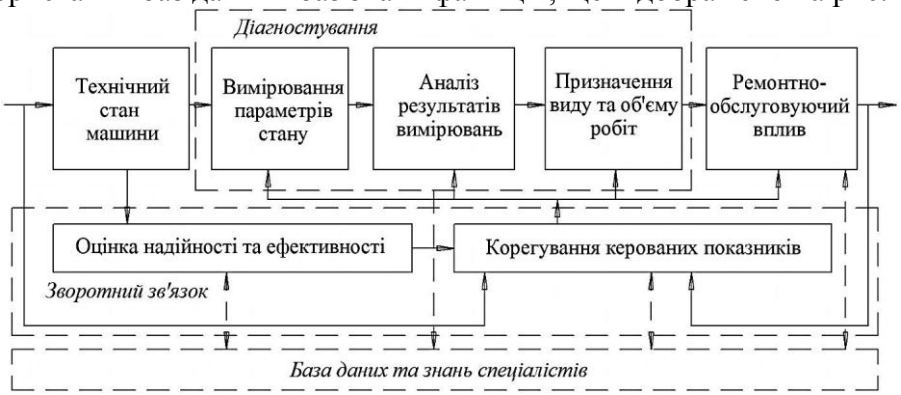


Рис. 1. Схема керування технічним станом машини

В основному вирішення проблеми технічного обслуговування складної сільськогосподарської техніки покладається на оператора і залежить від його кваліфікації. Тому особливої уваги заслуговують питання розробки систем нормативно-документального забезпечення інтелектуальної діяльності оператора, що допомагають йому при проведенні комплексу робіт з обслуговування. Одним з таких перспективних напрямків є розробка експертних систем для розглянутих предметних областей.

Перевага даного напрямку полягає в тому, що інтелектуальні інформаційні системи будуються на основі знань експертів (конструкторів, випробувачів, експлуатаційників). База знань таких систем легко доповнюється новими знаннями і легко тиражується.

Накопичений світовий досвід свідчить, що розробка інформаційної системи підтримки інтелектуальної діяльності являє велику науково-технічну проблему. В області експлуатації сільськогосподарських машин подібні питання до теперішнього часу розглядалися фрагментарно. Практичне впровадження подібних систем в галузі стримується, насамперед, труднощами формалізації знань розглянутих предметних областей, відсутністю інженерних методів побудови таких систем. До теперішнього часу на ринку відсутні інформаційні системи подібного класу.

Разом з тим, світовий досвід і тенденції свідчать, що впровадження систем нормативно-документального забезпечення життєвого циклу технічної системи є одним з пріоритетних напрямків в управлінні якістю.

У зв'язку з цим для підвищення ефективності використання МТП, зниження витрат на його функціонування, назріла необхідність у вирішенні проблеми вдосконалення методів обслуговування машин шляхом розробки і впровадження інформаційних систем підтримки, прийняття рішень при технічному сервісі складної сільгосптехніки.

Ефективність інформаційної системи залежить від її структури (кількості та складу автоматизованих робочих місць, переліку вирішуваних завдань, використанні технічних засобів). Застосування системи збільшує ефективність роботи не лише персоналу, але головним чином самого виробництва.

Одним з найважливіших показників, що впливає на ефективність системи ТО, є оперативність та якість виконуваних робіт. Оперативність і якість багато в чому визначається кваліфікацією виконавців послуг та наявністю повної нормативно-технічної документації по обслуговуючому об'єкту. Оперативність безпосередньо пов'язана з трудомісткістю виконуваних робіт.

Фактичний час виконання операцій ТО є випадковою величиною, що має значну варіацію, яка залежить від технічного стану та строку служби машини, умов виконання роботи, обладнання, кваліфікації персоналу і, як правило, відрізняється від нормативної. Умовна тривалість виконання однотипних операцій у робітника вищої кваліфікації менша, ніж у працівника нижчої кваліфікації.

Аналіз якості виконання робіт, який представлено на рис. 2, показав, що дослідження першопричини дефекту необхідно вести за категорією – порушення технології працівниками, що становить від 35 до 45 % від усіх причин.

Рис. 2. Причинно-наслідкова діаграма якісного виконання сервісних робіт

Однією з основних умов організації та проведення робіт з ТО є наявність у кожного фахівця і виконавця повного комплекту нормативно-технічної документації та

керівного матеріалу з усіх аспектів операцій обслуговування і засобів автоматизованих обчислень прогнозних та оціночних показників за результатами діагностування.

Тому однією з нагальних та гострих проблем вдосконалення системи ТО машин в даний час є включення в поле її діяльності інформаційних та консультаційних послуг, зокрема – створення бази із нормативно-документального забезпечення сервісних процесів.

Список літератури

1. Вітвицька О. Д., Доценко М. С. Розвиток ринку сільськогосподарської техніки. Міжнар. наук.-вир. журн. Економіка АПК. 2010. №10. С. 103–108.
2. Іванишин В. В. Розвиток та функціонування ринку технічних засобів для сільського господарства України. Міжнар. наук.-вир. журн. Економіка АПК. 2011. № 3. С. 78–82.

23. О.И. Мисуно, к.т.н, доцент, А.И. Оскирко, инженер, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» г.Минск, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАПОЛЬНОГО КОЗЛОВОГО КРАНА

Современный этап экономического развития многих стран характеризуется ростом числа предприятий малого и среднего бизнеса, развитием фермерских хозяйств. Ввиду ограниченного вложения средств, производственные и складские помещения таких предприятий зачастую представляют собой строения лёгкого типа, ангарные помещения, арендуемые площади. В таком случае очень остро становится вопрос применения в производственном процессе подъемно-транспортного оборудования. Ведь известно, что уровень механизации с использованием подъемно-транспортных механизмов во многом определяет культуру производства и себестоимость продукции.

Для этих целей лучше всего могут подходить мостовые краны. Основным их преимуществом является то, что они могут обслуживать практически всю площадь цеха. Но недостатком таких кранов является необходимость устройства специальных крановых путей на высотных отметках. Для зданий легкого типа, ангаров это невозможно. Выход – применение козлового крана, который передвигается по наземному рельсовому пути, проложенному вдоль стен строения. За основу разработки конструкции крана такого типа можно принять козловой кран МПС-5 грузоподъемностью 5 т, пролетом 9 м и высотой подъёма груза 7 м, безконсольный предназначенный для погрузочно-разгрузочных операций на открытых площадках и складах строительных материалов и конструкций. Простота конструкции, управления и обслуживания, относительно низкая стоимость изготовления кранов обусловливает их широкое применение. Эти краны не требуют сооружения специальных дорогостоящих эстакад. Применение их наиболее рационально в производственных зданиях (складах) простого очертания (прямоугольных в плане и большой протяженности). Использование кранов такого типа в закрытых помещениях требует проектирования их для каждого конкретного случая, так как конструктивная схема и параметры во многом определяются размерами и формой здания. Конструкция не должна быть сложной, что упрощает расчёт основных элементов крана, которые изготавливаются из стандартного проката. Основные механизмы (подъема груза, передвижения крана) принимаются стандартными. Можно применять механизмы ранее использованные, прошедшие техническое обслуживание, технический ремонт и признанные пригодными к дальнейшей эксплуатации. Все это повлияет на конечную стоимость крана. Однако следует помнить, что работа по проектированию, изготовлению, монтажу, эксплуатации, техническому диагностированию, реконструкции и ремонту грузоподъемных машин могут выполнятся только предприятиями и гражданами

(предпринимателями), получившими специальное разрешение (лицензию) на осуществление указанных видов деятельности.

Нами предлагается схема конструкции напольного козлового крана (рис. 1), обоснование основных его параметров и методика расчета основных элементов оснастки.

Конструкция напольного козлового крана состоит из стандартной электротали 1 передвигающейся по ригелю 2 в форме двутавра. Ригель опирается на балки 5 стоек опор 4. Опоры крепятся к тележкам 8 передвигающимися по рельсовым путям, уложенным по полу вдоль стен цеха. Для создания жесткости ригель (двутавр) дополнительно оснащен решетчатой конструкцией, имеются продольные балки 3, раскосы 6 и упоры 7. База тележки $L_б$ и конструкция опор позволяют максимально использовать площадь цеха.

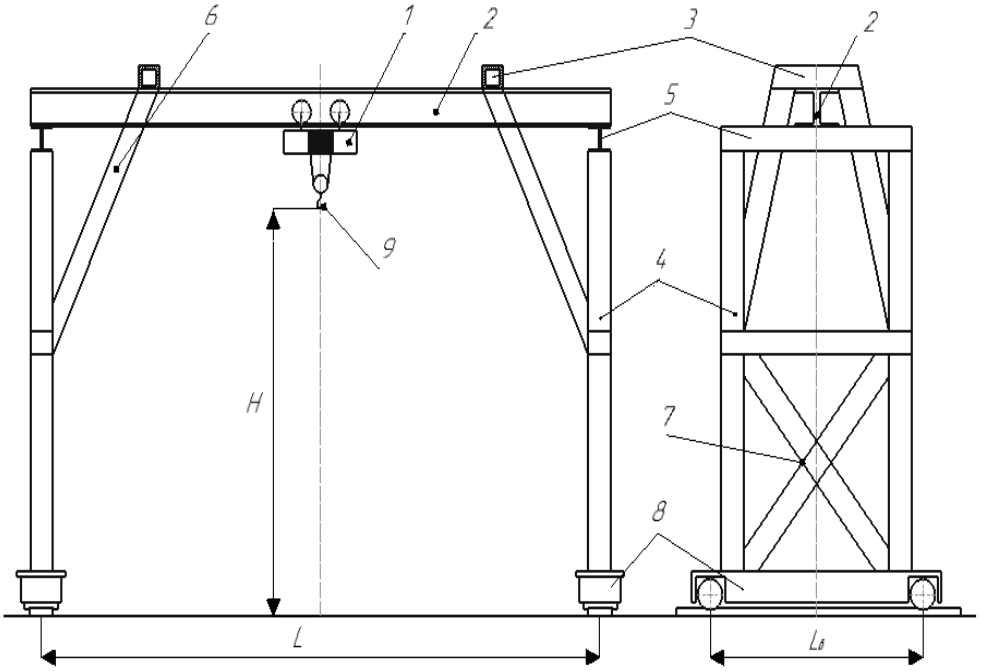


Рис 1. Напольный козловой кран

***1*– электротельфер; *2*– балка поперечная (ригель); *3*– балка продольная; *4*– стойка опоры; *5*– балка опоры; *6*– раскос; *7*– упоры; *8*– тележки**

В зависимости от требуемой грузоподъемности Q напольный козловой кран оборудуется стандартной электроталью с требуемой высотой подъема груза H, скоростью подъема груза $v_{гр}$ и скоростью передвижения $v_т$. Пролет крана L принимается в соответствии с размерами помещения. Ходовые тележки следует использовать от мостовых кранов. Две ходовые тележки (по одной с каждой стороны крана) – приводные для передвижения крана вдоль рельсового пути. Скорости передвижения тали и крана следует принимать по возможности минимальными с целью уменьшения динамических нагрузок на конструкцию крана. С учетом массы груза и времени использования механизмов при расчетах режим работы следует принимать легким (5М). Масса используемых элементов крана (электротельфера, тележки) принимаются из справочных данных, массы конструкций – расчетным путем.

При выполнении расчётов следует принимать силу от действия груза

$$F_{гр} = 1,25Q. \quad (1)$$

При расчётах основных элементов оснастки крана следует учитывать динамические нагрузки согласно методике расчёта изложенной в специальной литературе [1]. Прочностной расчёт проводится по методике из курса «Сопротивление материалов» [2].

Таким образом, предлагаемая конструкция напольного козлового крана, проста в проектировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации, что позволит сэкономить

средства, снизить себестоимость продукции в том числе и в агропромышленном комплексе, повысить культуру производства.

Список литературы

1. Абрамович, И.И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий : Справочник / И.И. Абрамович, В.Н. Березин, А.Г. Яуре – М.: Ма-шиностроение, 1989. – 360 с.
2. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов : учебник / М. Д. Подскребко. – Минск : Выш. шк., 2007. – 797 с.

24. О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, А.И. Оскирко, инженер, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ УМЕНЬШЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 2022» НА ПАХОТЕ

Качество пахоты непосредственным образом влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы. На выполнение пахоты затрачивается примерно 30–40% от всех энергетических затрат на полевые работы в сельском хозяйстве.

Задача снижения энергоемкости пахоты в настоящее время решается наращиванием единичной мощности тракторов, используемых с более широкозахватными и скоростными агрегатами, а также созданием новых и усовершенствованием существующих почвообрабатывающих орудий и технологий.

На протяжении многих лет повышение производительности агрегатов на основной обработке почвы достигалось увеличением скорости движения. Увеличение ширины захвата привело к возрастанию, как массы сельскохозяйственных орудий, так и тракторов, а также к ухудшению маневренности агрегатов. Такой результат объясняется интенсивным ростом тягового сопротивления плугов при увеличении скорости движения и недостаточной сцепной массой энергонасыщенных тракторов.

Скорость движения агрегата и ширина захвата лемешно-отвального плуга определяются из уравнения баланса мощности двигателя трактора:

$$N_{н}\eta_{и} = \frac{N_{т} + N_{f}}{(1-\delta)\eta_{тр}}, \qquad (1)$$

где $N_{н}$ – номинальная мощность двигателя трактора; $\eta_{и}$ – степень загрузки двигателя; $\eta_{тр}$ – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии трактора; $N_{т}$ – тяговая мощность трактора; N_{f} – мощность, затрачиваемая на передвижение трактора; δ – буксование движителей трактора.

$$N_{т} = F_{т} \cdot \upsilon = aB\upsilon \cdot \left(k_0 + \varepsilon \upsilon^2\right); \qquad (2)$$

$$N_{f} = M_{т}\, g\, f\, \upsilon; \qquad (3)$$

где a – глубина обработки почвы; B – ширина захвата плуга; υ – скорость движения; k_0, ε – эмпирические коэффициенты, определяющие удельное тяговое сопротивление плуга; $M_{т}$ – масса трактора; g – ускорение свободного падения; f – коэффициент сопротивления качению; $M_{пл}$ – масса плуга; $F_{т}$ – тяговое усилие трактора.

Существенное влияние на величину общего коэффициента полезного действия энергетического средства, на производительность пахотного агрегата, на снижение расхода топлива на выполнение вспашки оказывает буксование движителей трактора. Из-за буксования теряется часть мощности, передаваемой от двигателя энергетического средства через трансмиссию к движителям. Результаты тяговых испытаний тракторов БЕЛАРУС 2022 можно аппроксимировать уравнением вида:

$$\delta = a_0\left(\frac{\frac{F_т}{G}+f}{\phi_{max}}\right)^4 + b_0\left(\frac{\frac{F_т}{G}+f}{\phi_{max}}\right)^2 + c_0\left(\frac{\frac{F_т}{G}+f}{\phi_{max}}\right), \quad (4)$$

где a_0, b_0, c_0 − постоянные коэффициенты, определяемые из кривых буксования: a_0 = 1,05; b_0 = –0, 43; c_0 = 0,2; G − сцепной вес трактора, Н; f − коэффициент сопротивления качению; φ_{max} − максимальное значение коэффициента использования сцепного веса.

Сцепной вес трактора увеличивают за счет части веса плуга

$$G = (M_т + 0,3M_{пл})g. \quad (5)$$

Масса плуга зависит от ширины захвата. На основе анализа характеристик плугов существующих конструкций их массу как функцию ширины захвата можно описать следующим уравнением

$$M_{пл} = qB^2 + m_0, \quad (6)$$

где q, m_0 − эмпирические коэффициенты массы плуга.

Исследуем удельный расход топлива на обработку одного квадратного метра пашни в зависимости от скорости движения пахотного агрегата

$$q = \frac{N_н \eta_и Q_{уд}}{3600B\upsilon}. \quad (7)$$

где $Q_{уд}$ – удельный расход топлива двигателем на один кВт мощности в час.

При построении графических зависимостей $q = f(\upsilon)$, представленных на рис. 1, 2 приняты следующие данные [1, 2]: трактор «Беларус 2022» (мощность двигателя $N_н$ = 147 кВт, 175 кВт и 200 кВт; $Q_{уд}$ =220 г/кВт·ч, $M_т$ =7200 кг); на стерне f = 0,08 и φ_{max}= 0,8; □$_и$= 0,95; a = 0,26 м; □$_{тр}$= 0,88; f = 0,08; q = 250 кг/м^2; m_0 = 190 кг; k_0= 54246 Н/м^2; ε = 1920 Нс^2/м^4.

Из рис. 1 видно, что при полной загрузке двигателя наименьший удельный расход топлива трактора Беларус 2022 составляет q= 1,68–1,90 г/м^2 на обработку почвы лемешно-отвальным плугом достигается при скорости движения агрегата 2,4–2,9 м/с. Причем с увеличением энергонасыщенности трактора удельный расход топлива q на обработку почвы возрастает. Эффективно реализовать мощность двигателя энергонасыщенного трактора на пахоте не представляется возможным из-за чрезмерного буксования движителей, обусловленного большой величиной тягового сопротивления почвообрабатывающего орудия.

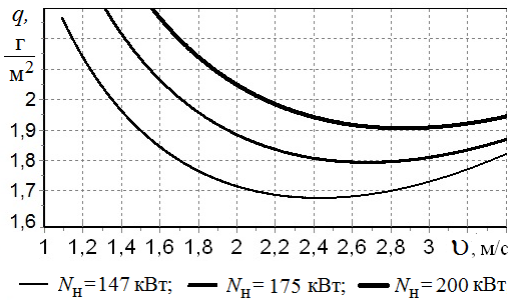


Рис 1. Зависимость удельного расхода топлива трактора «Беларус 2022» при вспашке почвы лемешно-отвальным плугом от скорости движения

Для повышения производительности, снижения расхода топлива на пахоте применяют иногда балластирование, увеличивая сцепной вес колесных тракторов путем навешивания дополнительных грузов, а также используют механические и гидравлические догружатели. Рис. 2 показывает, что при полной загрузке двигателя наименьший удельный расход топлива трактора Беларус 2022 с балластом массой 1200 кг составляет q= 1,59–1,78 г/м^2 на обработку почвы лемешно-отвальным плугом достигается

при скорости движения агрегата 2,2–2,7 м/с. Балластирование трактора дает возможность снизить удельный расход топлива на пахоте на 6–7 %. Однако чрезмерная нагрузка на ходовую систему трактора приводит к снижению ее долговечности. Кроме того, при работе агрегата с балластными грузами затрачивается определенное количество топлива на их перемещение.

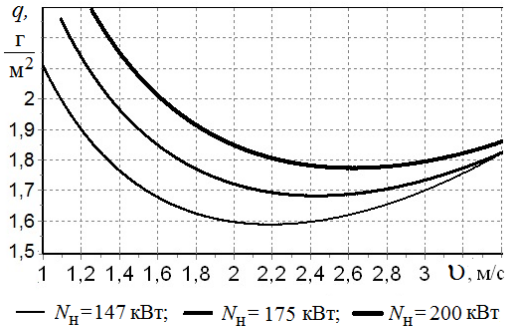


Рис 2. Зависимость удельного расхода топлива трактора «Беларус 2022» с балластом массой 1200 кг при вспашке почвы лемешно-отвальным плугом от скорости движения

Снижение расхода топлива, повышение производительности и качества работы пахотных агрегатов, рациональное использование мощности требует совершенствования технологии вспашки, создания новых орудий и способов передачи энергии от двигателя к рабочей машине. Одним из эффективных путей решения поставленных задач является применение в составе пахотных агрегатов энергонасыщенных тракторов «Беларус» и плугов с комбинированными рабочими органами. При вспашке таким плугом только процесс отделения пласта от массива осуществляется пассивным корпусом за счет тягового усилия трактора, а операции крошения, перемешивания, оборота и укладки пласта в борозду производится активным ротором за счет мощности двигателя, передаваемой через вал отбора мощности (ВОМ) трактора. При этом снижается тяговое сопротивление плуга и возрастает качество обработки почвы.

На привод и работу активных рабочих органов плуга затрачивается мощность [2]:

$$N_a = \frac{aB \cdot \left(l \cdot (2,3 + 1,133\upsilon)^3 + d \cdot \upsilon^2 \right)}{\eta_a}; \qquad (8)$$

где l, d − эмпирические коэффициенты, определяющие удельную мощность, реализуемую активными рабочими органами плуга; η_a− КПД, учитывающий механические потери при передаче мощности к активным рабочим органам плуга.

Учитывая в правой части выражения (1) слагаемое в виде выражения (8), принимая данные [1, 2] (η_a= 0,76; k_0= 36056 Н/м^2; ε =1408 Нс^2/м^4; l =1234,5 Нс^2/м; d = −20079 Нс/м^3) построены графические зависимости удельного расхода топлива на обработку одного квадратного метра пашни в зависимости от скорости движения пахотного агрегата в составе трактора «Беларус 2022» с разными мощностями двигателя и плуга с комбинированными рабочими органами (рис. 3).

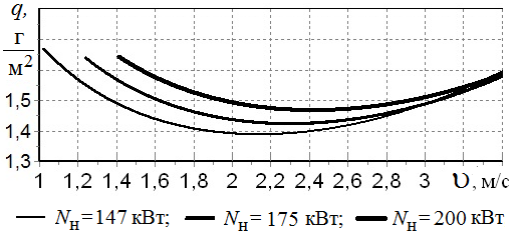


Рис 3. Зависимости удельного расхода топлива трактора «Беларус 2022» при вспашке почвы плугом с комбинированными рабочими органами от скорости движения

Из рис. 3 видно, что при полной загрузке двигателя наименьший удельный расход топлива трактора Беларус 2022 составляет q= 1,40–1,48 г/м^2 на обработку почвы плугом с комбинированными рабочими органами достигается при скорости движения агрегата 2,1–2,5 м/с, т.е. расход топлива меньше на 14–25 %, по сравнению когда этот же трактор работает с лемешно-отвальным плугом. Применение для выполнения пахоты плуга с комбинированными рабочими органами позволяет эффективно использовать возрастающие мощности тракторов «Беларус».

Таким образом, эффективным направлением снижения расхода топлива на пахоте является реализации мощности энергонасыщенных тракторов «Беларус 2022» по двум потокам – через крюк и ВОМ. Осуществление этой схемы возможно при использовании плугов с комбинированными рабочими органами, которые потребляют значительную часть мощности двигателя, минуя ходовую систему трактора. По мере роста энергонасыщенности трактора может увеличиваться доля мощности двигателя, реализуемая, для обеспечения требуемого качества вспашки, через активные рабочие органы плуга.

Список литературы

1. Мисуно О.И. Влияние скорости движения и ширины захвата плуга на энергетические и качественные показатели агрегата на основе МЭС // Совершенствование почвообрабатывающих машин и агрегатов. Сб. научн. трудов, Горки, 1990.
2. Повышение эффективности работы тракторов «Беларус» на вспашке/ Мисуно О.И., Легенький С.А., Оскирко А.И. «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». — Мн., 2007. С. 142-148.

25. З.В. Ружило, к.т.н., доцент, З.А Федченко, к.т.н., Національний університет біоресурсів та природокористування України, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА СЕРІЙНИМИ СЕПАРУЮЧИМИ РЕШЕТАМИ ТА РЕШЕТАМИ З ОТВОРАМИ ТОРОЇДАЛЬНОЇ ФОРМИ

Дослідженнями передбачено вивчення впливу зміни форми отворів серійних сепаруючих решіт та решіт з отворами тороїдальної форми на якість подрібнення зерна. Відомо, що якість подрібнення оцінюється середньозваженим розміром частинок – модулем помолу. Науковий та практичний інтерес представляє дослідження розподілу фракційного складу подрібненого зерна, згідно якого і визначається модуль помолу зерна.

Ефективність використання комбікормів у тваринництві залежить від якості подрібнення усіх компонентів, які характеризуються середньозваженим діаметром частинок (модулем помолу). Наявність в комбікормах великої кількості надмірно подрібненої фракції призводить до зниження засвоєння корму усіх видів тварин на 15–18%.

Згідно ГОСТу 9268 – 90 [1], модуль помолу для відгодівлі ВРХ повинен знаходитись у межах 1,0…1,8 *мм*, відповідає залишку на ситах класифікатора з діаметром отворів 0,2 та 2,0 *мм*. Відповідно до ГОСТу 13496.8–72 [2-3] частинки, діаметр яких менший 0,2 *мм,* є переподрібненим матеріалом, а більше 2,0 *мм* – недоподрібненим.

Експериментальними дослідженнями якості подрібнення зерна, проведеними відповідно до методики викладеної ДСТУ 2591-1:2004 [4], встановлено розподіл крупності частинок за окремими фракціями (рис. 1).

Як видно з побудованої залежності, для нових серійних решіт характерний максимум фракційного складу досягається на рівні 0,2-2 *мм* крупності подрібнених частинок. Обробка даних отриманих навісок на ситах класифікатора показала, що середньозважений розмір частинок (модуль помолу) при роботі з новими (незношеними) решетами складає $M_{нов}$= 1,44 *мм*. Це відповідає необхідній якості помолу зерна з домінуючими фракціями на рівні середнього значення помолу. Крупні частинки розміром

більше 3 мм і окремі не подрібнені зерна складають біля 9%, що задовольняє існуючі зоотехнічні вимоги (не більше 10%). Кількість вихідного продукту, який відповідає зоотехнічним вимогам приготування кормів, становить 72%.

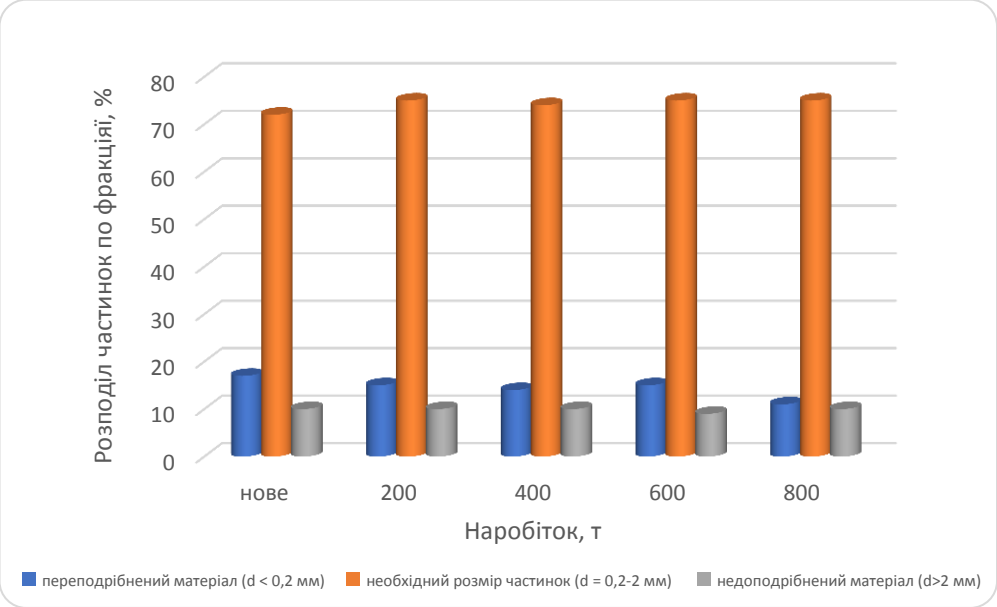


Рис. 1. Характеристика продуктів подрібнення зернової маси серійними сепаруючими решетами

З представлених раніше дослідженнях [5] показано, зношення серійних сепаруючих решіт суттєво змінює їх форму. Профілі зношування представлені плавними кривими лініями. Аналіз фракційного складу подрібненої зернової маси для серійного зношеного решета з проведенням операції перевертання на 180° (реверсу) (наробіток Q = 800 т) представлений на рис. 1. Кількість частинок на контрольному ситі з розміром, що перевищує 3 *мм*, майже не змінилася і складає 8%, а кількість частинок дрібного помолу – зменшилась.

Розрахунок модуля помолу для зношених серійних решіт показав значення $M_{сер.зн.}$= 1,62 *мм*, що на 18% більше, ніж у нових решіт, і відповідає заданим вимогам – M = 1,4 – 1,8 *мм*. Кількість вихідного продукту необхідного розміру частинок становить 75% від загальної вихідної кількості подрібненого зерна. Утворена зношена форма сепаруючих отворів серійних решіт покращує якість просіяної зернової маси.

При зношуванні експериментальних сепаруючих решіт формуються особливі профілі в перерізі. Порівняльний аналіз якості подрібнення зернової маси зношених (при Q = 1400 т) експериментальних решіт з новими – показав наступні результати. Розподілення фракційного складу подрібненого зерна має тенденцію до групування навколо величин 0,2…2*мм* (рис. 2). Модуль помолу для експериментальних зношених решіт згідно проведених дослідів, складає $M_{е.зн}$ = 1,62 *мм*. Кількість недоподрібнених зерен складає 8%, а загальна кількість матеріалу, що відповідає вимогам якості подрібнення – 80%.

Аналізуючи одержані результати, можна зробити наступний висновок, що зношування серійних решіт сприяло збільшенню модуля помолу порівняно навіть з новими. Це можна пояснити більш ефективним просіюванням подрібненого зерна зношеними отворами серійних решіт, що утворилися в процесі експлуатації.

Така дія серійних зношених решіт із сформованими, притаманними їм профілями, практично не відрізняється від роботи експериментальних решіт. Отримані дані оцінки якості просіювання підтверджують те, що модуль помолу експериментальними решетами в процесі роботи дробарки залишається практично незмінним. Кількість вихідного продукту, який відповідає зоотехнічним вимогам приготування кормів збільшився на 5% в порівнянні із серійними зразками. Це вказує на кращі показники якості просіювання

експериментальними решетами, яким притаманна округлена форма отворів, наближена до форми природного зносу.

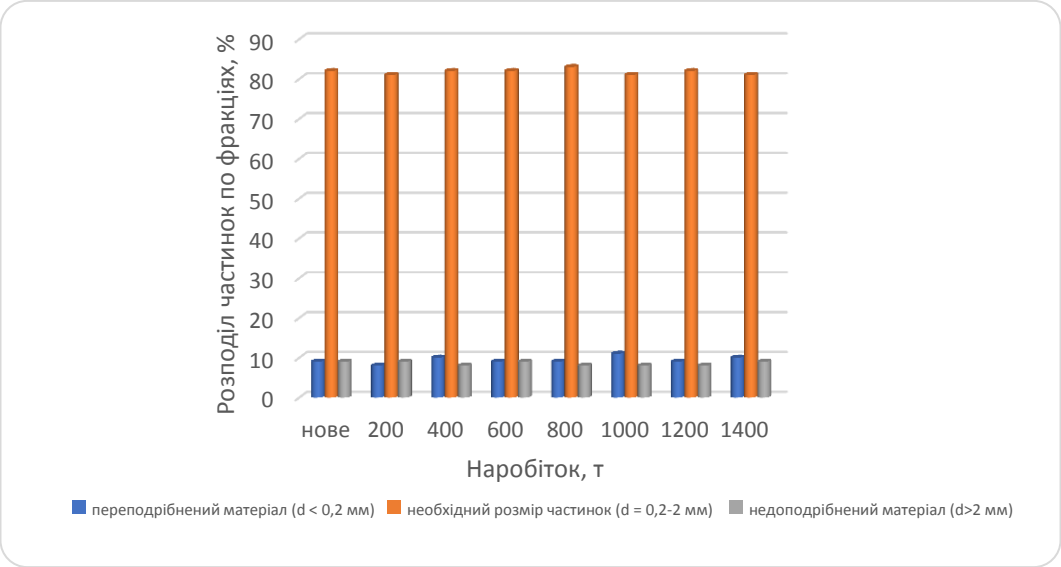


Рис. 2. Характеристика продуктів подрібнення зернової маси решетами з отворами тороїдальної форми

Результати експериментальних досліджень якості подрібнення зернової маси серійними сепаруючими решетами та решетами з отворами тороїдальної форми в новому та зношеному стані зведені та представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати порівняльних показників випробувань серійних і експериментальних сепаруючих решіт

Показник	Значення показників при використанні сепаруючих решіт			
Фракційний склад для розмірів частинок, *мм*	серійних		експериментальних	
	нових	зношених	нових	зношених
> 0,2	19	16	11	10
0,2 … 1,0	37	39	24	29
1,0 … 2,0	35	36	57	52
2,0 … 3,0	5	5	5	4
< 3,0	4	4	3	4
Модуль помолу, *М*	1,44	1,62	1,58	1,62

Список літератури:

1. ГОСТ 9268-90. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. Чинний від 01.02.2002. М. : Изд-во стандартов, 1991. 10 с. (Межгосударственный стандарт).

2. ГОСТ 13496.8-72. Комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений. Чинний від 04.04.2011. М. : Стандартинформ, 2011. 4 с. (Межгосударственный стандарт).

3. ДСТУ 4120-2002. Комбікорми повнораціонні для сільськогосподарської птиці. Технічні умови. Чинний від 01.04.2003. К. : Держспоживстандарт України, 2003. 16 с. (Національний стандарт України).

4. ДСТУ2591-1:2004. Ситовий аналіз.Частина 1. Методи з використанням контрольних сит з дротяної тканини і перфорованих металевих листів. Чинний від 01.07.2004. К. : Держспоживстандарт України, 2004. 24 с. (Національний стандарт України).

Бойко А. І., Федченко З. А. Дослідження динаміки зміни форми отворів серійних сепаруючих решіт // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Технічні системи і технології тваринництва» «Технічний сервіс машин для рослинництва». — Харків, 2017. Вип. 181. — С. 37 – 43.

26. М.В.Семененко, к.т.н., доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДО ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМ РЕЦИКЛІНГОМ

В агропромисловому комплексі утилізація сільськогосподарської техніки, рециклінг відходів її компонентів, а також органічних відходів рослинництва і тваринництва набуває одне з першорядних значень як джерело отримання вторинних ресурсів та енергоресурсів для потреб сільського господарства.

Управління потоками в системі сільськогосподарського рециклінгу має наступні за ієрархією пріоритети:

1) мінімізація у джерела, тобто запобігання утворенню відходів;
2) повторне використання;
3) переробка в сировину та продукцію;
4) компостування;
5) спалення або захоронення з отримання енергії;
6) захоронення без отримання енергії;
7) спалення без отримання енергії.

У відповідності з важливістю пріоритетів застосовуються стратегічні, тактичні, оперативні управлінські рішення.

Стратегічне управління системою сільгоспреціклінгу необхідно базувати на науковому підході - теорії управління організаційними системами. Об'єктом досліджень цієї теорії є організаційні системи агропромислового комплексу, предметом досліджень - механізми управління, а основним методом дослідження - математичне моделювання. Система сільгоспреціклінгу задається перерахуванням її складу, структури, функцій, а також інтересів та інших необхідних параметрів.

Тактика в рамках систем сільгоспреціклінгу розуміється як управління процесом переходу зі стану «як є» в стан «як повинно бути», що задається на рівні стратегічного управління шляхом реалізації відповідних заходів, тривалість яких не повинна перевищувати 1-3 роки.

При тактичному управлінні потоками відходів сільськогосподарської техніки та обладнання виникають три групи системних задач:

1) визначення взаємовідносин керуючої компанії із зовнішнім середовищем і об'єктом управління, і формування закону керування;
2) алгоритмізація закону і розробка функціональної структури управління;
3) вибір технічних засобів для побудови системотехнічних зв'язків.

На території регіональних утворень повинні реалізовуватися принципи оперативного управління потоками сільгоспрециклінгу у реальному часі, які полягають у створенні умов для збору, накопичення відходів відповідно до екологічних та санітарних вимог на первинних майданчиках і своєчасного їх вивезення на пункти збору та утилізації.

Таким чином кожний потік в системі сільгоспрециклінгу повинен мати власний локальний метод управління, який забезпечує максимальну результативність.

Література

1. Семененко М.В. Автомобілізація та довкілля [Текст] / М. В. Семененко. – К.: НУБіП, 2018. – 805 с.

27. О.В. Бригас, к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

СПОСОБИ УТИЛІЗАЦІЇ КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ ТА ЇХНІ НЕДОЛІКИ

Останнім часом на території України динамічно розвивається виробництво продукції птахівництва [1]. Частка продукції птахівництва становить близько 40–60% від загального виробництва продукції тваринництва. За нинішніх темпів розвитку птахівництва, ця галузь тваринництва може стати основним джерелом великого скупчення відходів на обмеженій території, що представляє собою низку проблем з їх утилізацією та погіршує екологічний стан довкілля.

Рис. 1. Розвиток птахівництва в Україні

Найбільш поширені способи обробки, утилізації та їхні недоліки представлені нижче:

– вивіз на поля [2] посліду без переробки – сильно окислює ґрунт, пригноблює мікроорганізми і гумус, порушуючи природну екосистему біоценозу до того ж містить насіння бур'янів, збудників інфекцій;

– компостування [3,6] – в результаті змішування посліду із торфом, утворюється біогумус високої якості, але цей процес займає також тривалий час;

– переробка на корм [7] – висушений курячий послід використовується як кормова добавка для великої рогатої худоби, але залишається ризик епідемій таких, як пташиний грип, туберкульоз та інші;

– виготовлення з пташиного посліду палива та одержання газу в біореакторах [4,5], але після того, як матеріал відпрацює, його теж потрібно утилізувати;

– переробка посліду на гранульовані органічні чи органо-мінеральні добрива.

При цьому слід відзначити переваги органічних добрив з курячого посліду:

– в дозованій кількості вони містять необхідні елементи для живлення рослин;

– органічні сполуки посліду, в результаті діяльності мікроорганізмів, перетворюються на легкодоступну для рослин форму з додатковим накопиченням азоту, тому вони здатні засвоюватися рослинами навіть з повітря;

– на відмінну від мінеральних добрив велика частина азоту і фосфору знаходиться в органічній формі, що дає можливість (фосфору) не закріплюватися у ґрунті у вигляді фосфатів заліза, алюмінію або кальцію, а по мірі мінералізації органічної речовини засвоюватись рослинами;

– в дозованих пропорціях органічні добрива відновлюють мікрофлору і організми в ґрунті та підвищують його родючість.

Проаналізувавши способи утилізації курячого посліду, недоліки та переваги [8] органічних добрив порівняно з мінеральними, було прийнято рішення зайнятися питанням по підготовці матеріалу на основі курячого посліду для подальшого використання в якості органічного добрива шляхом розробки експериментально-лабораторної установки для оцінки ефективності сушіння курячого посліду з використанням теплового потоку викидного повітря з пташника для мінімізації затрат на енергоресурси та теплоносії, які необхідні для сушіння курячого посліду, що призводить до зменшення собівартості виробництва добрив.

Список використаних джерел

1. Державна служба статистики України [Електронный ресурс] Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua.
2. Розкидати гній – отримати високий урожай [Електронный ресурс] Режим доступу: www.propozitsiya.com/ua/rozkidati-gniy-otrimati-visokiy-urozhay
3. Анализ существующих способов переработки и использования куриного помета [Електронный ресурс] // Режим доступу: www.cbtechnology.ru/left1-sposob.php
4. Технология ускоренной переработки органических отходов [Електронный ресурс] Режим доступу: www.AgroCompost.ru.
5. Ляшенко О.О. Технологія прискореного біотермічного компостування гною з органічними вологопоглинальними відходами АПК: рекомендації / О.О. Ляшенко, Г.Є. Мовсесов; Інститут механізації тваринництва УААН. – Запоріжжя: ІМТ УААН, 2007. – 32с.
6. Кисиль Н., Тер-Саркисян Э. Способы переработки помета // Птицеводство. – 2007. - №8. – С. 48-50.
7. Чорнобаївська птахофабрика шукає варіанти переробки курячого посліду [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.agrotimes.net/rastenievodstvo/chornobayivska-ptahofabrika-shukae-varianti-pererobki-kuryachogo-poslidu
8. Влияние органо-минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и повышение плодородия почвы. – Перспективные технологии и новые разработки. [Електронный ресурс] Режим доступу: www.sibpatent.ru/default.asp.

28. Б.В. Ємець, к.т.н, Р.О. Швайка, Житомирський національний агроекологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ШВИДКОСТІ АВТОМОБІЛІВ У РОСЛИННИЦТВІ З ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ «ГЛОБУС»

Система моніторингу «Глобус» - технічне рішення для онлайн моніторингу транспорту й контролю палива, в тому числі у рослинництві. Система побудована на використанні технології GPS/GPRS і має у своєму складі необхідний набір технічних і програмних засобів та дозволяє підключати широкий спектр додаткового обладнання [1]. Мета цього дослідження – експериментальне визначення середньої швидкості автомобілів у рослинництві з допомогою системи моніторингу «Глобус». Об’єктом дослідження послужила методика експериментального визначення середньої швидкості автомобіля-зерновоза Renault Premium 420(рис. 1) з допомогою системи моніторингу «Глобус».

Система контролю транспорту «Глобус» – це програмно-апаратний комплекс, який складається з GPS-трекера, датчиків і керованих пристроїв, програмного забезпечення трекера та інтерфейсу спілкування з клієнтом. Така система дозволяє: визначати місця розташування об'єкта в реальному часі;мати відображення маршруту руху на географічній карті;визначати параметри пробігу автомобіля (середня швидкість, час в

наряді, тощо) з високою точністю;визначати час, місце та тривалість зупинок;видавати статистику характеристик руху: швидкість, час у дорозі, час простою, і т.п (приклад скріншоту системи показано на рис. 2).

Рис. 1. Загальний вигляд автомобіля Renault Premium 420

Під час польових випробувань визначалася середня швидкість автомобіля RenaultPremium 420 відповідно до ГОСТ 22576-90 [2]. У загальних вимогах цього ГОСТ до об'єкта випробувань визначені технічний стан автомобіля та його агрегатів, а також маса автомобіля (повна маса). Завантаження автомобіля до повної маси здійснювалося мішками з піском. Зважування автомобіля після його завантаження (водій та оператор) здійснювалося за методикою ОСТ 37.001.408 на автомобільних вагах середнього класу точності з найбільшою межею зважування 50 т по ГОСТ 14004.

Дорожні випробування автомобіля проводилися на рівній горизонтальній ділянці. Випробувальна дільниця дороги довжиною 4 км відповідала вимогам названого ГОСТ: поздовжній ухил – в середньому 0,11 %, ширина - 15 м, довжина - 4000 м.

Середня швидкість руху визначалася при розгоні автомобіля за межами дільниці дороги і русі на прямій передачі при проходженні мірного відрізка дороги (1 км) у двох напрямках. Кількість заїздів у цьому досліді, як і у всіх інших, складала три. При заїздах автомобіля фіксувався час проходження мірного відрізка. Якщо відхилення у часі проходження цього відрізка за результатами шести вимірювань перевищувало 3%, таке випробування бракувалося і здійснювався додатковий заїзд.

У табл. 1 наведені результати випробувань автомобіля Renault Premium 420. Як видно із цієї таблиці похибка у визначенні середньої швидкості руху автомобіля не перевищує 3%. Зменшити цю похибку можна за рахунок більш точного визначення коефіцієнта обтічності та коефіцієнта опору коченню коліс автомобіля при розрахункових дослідженнях [3].

Для даного випадку відносну похибка ε можна записати [4]:

(1)

Для прикладу, при вимірюванні максимальної швидкості відносна похибка ε рівна:

Таблиця 1

Дані експериментального встановлення середньої швидкості (км/год) автомобіля Renault Premium 420

Тип дороги \Показники	$<x>$	$\Delta_{<x>}$	ε
З вдосконаленим покриттям	52,3	0,88	1,68
З твердим покриттям	35,9	0,40	1,11
Польові	14,2	0,29	2,04

В табл. 1: <*x*> - середнє значення результатів вимірювання; Δ_n - довірча межа похибки вимірювання; ε–відносна похибка результатів вимірювання.

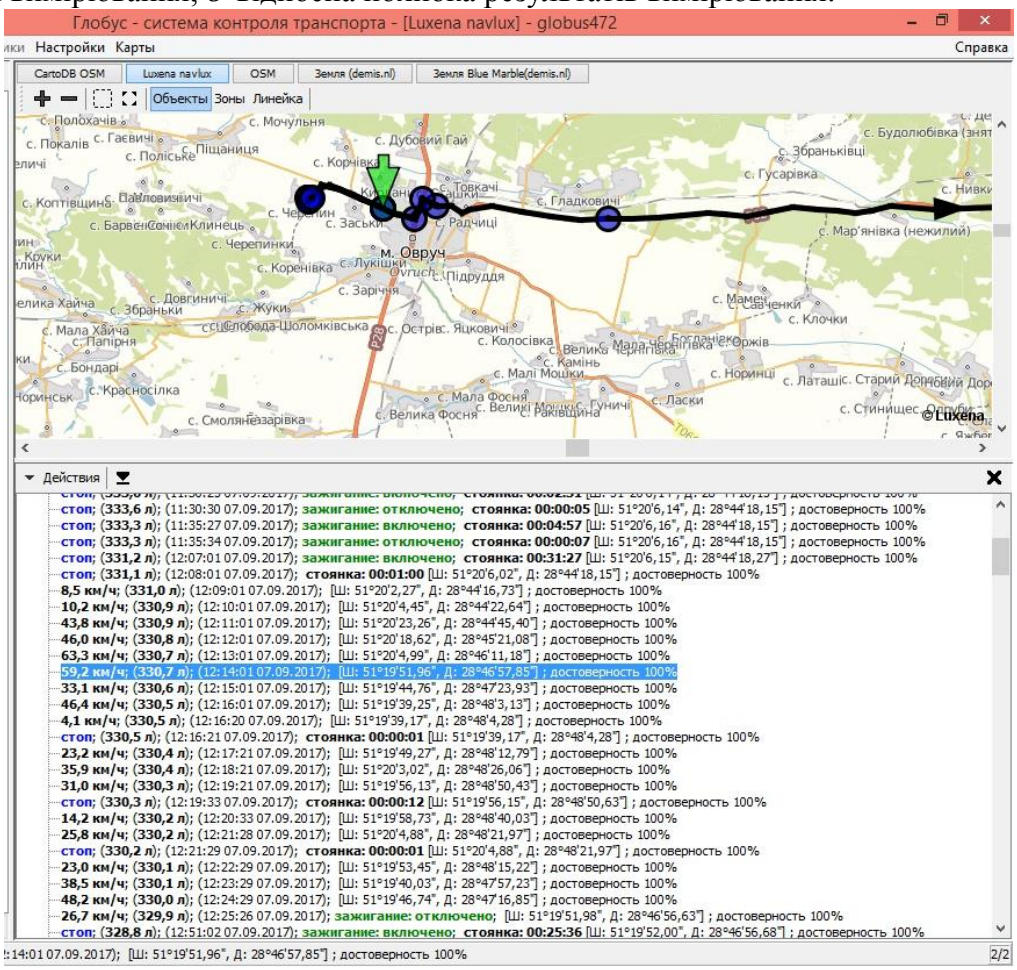


Рис. 2. Приклад скріншоту системи «Глобус» дослідження показників рухуавтомобіля Renault Premium 420

Висновки

1. В даному дослідженні представлено попередні дані експериментального визначення середньої швидкості автомобілів у рослинництві з допомогою системи моніторингу «Глобус».

2. Система контролю транспорту «Глобус» – це програмно-апаратний комплекс, який дозволяє: визначати місця розташування об'єкта в реальному часі;мати відображення маршруту руху на географічній карті;визначати параметри пробігу автомобіля (середня швидкість, час в наряді, тощо) з високою точністю;визначати час, місце та тривалість зупинок;видавати статистику характеристик руху: швидкість, час у дорозі, час простою, і т.п.

3. Похибка у визначенні середньої швидкості руху автомобіля не перевищує 3%. Зменшити цю похибку можна за рахунок більш точного визначення коефіцієнта обтічності та коефіцієнта опору коченню коліс автомобіля.

4. Дане дослідження попередньо доводить ефективність експериментального визначення середньої швидкості автомобілів у рослинництві з допомогою системи моніторингу «Глобус» з достатньою точністю, але остаточний висновок може бути прийнятий, в перспективі, на основі багатофакторних аналітичних та експериментальних досліджень.

Література

1. Кулагин А.С. Всем по навигатору! / А.С. Кулагин // За рулем. – 2010. - №6. – С 48-51.
2. ГОСТ 22576 – 90. Автотранспортные средства. Скоростные свойства. Методы испытаний. – М.: Гос. Стандарт, 1990. – 21 с.

3. Автомобілі: тягово-швидкісні властивості та паливна економічність: Навч. посібник / В.П. Сахно, Г.Б. Безбородова, М.М. Маяк, С.М. Шарай. - К.: Арістей, 2003. – 200 с.
4. Ємець Б.В. Експериментальні дослідження показників тягово-швидкісних властивостей вантажних автомобілів сільськогосподарського призначення. «Передові технології виробництва та переробки сільськогосподарської продукції, енергозбереження та забезпечення тепловою та електричними енергіями»: збірник доповідей учасників П'ятої наук.-тех. конференції ЖНАЕУ (м. Житомир, 26 листопада 2015 р) / Б.В. Ємець, Р.В. Пясківський. – Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2015. – С. 82 - 86.

29. М.Л. Заєць, к.т.н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР СОШНИКОМ ДЛЯ ПІДГРУНТОВО-РОЗКИДНОЇ СІВБИ

Технологічний процес сівби зернових культур сошником для підгрунтово-розкидної сівби відбувається в такий спосіб. Насіння, яке подається котушковим висівним апаратом, проходить через насіннєпровід, і потрапляє на розподільник або розкидач насіння. Після контакту з розподільником або розкидачем насіння рівномірно розподіляється по ширині захвату сошника і присипається ґрунтом, що сходить із поверхні наральника сошника.

Рух насіння по насіннєпроводах досить повно викладено в літературі. У роботах Василенка П.М., Шевченка І.А., Гевко Б.М., Кірова А.А., Манчева А.В., Радугіна Н.П., Сисоліна П.В., і ін. розрахунок значення швидкості руху насіння на прямолінійних і криволінійних ділянках насіннєпроводу і на виході із насіннєпроводу.

Для рівномірного розподілу рослин за шириною захвату сошника необхідно, щоб потік насіння, що потрапляє на розподільник, по-перше, був рівномірним по перерізу насіннєпроводу, по-друге, подавався на вершину розподільника. Ці дві умови є необхідними, тому що невиконання цих умов (навіть досить незначне) приводить до істотної нерівномірності розподілу насіння по ширині захвату сошника [1].

Однією з причин, що викликає зміну траєкторію руху зернового потоку всередині насіннєпроводу, є зміна його положення в просторі, виражена у відхиленні насіннєпроводу від вертикального положення, при поступальному русі сівалки. Це призводить до того, що падаючий всередині нього потік насіння зміщується до стінок насіннєпроводу і не потрапляє на вершину розподільника. У результаті цього насіння розподіляється по ширині захвату сошника нерівномірно.

Усунути перераховані недоліки можна шляхом встановлення в розподільниках насіннєнаправляча, який подає насіння спрямованим потоком на розподільник і усуває небажані ефекти зсуву насіння до стінок насіннєпроводу. Обґрунтування основних параметрів циліндричного направляча приведено в роботі [1]. Для зернових культур при нормі висіву 200...220 кг/га рекомендований діаметр направляча дорівнює (D=0,02 м). Аналогічна конструкція застосовується на сошниках агрегату АУП-18.05., де роль направляча грає спеціальна лійка.

З направляча насіння спрямованим рівномірним потоком надходить на розподільник сошника.

Одним зі шляхів забезпечення рівномірного розподілу насіння по площі живлення є вибір і обґрунтування раціональної конструкції розподільника насіння і визначення оптимальних параметрів його установки в безпосередньому взаємозв'язку з параметрами сошника і на основі обліку всього комплексу факторів, що впливають на якість розподілу насіння. Основним недоліком існуючих розподільників насіння є недостатня дальність розсіву насіння по ширині захвату сошника. Для забезпечення необхідної дальності розподілу насіння пропонується використовувати розподільник з криволінійною твірною

і поверхнею, яка встановлена під кутом до горизонту розрахункова схема якого представлена рис. 1. [2]

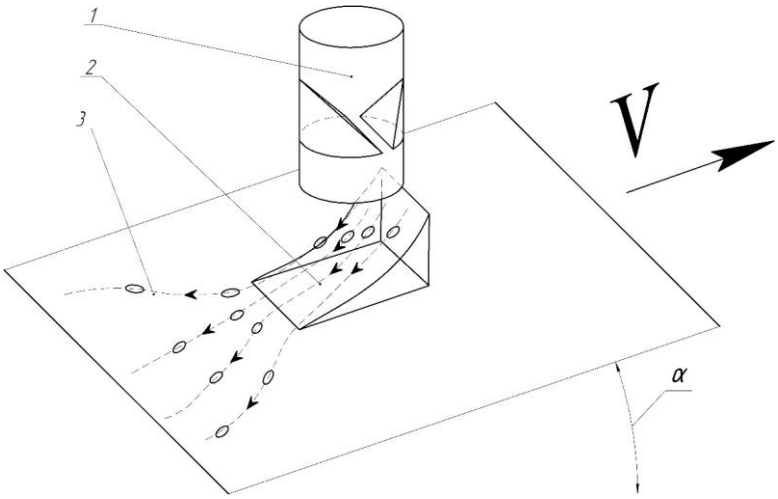
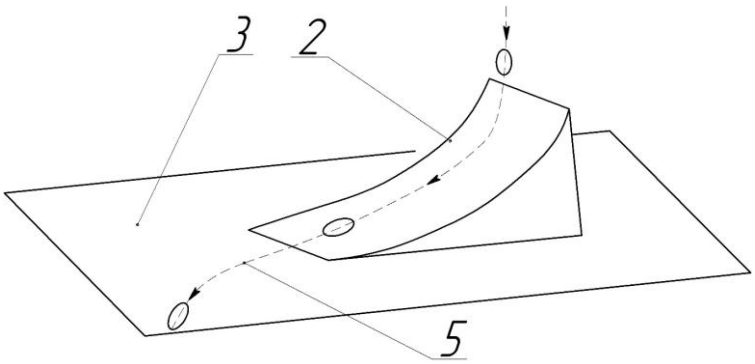


Рис.1. Розрахункова схема технологічного процесу розподілу насіння: 1-направляч; 2-розподільник; 3-похила ділянка

Для забезпечення більш рівномірного розподілу насіння у середині смуги, розподільник зміщений відносно осі направляча вперед, по ходу руху сошника, на величину ексцентриситету. Насіння, яке потрапило відразу з направляча в середину похилої ділянки за рахунок відбивання від неї і верхнього ґрунтозахисного щитка 4 (рис.2), хаотично розподіляється в середині смуги, яка засівається сошником [3].



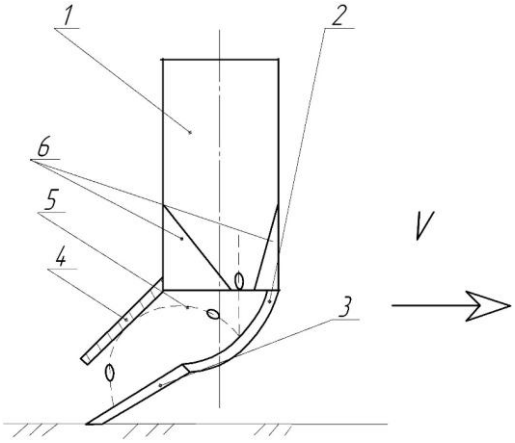


Рис. 2. Схема взаємодії насіння з комбінованим розподільником: 1-насіннєпровід; 2 - розподільник; 3 - похила ділянка; 4 - верхній ґрунтозахисний щиток; 5 - траєкторії руху насіння; 6 – направляч.

При аналітичному описі процесу руху насіння були зроблені наступні припущення: оскільки в насіннєпроводі і далі в направлячі насіння орієнтуються приблизно в одному напрямку і при контакті з поверхнями комбінованого розподільника велика частина насіння поводиться однаково, насінини розглядаються як матеріальні точки. При надходженні насіння на криволінійну поверхню розподільника частина з них у результаті відскоку рухається по траєкторіях відбивання, інша частина сковзає по поверхні розподільника. Найбільшою швидкістю руху і відповідно великим запасом кінетичної енергії необхідної для розподілу на велику відстань, мають насінини, що рухаються з ковзанням, без відбивання від поверхні розподільника. Тому при теоретичному описі руху насіння по поверхні комбінованого розподільника прийнятий до розгляду процес руху таких насінин. [4].

Список використаних джерел

1. Киров А.А. Обоснование процесса равномерного распределения семян по площади поля и параметров распределителя сошника для подпочвенно -разбросного посева: Дис.канд. техн. наук. - Кинель, 1984. - 218с.
2. Заєць М. Л. Розробка експериментального сошника для підгрунтово-розкидної сівби зернових колосових культур / М. Л. Заєць // Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь : зб. тез III Всеукр. наук.-практ. конф., 29–30 берез. 2017 р. – Житомир : ЖАТК, 2017. – С. 164–166.
3. Заєць М. Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння на похилу ділянку розподільника сошника для підґрунтово-розкидного способу сівби / М. Л. Заєць, С. В. Міненко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України / ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого». – 2012. – Вип. 16 (30), кн. 1. – С. 334–342.
4. Заєць М. Л. Теоретичне обґрунтування параметрів розподільника насіння сошника для підґрунтово-розкидного способу сівби / М. Л. Заєць // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – 2016. – Вип. 46. – С. 37–44.

30. М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ГІДРОРЕАКТИВНОГО ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

При виробництві дизельного біопалива одним із вагомих етапів є процес естерифікації рослинної олії та метилату калію в метиловий ефір та гліцериновий осад. Для забезпечення проходження реакції, суміш рослинної олії та метилату калію можна перемішувати за допомогою гідродинамічної кавітації, механічної та гідрореактивної мішалки. Останнім часом, все більшого використання набуває гідрореактивне перемішування, завдяки своїм особливостям приводити в рух гідрореактивну мішалку, за рахунок перекачування емульсії. Однак питання розробки розрахунку обладнання для виробництва дизельного біопалива остається відкритим.

Таким чином, виникає принципова необхідність розробити порядок розрахунку гідрореактивного змішувача для виробництві дизельного біопалива.

Порядок розрахунку обладнання гідрореактивного змішувача для виробництва дизельного біопалива приведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Порядок розрахунку обладнання для виробництва дизельного біопалива

Показники	Позначення, формула	Значення за розрахунком
Технологічні параметри:		
Маса олії, кг	M_O	32,1
Густина рослинної олії, кг/м^3	ρ_O	917
Об'єм рослинної олії, м^3	$V_O = M_O/\rho_O$	0,04
Норма витрати метилату калію, кг/м^3	H_{MK}	143

Необхідна маса метилату калію, кг	$M_{МК} = V_O/H_{МК}$	5,01
Густина метилату калію, кг/м^3	$\rho_{МК}$	792
Необхідний об'єм метилату калію, м^3	$V_{МК} = M_{МК}/\rho_{МК}$	0,01
Коефіцієнт запасу об'єму реактора, відн. од.	$K_З$	1,1
Об'єм реактора, м^3	$V_P = K_З (V_O+V_{МК})$	0,05
Коефіцієнт виходу дизельного біопалива, %	$K_{ДБП}$	98,8
Об'єм дизельного біопалива, м^3	$V_{ДБП} = V_O K_{ДБП}/100$	0,04
Об'єм гліцеринового осаду, м^3	$V_{ГО}=(V_O+ V_{МК}) – V_{ДБП}$	0,01
Температура процесу естерифікації, ˚С	T	5
Конструкційні параметри:		
Довжина реактора, м	L_P	0,8
Ширина реактора, м	B_P	0,8
Площа реактора, м^2	$S_P = L_P B_P$	0,64
Висота реактора, м	$H_P = V_P/S_P$	0,07
Висота дизельного біопалива, м	$H_{ДБП} = V_O/S_P\ K_{ДБП} /100$	0,05
Висота гліцеринового осаду, м	$H_{ГО} = H_P – H_{ДБП}$	0,02
Коефіцієнт запасу висоти гідрореактивної мішалки, відн. од.	$H_{ЗГМ}$	1,2
Висота гідромішалки, м	$H_{ГМ} = (H_{ГО}+H_{ДБП})/H_{ЗГМ}$	0,06
Діаметр форсунок, мм	$ø$	2,0
Кількість ярусів гідрореактивної мішалки, шт.	$N_{ЯР}$	3
Кількість форсунок на ярусі, шт.	$N_{ФЯР}$	4
Кількість форсунок, шт.	$N_Ф = N_{ЯР}N_{ФЯР}$	12
Кількість лопаток на ярусі, шт.	$N_{ЛЯР}$	4
Кількість лопаток, шт.	$N_Л = N_{ЯР}N_{ЛЯР}$	12
Укорочення лопаток, м: довшої коротшої	 $K_{ЗДЛ}$ $K_{ЗКЛ}$	 0,05 0,09
Довжина ширшої лопатки, м	$L_{ДЛ} = L_P/2 – K_{ЗДЛ}$	0,35
Довжина коротшої лопатки, м	$L_{КЛ} = L_P/2 – K_{ЗКЛ}$	0,31
Кількість довгих лопаток, шт.	$N_{ДЛ}$	4
Кількість коротких лопаток, шт.	$N_{КЛ}$	8
Кут нахилу лопаток, град.	α	60
Частота обертання гідрореактивної мішалки, об./хв.	$N_{ГР}$	45,6
Робочий об'єм насоса, см^3	V_H	10
Робочий тиск, МПа	p_H	0,41
Продуктивність насоса, л./хв.	Q_H	7
Енергетичні параметри:		
ККД насоса	$ККД_H$	0,92
Споживана потужність насоса, Вт	$P_H = p_H\ 1000000\ Q_H /(1000\ 60\ ККД_H)$	51,36
Коефіцієнт запасу двигуна	$K_{ЗДВ}$	1,07
ККД двигуна	$ККД_Д$	0,84
Коефіцієнт потужності двигуна	$cos\varphi$	0,84
Споживана потужність двигуна, Вт	$P_{ДВ} = P_H\ K_{ЗДВ}/(ККД_Д cos\varphi)$	77,88
Час роботи, год.	τ	0,83
Питома енергомісткість, кВт год./м^3	$E = P_{ДВ}\tau/(V_P\ 1000)$	1,42

Отже, запропонований розрахунок обладнання для виробництва дизельного біопалива дає можливість визначення конструктивних параметрів обладнання будь-якої потужності.

31. М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України м. Київ

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ЯК СИРОВИННОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

При виробництві рослинної олії на олійно-жирових заводах накопичується зерновий ворох у обсягах до 7 % в зерні соняшнику від маси зерна олійних культур згідно ДСТУ 4694:2006, до 3% в насінні ріпаку згідно ДСТУ 4966:2008 та до 3% в зерні сої згідно ДСТУ 4964:2008. Відтискання рослинної олії із зернового вороху не передбачається технологічним процесом отримання олійної продукції, адже кінцевий продукт не відповідає нормативним вимогам і не може бути реалізований як харчова олія. У той же час така олія може бути сировиною для виробництва дизельного біопалива. Вихід олійної маси із зернового вороху становить від 15 до 20 %, а вихід олій після відстоювання становить від 50 до 60 %. Результати розрахунку потенціалу виробництва дизельного біопалива із олії отриманої із зернового вороху наведені в (табл. 1).

Таблиця 1. Потенціал виробництва дизельного біопалива із олії отриманої із зернового вороху

Олійна культура	Валове виробництво, тис. т	Вихід						Обсяги виробництва ДБП
		зернового вороху		олійної маси		олії		
		%	тис. т	%	тис. т	%	тис. т	тис. т
Соняшник	11181,1	7	782,7	20	156,5	60	93,9	79,8
Соя	3930,6	3	117,9	20	23,6	60	14,2	12,0
Ріпак	1737,6	3	52,1	20	10,4	60	6,3	5,3
Всього	16849,3		952,7		190,5		114,3	97,2

Як показали розрахунки, виробництво дизельного біопалива (ДБП) із зернового вороху може замістити потреби у дизельному паливі, яке використовується в аграрному виробництві на 6-7%.

За допомогою експериментальних досліджень було встановлено кількісний вихід та якісні показники дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху (табл. 2).

Таблиця2. Кількісний та якісний вихід дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху

Кількість рослинної олії, мл	1600
Вихід дизельного біопалива, %	85,6
Кінематична в'язкість дизельного біопалива, мм^2/с	4,25
Температура спалаху дизельного біопалива, ˚С	125
Нижча теплота згорання дизельного біопалива, МДж/кг	36,96

Як видно із таблиці, вихід дизельного біопалива становив 85,6 %, його кінематична в’язкість становила 4,25 мм^2/с, а температура спалаху 125 ˚С, що відповідає

вимогам ДСТУ 6081:2009. Нижча теплота згорання отриманого дизельного біопалива знаходилася на рівні 36,96 МДж/кг.

Результати досліджень властивостей отриманого дизельного біопалива приведено на рис. 1 та 2.

Рис. 1. Залежність кінематичної в'язкості дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового ворохувід концентрації метилату калію

Рис. 2. Залежність температури спалаху дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху від часу відстоювання

Аналіз впливу концентрації метилату калію на кінематичну в’язкість дизельного біопалива показав (рис. 2), що для отримання нормативних значень кінематичної в’язкості дизельного біопалива необхідно додавати не менше 16 мл метилату калію на 100 мл рослинної олії. Найменша кінематична в’язкість 4,21 мм^2/с була досягнута при концентрації метилату калію 20 мл на 100 мл рослинної олії.

Зі збільшенням часу відстоювання температура спалаху дизельного біопалива збільшується (рис. 3) за рахунок вивільнення надлишкового метилового спирту. Нормативна температура спалаху дизельного біопалива досягалася при 400 годинах відстоювання з вільним доступом повітря і становила 120˚С.

Отже, що кількісний вихід дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху становить 85,6%. Кінематична в’язкість такого дизельного біопалива становить 4,25 мм^2/с, температура спалаху 125˚С, а нижча теплота згорання 36,96 МДж/кг. Таким чином, виробництво дизельного біопалива виробленого із олії отриманої із зернового вороху може замістити потреби у дизельному паливі на 6-7 % від загальної кількості споживання дизельного палива в аграрному виробництві.

32. М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА З ТЕХНІЧНОЇ ОЛІЇ

При виробництві рослинної олії на олійно-жирових заводах накопичується технічна олія у обсягах до 10 %, середня вартість якої становить 8 грн/кг. Як показали розрахунки, вироблене дизельного біопаливо із технічної олії буде становити 13,5 грн/л.

За допомогою експериментальних досліджень було встановлено кількісний вихід та якісні показники дизельного біопалива виробленого із технічної олії (табл. 1).

Таблиця 1. Кількісний та якісний вихід дизельного біопалива виробленого із технічної олії

Кількість рослинної олії, мл	200
Вихід дизельного біопалива, %	97,5
Кінематична в'язкість дизельного біопалива, мм^2/с	4,55
Температура спалаху дизельного біопалива, ˚С	121

Як видно із таблиці, вихід дизельного біопалива становив 97,5 %, його кінематична в’язкість становила 4,55 мм^2/с, а температура спалаху 121 ˚С, що відповідає вимогам ДСТУ 6081:2009.

Для порівняння, нами було проведено експериментальні дослідження залежності кінематичної в’язкості отриманого дизельного біопалива із різних олій від температури нагріву (табл. 2).

Таблиця 2. Результати вимірювань залежності температури нагріву на кінематичну в’язкість отриманого дизельного біопалива із різних олій

Температура, °С	Дизельне біопаливо з ріпаку	Дизельне біопаливо з соняшнику	Дизельне біопаливо з сої	Дизельне біопаливо з міксу технічного
20	8,33	7,85	7,34	7,37
40	5,17	4,94	4,43	4,55
60	3,49	3,40	3,04	3,16
80	2,60	2,52	2,28	2,31
95	2,15	2,15	1,95	1,93

Результати досліджень впливу температури нагріву на кінематичну в’язкість отриманого дизельного біопалива із технічної олії приведено на рис. 1.

Аналіз впливу температури нагріву на кінематичну в’язкість отриманого дизельного біопалива показав (рис. 2), що нормативне значення кінематичної в’язкості дизельного біопалива досягається при температурі нагріву понад 40 ˚С., а саме дизельне біопаливо отримане із технічної олії знаходиться в межах норми при 40 ˚С, а дизельне біопаливо вироблене із ріпакової олії досягає нормативного значення при температурі нагріву 43-44 ˚С.

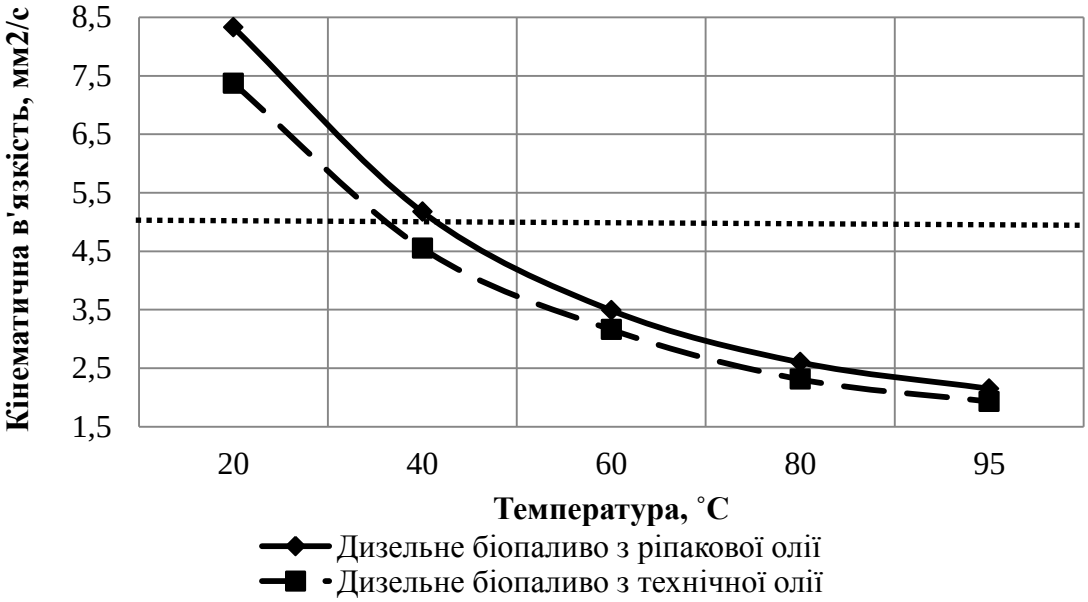


Рис. 1. Залежність кінематичної в'язкості дизельного біопалива виробленого із технічної олії від температури нагріву

Отже, кількісний вихід дизельного біопалива виробленого із технічної олії становить 97,5%. Кінематична в'язкість такого дизельного біопалива становить 4,55 мм^2/с, температура спалаху 121˚С. Таким чином, виробництво дизельного біопалива виробленого із технічної олії має потужний сировинний потенціал і частково може замістити потреби у дизельному паливі в аграрному виробництві.

33. М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОРЕАКТИВНОГО ЗМІШУВАЧА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

При виробництві дизельного біопалива одним із вагомих етапів є процес естерифікації рослинної олії та метилату калію в метиловий ефір та гліцериновий осад. Для забезпечення проходження реакції, суміш рослинної олії та метилату калію можна перемішувати за допомогою гідродинамічної кавітації, механічної та гідрореактивної мішалки. Останнім часом, все більшого використання набуває гідрореактивне перемішування, завдяки своїм особливостям приводити в рух гідрореактивну мішалку, за рахунок перекачування емульсії.

Удосконаленням обладнання та технологічних ліній для виробництва дизельного біопалива з використанням гідрореактивного та гідродинамічного перемішування займалися: Барановський М.М., Трегуб М.І, Чуба В.В. які запропонували використовувати в обладнанні для виробництва дизельного біопалива гідрокавітаційну камеру для підвищення якості перемішування рослинної олії та метилату калію; Сухенко Ю.Г., Муштрук М.М., які експериментально дослідили використання гідродинамічної кавітації при виробництві дизельного біопалива на основі тваринних жирів; Умінський С., який розробив гідродинамічне обладнання для отримання дизельного біопалива в умовах агропромислового виробництва. Розроблено такожобладнання для виробництва дизельного біопалива, з використанням гідрореактивної мішалки в процесі естерифікації.

Однак, питання визначення питомої енергомісткості та якості в залежності від параметрів обладнання для виробництва дизельного біопалива на основі гідрореактивного перемішування залишається недослідженим.

Отже, дослідження гідрореактивного змішувача при виробництві дизельного біопалива є актуальним питанням.

Для отримання дизельного біопалива (за агропромисловою технологією виробництва рис. 1) необхідно рослинну олію змішати з метилатом калію (провести процес естерифікації), упродовж певного часу змішана суміш розділяється на метиловий ефір та гліцериновий осад.

Рис. 1. Експериментальна установка для виробництва дизельного біопалива з вимірювальним обладнанням

Метиловий ефір відстоюють впродовж певного часу і видаляють отриманий гелеподібний осад, після чого отримане дизельне біопаливо перекачують в ємність для зберігання.

Для проведення випробувань було розроблено експериментальну установку, яка приведена на рис. 2. До її складових входять: реактор для естерифікації рослинної олії з гідрореактивною мішалкою та гідростанцією, тахометр UT-372, прилад, що аналізує параметри споживання електроенергії та частотний перетворювач Hitachi 3G3JX-A4075-EF.

Для проведення випробувань використовувались ріпакова олія, яка в кількості 45 л закачувалась за допомогою гідравлічного насосу НШ-10 до реактора для естерифікації. Під час перемішування гідравлічний насос забезпечував подачу олії в гідрореактивну мішалку та її випорскування через отвори в форсунках, як розміщені на штангах мішалки, в загальний об'єм олії.

Рис. 2. Експериментальна установка для виробництва дизельного біопалива з використанням гідрореактивного перемішування

Під час проведення випробувань змінювалися: діаметр форсунок на штангах гідрореактивної мішалки від 1,5 до 2,5 мм; кут нахилу лопаток від 30 до 90 °С; частота обертання двигуна від 700 до 1400 об./хв. Результати вимірюваних показників фіксувалися для визначення раціональних параметрів процесу естерифікації ріпакової олії.

Таким чином, отримані результати якісних показників свідчать про те, розроблене обладнання дозволяє отримати метиловий ефір відповідає ГОСТ 6081. Запропонований розрахунок обладнання для виробництва дизельного біопалива дає можливість визначення конструктивних параметрів обладнання будь-якої потужності.

34. М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОТУЖНОСТІ НАСОСА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА ВІД КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО ЗМІШУВАЧА

При виробництві дизельного біопалива одним із ключових моментів є забезпечення повного проходження процесу естерифікації, адже від цього залежить якість отриманого продукту. На проходження процесу естерифікації впливають правильно підібрані хімічні компоненти, температурний режим, час проведення процесу та вид перемішування. Враховуючи те, що в процесі естерифікації відбувається змішування двох

різних за своєю густиною речовин (рослинної олії та метилату калію) правильно підібраний вид перемішування забезпечує повноту проходження самого процесу. Для виробництва дизельного біопалива використовують механічне гідродинамічне та гідрореактивне перемішування. Завдяки своїм особливостям, гідрореактивне перемішування при виробництві дизельного біопалива набуває все більшого поширення. Особливої уваги заслуговує використання при цьому дискового змішувача.

Однак, питання визначення споживаної потужності в залежності від параметрів обладнання для виробництва дизельного біопалива на основі гідрореактивного перемішування з використанням дискового змішувача залишається недослідженим.

Дослідження впливу технологічних параметрів на споживану потужність насоса в обладнанні для виробництва дизельного біопалива з гідрореактивним перемішуванням та використанням дискового змішувача проводилося в лабораторних умовах з використанням шестерінчастого насосу для перекачування емульсії.

За результатами експерименту отримали математичну модель – рівняння регресії у вигляді поліному другого порядку, яке у розкодованій формі має вигляд:

$$P = 347{,}8221 + 0{,}4456 n_D - 107{,}7907 d + 0{,}0007 n_D^2 + 18{,}1199 d^2 - 0{,}0958 n_D d$$

Аналіз взаємного впливу частоти обертання насоса та зазору між дисками форсунки на споживану потужність насоса при використанні дискового змішувачапоказав (рис. 1), що зі збільшенням зазору між дисками форсунки та зменшенням частоти обертання насоса споживана потужність дискового змішувача зменшується за рахунок зменшення витрат енергії на перемішування та зменшення споживаної потужності електродвигуна через зменшення напору насоса.

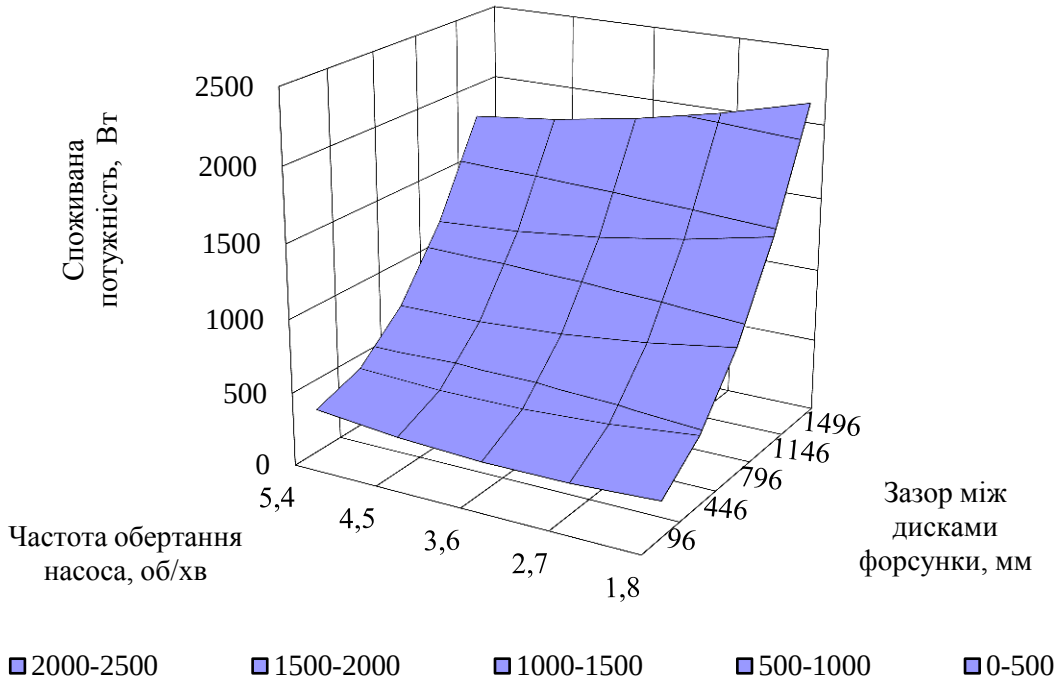


Рис. 1. Залежність споживаної потужності дискового змішувача від зазору між дисками форсунки та частоти обертання насоса

Мінімальна споживана потужність досягається при зазору між дисками форсунки 5,4 мм, частоті обертання насоса 96 об./хв. і становить 210 Вт. Глибина занурення немає значимого впливу на споживану потужність насоса при використанні дискового змішувача.

Таким чином, удосконалення обладнання для виробництва дизельного біопалива з використанням дискових змішувачів повинно рухатись у напрямку зменшення споживаної потужності за рахунок створення нових конструкцій, які дозволять якісно змішати компоненти та будуть мати мінімальний гідравлічний тиск.

35. Д.Ф.Кольга, к.т.н., доцент, С.А.Костюкевич, к. с.-г. н., доцент, Ф.И.Назаров, асистент УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СОСТОЯНИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ КОПЫТ КОРОВ И ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ

Введение

Развитие молочного скотоводства характеризуется ростом производства продукции на основе интенсификации кормопроизводства, улучшение существующих пород, совершенствования технологии и организации производства. С ростом молочной продуктивности, животноводы столкнулись с рядом новых для них проблем. Не надо забывать, что коровы являются основой молочного животноводства, необходимо следить за их здоровьем и благополучием.

Здоровье копыт – одно из основных условий благополучия, здоровья и молочной продуктивности дойных коров. В среднем в хозяйствах меньше четверти животных имеют безупречное здоровье конечностей обоих задних ног.

Копыта коровы растут сами по себе, но на них постоянно воздействуют факторы внешней среды, что влияет на качество и состояние копыт.

Копыта коровы – самое слабое звено в ее здоровье наряду с пищеварением. Коровы даже с незначительной хромотой – страдают от болей, они меньше едят, пьют и лежат. Поэтому они и молока производят меньше и оплодотворяются хуже. В связи с этим очень важно уделять внимание поддержанию копытец коров в здоровом состоянии: при обустройстве помещений, поддержании их в сухости и чистоте, в повседневной работе – кормлении, перегоне, обработке животных [1].

Поддержании копыт в здоровом состоянии позволяет получать более высокие доходы и способствует снижению затрат труда. Комфортные стойла – неотъемлемое условие состояния здоровья копыт. Важной характеристикой является поверхность пола. Она должна быть мягкой, сухой и нескользкой.

Основная часть

Хромота негативно отражается на потреблении сухого вещества, продуктивности и т.д. Проблема с пониманием случаев возникновения хромоты состоит в том, что хозяйства не привыкли уделять ее должного внимания. Вместе с тем определение клинической хромоты у скота вызывает сложности, даже у специалистов. Американские исследователи отмечают, что у клинической хромых коров, снижаются удои молока за четыре месяца до постановки диагноза. Отсюда ранней диагноз можно поставить, определив степень дискомфорта испытываемый коровами до возникновения хромоты. Определение влияния хромоты на продуктивность коров производились в аккредитованной лаборатории кормов и молока ОАО «Унибокс» под руководством сотрудника фирмы к .с. –х. н. доцент Лопотко А.М.

Хромота в 90% случаев начинается на задние конечности, так как на них приходится 70% веса тела. Когда у коровы начинается проблемы с задними конечностями она начинает перебрасывать свой вес на передние ноги, при этом голова наклоняется вперед и спина изгибается - это первый признак хромоты. На ранних стадиях данную проблему можно решить и вылечить эту корову и не потерять ее продуктивность.

Результаты исследований влияния различных форм хромоты на потреблении сухого вещества (ПСВ) и продуктивности приведены в таблице 1. Так же в таблице приведен анализ походки в зависимости от формы развития заболевания.

Таблица 1 – Оценка хромоты с предположительными целями (% стада) [1]

Оценка	Форма развития заболеваний	Форма линии спины	Анализ походки	ПСВ (%)	Удои, (%)	Цель, (%)
1	Нормально	Ровная	Корова стоит и ходит с ровной спиной. Походка красивая	100	100	75
2	Средний уровень хромоты	Ровная/изогнутая	Корова стоит с ровной спиной, но при ходьбе спина изогнута. Походка нормальная.	98	99	15
3	Умеренный уровень хромоты	Изогнутая	Изогнутая спина при ходьбе и когда корова стоит. Корова ходит мелкими шажками	95	97	9
4	Хромота	Изогнутая	Изогнутая спина наблюдается в любом положении, Походка размеренная, один шаг за раз. Корова ступает только на одну ногу.	83	93	0,5
5	Острая хромота	Опора на 3 ноги	Корова показывает неспособность переносить вес на одну или более ног	64	84	0,5

Примечание – В графе «Цель» приводятся допустимые значения для поголовья скота подвергнутых различной форме хромоты.

Ранней диагноз можно поставить, определив степень дискомфорта испытываемый коровами до возникновения хромоты. Для этого каждую неделю нужно отводить не более одного часа для наблюдения за хромотой коров. Во время выхода коров после дойки нужно просто за ними проследить. Для этого необходимо на уровне коровы провести красную линию. У здоровой коровы спина ровная и прямая, если спина животного дугообразно изогнутая и походка отличается от нормы, необходимо принимать меры для ее лечения (рисунок 1).

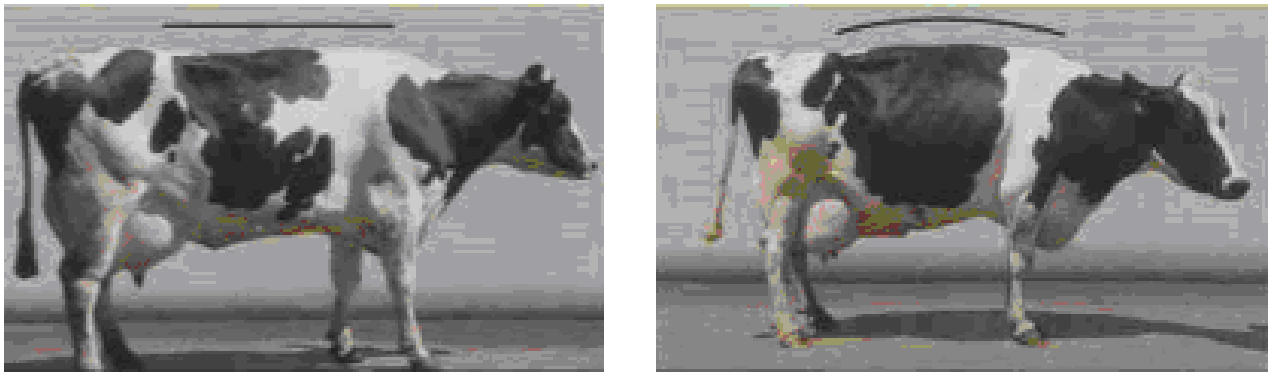


Рис. 1. Двигательная активность коров

Для профилактики случаев хромоты необходимо проводить обработку копыт дойным коровам два - три раз в год, а нетелям – за 4-8 недель до отела. Обработка копыт необходима в первую очередь для того, чтобы равномерно распределять нагрузку при передвижении и стоянии на оба копытца каждой ноги. Равномерно распределить давление на несущие части подошвы. Поэтому почти всегда требуется укоротить зацепную часть копытца, а мякиши – не трогать.

Станок для обработки копыт (рисунок 2) выполняет пять операций по эффективной расчистке и обрезке копыт. Его конструкция полностью соответствует анатомическому строения животного. Абсолютно безопасен для человека и животного. Животное имеет свободный обзор впереди и уверенно входит в станок на противоскользящий резиновый коврик. Станок дает возможность каждому специалисту по расчистке и обрезке копыт работать по своему методу, не важно, работаете ножом или угловой шлифовальной машиной. Все держатели ног максимально используют обусловленную анатомическими строением гибкость животного и устанавливают копыто животного в оптимальное для работы специалиста положение.

Рис. 2. Станок для обрезания копыт

Данные станки изготавливаются в республике на многих районных Агросервисах. Обработка копытами производятся различными дисковыми и шлифовальными ножами, а также профессиональными копытными ножами. При заходе животного в станок мастер при помощи лебедке приподымает корову и фиксирует ногу. Затем из шланга моет водой подбирает необходимый диск и шлифовальной машиной обрабатывает.

Заключение

Для успешной профилактики болезней копыт необходимо: обеспечение животных высококачественными кормами и контроль за надлежащим потреблением; три раза в год необходимо осматривать ноги коров в станке и, при необходимости, расчистить копытца, чтобы придать им правильную форму; -использовать дезинфекционную ванну; поддерживать территорию в сухости и чистоте; в коровнике должно царить спокойствие и иметь достаточно пространства, чтобы коровы могли избежать нежелательных передвижений; организовать работу так, чтобы любую проблему с копытами можно было выявить уже на ранней стадии.

Список использованных источников

1. Тайны молочных рек, практическое пособие том.1: Корма и кормление // под общей редакцией кандидата сельскохозяйственных наук А.М. Лопотко. – Орел ООО «Наша молодежь», ООО «Типография» Новое время, 2015- 526 с.

36. А.В. Китун, д.т.н., професор, Ф.Д. Сапожников, к.т.н., доцент, В.М. Колончук, А.С. Борисенко, студентка, «Белорусский государственный аграрный технический университет»г. Минск, Республика Беларусь

УСЛОВИЯ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СПИРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Как показывает практика, спиральные компрессоры иногда преждевременно выходят из строя из-за некачественного монтажа и нарушения правил эксплуатации. Качество монтажа холодильной установки проявляется в начальный период эксплуатации. Внешние диагностические признаки отказов спиральных компрессоров в процессе эксплуатации – отсутствие вращения при запуске и металлические звуки и стуки.

Первый вид отказов в период эксплуатации происходит, во-первых, по причине нарушения электропитания (отсутствие одной фазы или перекос фаз, выход из строя магнитных пускателей). Во-вторых, сказываются отказы защитных устройств компрессора (датчика уровня масла, тепловой и токовой защиты, реле контроля фаз, блока управления температурным режимом).

Второй вид отказов спиральных компрессоров вызван нарушениями правил их эксплуатации обслуживающим персоналом. Вал спирального компрессора должен вращаться только в одном направлении. Обратное вращение вала спирального компрессора разрушает спиральный блок и предохранительный клапан, и во время остановки компрессора слышен металлический звук и стук. Основная причина такого повреждения всех марок спиральных компрессоров – влажный ход или залив жидким хладагентом. Если поврежден только внутренний обратный клапан на нагнетании, то отказ устраняется установкой внешнего обратного клапана на линии нагнетания. Перед запуском холодильной установки необходимо проверить направление вращения спиралей, которое определяется по манометрам на нагнетательной и всасывающей стороне. Постоянство разницы давлений свидетельствует об отсутствии нагнетания компрессором. В этом случае следует поменять фазы на электродвигателе.

Спиральные компрессоры чувствительны к загрязнению перекачиваемого газа. На линии всасывания следует использовать фильтры с ячейками минимально допустимого размера. Ячейки должны задерживать такие частицы, которые могут перекрыть отверстие терморегулирующего вентиля. Частицы меньшего размера не смогут причинить ущерба.

Опасные режимы (степень сжатия выше 20) для этих компрессоров вызваны тремя причинами. Первая из них – это слишком “глубокая ” откачка паров перед остановкой (уставка реле низкого давления малая). Вторая причина вызывается тем, что уставка реле высокого давления слишком высока при высокой температуре конденсации. Третья причина – ледяная пробка в терморегулирующем вентиле (из-за влаги в контуре).

Для предупреждения гидравлического удара необходимо, во-первых, установить в систему отделитель жидкости на стороне низкого давления и обратный клапан на линии нагнетания. Во-вторых, следует поставить компрессор в более теплое место или установить подогреватель картера или дополнительный ленточный подогреватель. Подогреватель картера должен быть включен за 12…24 часа до предполагаемого пуска компрессора. Залив и перегрев спирального компрессора зависит, во-первых, от регулировки терморегулирующего вентиля. Во-вторых, значительный залив жидкостью в переходные периоды возможен по двум причинам. Первая причина – это пуск после длительной стоянки в холодном помещении. Вторая причина – это возвращение в режим охлаждения после электрической разморозки. В-третьих, количество пусков/остановок должно быть ограничено 10 циклами в час. Из-за частого включения и коротких периодов работы компрессора происходит вынос масла в систему, что влечет за собой недостаток смазки. Хотя на спирали компрессора требуется подавать мало масла, оно покидает компрессор при пуске. Короткие периоды работы компрессора затрудняют возврат масла в него и, как следствие, вызывают недостаток смазки. Чрезмерный залив хладагента разжижает масло, вызывая выход из строя подшипников недостаточной смазкой.

Заправку холодильного контура хладагентом следует проводить одновременно в контуры высокого и низкого давления. Причина заключается в том, что если края спиралей плотно соприкасаются друг с другом, то быстрое повышение давления всасывания без одновременного увеличения давления со стороны нагнетания усиливает осевой контакт. В результате до момента выравнивания давлений подвижная и неподвижная спирали могут прижиматься торцами, препятствуя вращению.

37. В.В. Михалков«Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь

МОДИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ МАЗ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Основным фактором развития агропромышленного комплекса является внедрение современных технологий производства сельскохозяйственной продукции. Такие технологии могут быть созданы только на базе высокопроизводительных и надежных комплексов машин, обеспечивающих высококачественное выполнение технологических операций при минимальных затратах ресурсов.

Применение автомобилей МАЗ-5516 (сельскохозяйственная модификация) в агропромышленном комплексе позволяет осуществлять транспортировку больших объёмов грузов с высокой скоростью по дорогам с усовершенствованным покрытием и грунтовым. Однако использование этих автомобилей на агрофонах с низкой несущей способностью приводит либо к интенсивному колееобразованию (особенно колёсами переднего моста), либо к существенному недоиспользованию полной грузоподъёмности автомобиля.

Это связано с тем, что автомобили в заводской комплектации оборудованы шоссейными шинами 12.00R20, модели Бел-116, которые не рассчитаны для движения по полям с низкой несущей способностью. Глубокое колееобразование и переуплотнение почв сельскохозяйственных угодий на значительных глубинах нарушает их структуру, затрудняет проведение последующих технологических работ на полях, способствует застою воды, вызывает повышенный расход топлива на передвижение автомобилей. Продуктивность участков полей с переуплотненной почвой значительно снижается. Возрастает опасность водной и ветровой эрозии, которая проявляется в виде размывающих водных потоков от атмосферных осадков и в виде пыльных бурь, происходит деградация почвы [1].

С целью изучения возможности создания сельскохозяйственной модификации автомобиля МАЗ была изучена номенклатура продукции, выпускаемой ОАО «МАЗ» [2]. Установлено, что для решения проблемы проходимости автомобилей МАЗ на грунтах с низкой несущей способностью, наиболее целесообразно использовать в качестве базового, шасси автомобиля модели МАЗ-651705.

Этот автомобиль имеет колесную формулу 6×6, т. е. является полноприводным, на нём в заводской комплектации установлены шины 16.00R20, модели Бел-95, он оборудован системой централизованного регулирования давления воздуха в шинах, его грузоподъемность (как и у автомобиля МАЗ-5516) составляет 19 тонн.

На этот автомобиль МАЗ-651705 при его доработке могут быть так же установлены шины 525/70R21 модели Бел-66А, которые имеют наружный диаметр 1285 мм и ширину профиля 525 мм.

При той же вертикальной нагрузке на шину среднее давление на опорную поверхность у шины модели Бел-95 на 40 % меньше, чем у шины модели Бел-116, а у шины модели Бел-66А – на 68% меньше.

При рассмотрении автомобиля МАЗ-651705 как базового, предлагается несколько вариантов его комплектования шинами [3].

Вариант первый. Использование автомобиля МАЗ-651705 без каких-либо доработок в сравнении с автомобилем МАЗ-5516 приведет к уменьшению среднего давления под колесами переднего моста на 40 %, но вызовет увеличение давления под колесами задних мостов на 30 % (так как МАЗ-651705 имеет одинарные колеса).

Вариант второй. Установка на передний мост автомобиля МАЗ-651705 колес с шинами модели Бел-66А, а на задние мосты – одинарных колес с теми же шинами. Дорожный просвет автомобиля при этом снизится на 29 мм (350 мм у базового

автомобиля). Среднее давление на почву уменьшится на 68 % под колесами переднего моста, а под колесами задних мостов возрастёт на 16 %.

Вариант третий. Оборудование автомобиля МАЗ-651705 колесами с шинами модели Бел-95 на переднем мосту и сдвоенными колесами с такими же шинами на задних мостах. Это снизит среднее давление на почву под всеми колёсами на 40 % в сравнении с автомобилем МАЗ-5516. В этом варианте необходима проработка установки сдвоенных колес на задних мостах. Дорожный просвет автомобиля не изменяется.

Вариант четвертый. Установка на передний мост автомобиля МАЗ-651705 колес с шинами модели Бел-66А, на задние мосты – сдвоенных колес с такими же шинами. При этом среднее давление на почву снизится на 68 % под всеми колесами. Дорожный просвет автомобиля уменьшится на 29 мм по сравнению с базовым автомобилем.

Таким образом, наиболее радикальным решением существующей проблемы будет создание автомобиля МАЗ сельскохозяйственной модификации на базе полноприводного автомобиля семейства МАЗ с комплектацией его шинами модели Бел-66А, причем колёса задних мостов должны быть сдвоенными. Это позволит снизить среднее давление под колёсами на 68% и при прочих равных условиях суммарная сила тяги возрастет на 29% по сравнению с МАЗ-5516.

Литература

1. Национальная программа действий Республики Беларусь по борьбе с деградацией земель. Раздел «Устойчивое использование и восстановление деградированных торфяников». Минск, 2008.
2. http://www.maz.by
3. А.И. Бобровник, Ю.М. Жуковский, В.В. Михалков О применении автомобилей МАЗ в агропромышленном комплексе Республики Беларусь./ «Агропанорама», №4, 2012, УО «БГАТУ», с. 2 – 7.

38. Ю.Д. Карпиевич, И.И. Бондаренко,«Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

РАБОТА ТРЕНИЯ ГИДРОПОДЖИМНЫХ МУФТ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Бортовая диагностика, как элемент конструкции колесных и гусеничных машин позволит перейти к их техническому обслуживанию по фактической необходимости, и за счет этого исключить, с одной стороны, возможность эксплуатации неисправных колесных и гусеничных машин, а с другой – необоснованные простои, материальные и трудовые затраты, например при преждевременной замене гидроподжимных муфт.

Особенности фрикционных муфт- передача крутящего момента за счет сил трения. Поскольку в период буксования муфты имеет место относительное перемещение фрикционных элементов при наличии сил трения, то неизбежен износ рабочих поверхностей муфт.

Износ этот тем интенсивней, чем чаще включается муфта и больше работа трения за одно включение.

Работа трения муфты за одно включение в свою очередь не остается постоянной. Она зависит от вида сельхозоперации, состава агрегата, почвенно-дорожного фона, номера включаемой передачи коробки, квалификации тракториста и др.

Рассмотрим новый метод бортового диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач.

Бортовой компьютер, работа которого поддерживается источником питания, постоянно проводит опрос датчиков угловой скорости ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач колесных и гусеничных машин и датчика давления (датчика крутящего момента двигателя внутреннего сгорания), сопоставляет полученные значения с установленными граничными условиями и принимает решение о

дальнейшем функционировании системы. Для отображения информации предусмотрено специальное устройство.

Структурная схема системы бортового диагностирования, степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач представлена на рис. 1.

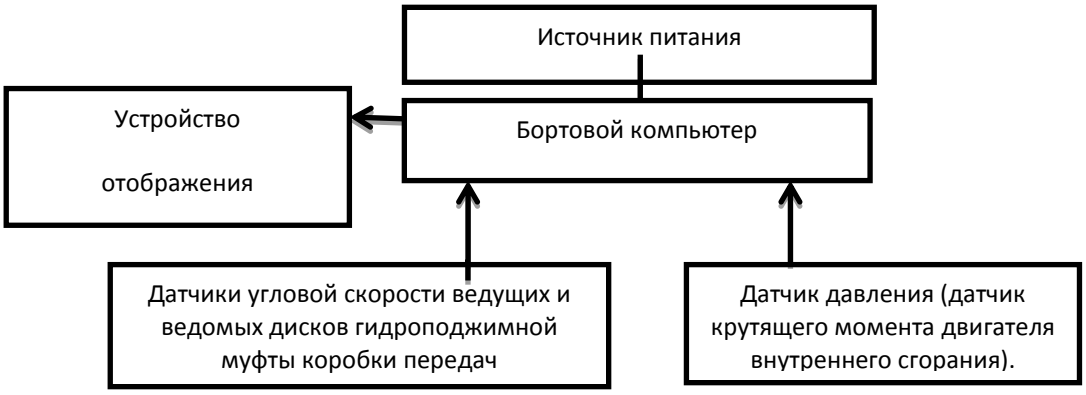


Рис. 1. Структурная схема системы бортового диагностирования, степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач

Предлагаемый метод диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач отличается от традиционных, основанных на непосредственном измерении толщины пакета фрикционных дисков. Процессы трения и износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач носят ярко выраженный нестационарный характер. Это означает, что для оценки надежности и долговечности пар трения недостаточно располагать только отдельными, даже весьма важными показателями, такими как нагрузка на фрикционном контакте и скорость скольжения. Здесь необходимы обобщающие, комплексные показатели, одним из которых является работа трения [1].

Полученные значения работы трения фрикционных дисков для каждой гидроподжимной муфты и после каждого включения и выключения муфты прибавляются к сумме значений полученной при предыдущих включениях и выключениях муфты, общая сумма значений работы трения фрикционных дисков гидроподжемной муфты делится на наперед заданное числовое значение работы трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты, соответствующее предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимной муфты, затем умножают это соотношение на сто процентов и определяют тем самым процент износа фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты колесных и гусеничных машин.

Все это можно записать следующим образом:

$$L = \int_{o}^{t} M_T \left|(\omega_g - \omega_k)\right| dt; \; \Delta = \frac{\sum_{p=1}^{n} L_p}{L_0} \cdot 100;$$

где L - текущие значения работ трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты;

ω_g и $\omega_к$ - угловые скорости ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач соответственно;

t - время трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты;

M_T - крутящий момент двигателя внутреннего сгорания;

Δ - степень износа фрикционных дисков гидроподжимной муфты;

p = 1,2…n, n- количество включений и выключений муфты;

L_0 - числовое значение работы трения, соответствующее предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимной муфты (определяется экспериментально).

Вывод

Использование работы трения как интегрального показателя при определении степени износа фрикционных дисков гидроподжимной муфты позволит оперативно, в любой период эксплуатации колесных и гусеничных машин определять остаточный ресурс фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты, а также прогнозировать время их замены.

Литература

1. Сцепление транспортных и тяговых машин/ И.Б. Барский и др. –М: Машиностроение, 1989. -320с.

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

ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА С ПРЕДПУСКОВЫМ ПОДОГРЕВАТЕЛЕМ И МЕТОДИКА ЕГО РАСЧЕТА

Универсально-пропашные трактора «Беларус» серий «800, 900 и 1000» Минского тракторного завода по-прежнему одна из наиболее используемых единиц техники в сельскохозяйственных предприятиях Беларуси. Тракторы этих моделей так же работают в холодное время года (подкормка посевов, транспортные работы, обслуживание животноводческих ферм и т.д.) поэтому пусковые качества дизелей должны быть достаточно высокими.

Согласно ГОСТ 18509-88 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний» оценка пусковых качеств дизелей, оборудованных электростартерной системой пуска производится пусковыми характеристиками и характеристиками прокручивания коленчатого вала дизеля.

Пусковые характеристики определяют для серийно выпускаемых дизелей с электростартерной системой пуска при температуре окружающего воздуха в диапазоне от -8…-10°С до -24…-26°С, для тракторных дизелей от -4…-6°С до -14…-16°С. Что особенно важно, допускается применять средства облегчения пуска, входящие в комплект дизеля и (или) трактора.

Для подогрева двигателей применяют электрические нагреватели разных типов: нагреватели сопротивлений, индукционные, электродные, полупроводниковые [1, 2].

Главным недостатком большинства электрических нагревателей является значительная разрядка аккумуляторов за время предпускового подогрева топлива, а также перегрев и создание пожароопасной ситуации.

Нами предлагается оснастить односекционный фильтр тонкой очистки (ФТО) инерционно-щелевого типа с жёстким литым креплением электрическим предпусковым подогревателем топлива, выполненным из керамики с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ПТК-керамика, позистор). Односекционные фильтры устанавливаются на двигатели Д-243, Д-245 и их модификации которыми оснащаются тракторы «Беларус» серий«800, 900 и 1000».

Определенную сложность составляет теплотехнический расчет ФТО с такими подогревателями результатами которого являются:

- температуры нагревающей поверхности, обеспечивающей требуемый тепловой режим для выбранного режима работы;
- потребляемой электрической мощности;
- времени подготовки устройства к работе.

Определяющими условиями работы устройства можно принять: температуру окружающей среды -30 ^{0}С и максимальную частоту вращения к.в. дизеля при прогреве двигателя на холостом ходу, например, 1500 мин$^{-1}$. Поскольку, очевидно, что при повышении частоты вращения к.в. и увеличении расхода топлива через ФТО степень

подогрева топлива падает. Необходимую температуру подогретого топлива на входе в фильтрующий патрон можно принять равной +5 ^{0}С.

Теплопотерями торцевых частей нагревательного элемента и кольцевых зазоров пренебрегаем из-за их очевидной малости.

Конструктивные параметры устройства определены возможностями его установки в корпусе ФТО и также заданы на рисунок 1.

Основными конструктивными показателями для расчёта являются:

d_1= 0,086 м – внутренний диаметр нагревательного стакана;

d_2 = 0,094 м – внешний диаметр нагревательного стакана;

d_3 = 0,098 м – внутренний диаметр корпуса ФТО;

Н = 0,110 м – высота фильтрующего патрона и соответствующего ему нагревательного стакана и участка цилиндрической стенки корпуса ФТО.

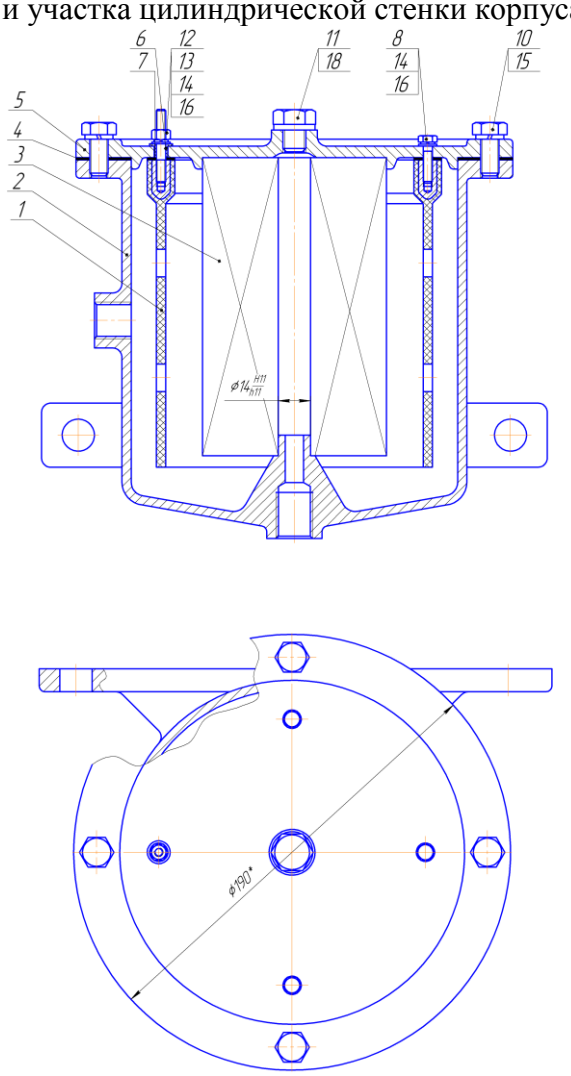


Рис. 1. Фильтр тонкой очистки топлива с предпусковым подогревателем топлива из ПТК-керамики

1 – нагреватель, 2 – кор.пус, 3 – элемент фильтрующий, 4,7 – прокладки, 5 – крб.шка, 6 – изолятор, 8,9,10,11 – болты, 12 – шпилька, 13 – гайки, 14,15,16,17,18 – шайбы

Такой расчёт выполним путём последовательного приближения по следующему алгоритму. Задаётся предполагаемая температура нагревающей поверхности и при этом допущении рассчитываются основные теплотехнические показатели процесса. Далее на их основе делается поверочный расчёт выходной температуры подогретого топлива. При несовпадении указанной температуры с требуемой (в нашем случае, требуемую выходную температуру мы задали на уровне +5 ^{0}С) - корректируется температура

нагревающей поверхности, и расчёт повторяется. До тех пор, пока требуемая температура не совпадёт с данными поверочного расчёта.

В ходе расчёта рассчитываются критерии подобия: Рейнольдса, Re (определяющий характер течения жидкости) и Прандтля, Pr (определяющий физические свойства жидкости, критерий Прандтля может быть взят по справочным данным) [3].

По величине критерия Рейнольдса выбирается и используется формула расчёта безразмерного коэффициента теплоотдачи (критерия Нуссельта, Nu), по нему определяется коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, сообщённой подогреваемому дизтопливу.

Далее легко выполняется определение требуемой мощности подогревателя и расчёт времени подготовки устройства к работе (разогрева нагревательного элемента до необходимой температуры).

Так как имеем сложное течение жидкости, требующее ряда упрощений и допущений. Весь процесс течения и теплопередачи лучше рассматривать состоящим из 2-х этапов.

Первый этап – дизтопливо, имеющее температуру -30 ^{0}С, входит в зазор между цилиндром нагревательного стакана и внутренней цилиндрической поверхностью корпуса ФТО, практически, по касательной к внешнему диаметру нагревательного стакана. Предполагаем, что дизтопливо мгновенно распределяется на всю высоту ФТО и поперечно обтекает стакан нагревательного элемента по всей его окружности, постепенно проходя через отверстия в стакане (перфорацию) внутрь ФТО к фильтрующему патрону. Тогда в конце пути по окружности стакана скорость потока дизтоплива равна нулю.

Второй этап – дизтопливо, имеющее входную температуру -15 ^{0}С, входит через перфорацию нагревательного элемента в кольцевой зазор между ним и фильтрующим патроном, контактирует с внутренними нагревающими поверхностями указанных отверстий перфорации и нагревательного элемента и через перфорацию обечайки фильтрующего патрона поступает к фильтровальному бумажному пакету.

Результаты теплотехнического расчета ФТО с электрическим предпусковым подогревателем представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты теплотехнического расчета

Необходимая температура нагревательного элемента + 40 ^{0}С;

Время разогрева устройства до рабочей температуры 61,4 с - не более

Режимы работы дизелей Д-243 и Д-245	Выходная температура дизтоплива	Потребляемая электро-нагревателем мощность
Прогрев n = 1500мин$^{-1}$	+ 5 ^{0}С	82,4 Вт
Пуск n = 120 мин$^{-1}$	+ 14 ^{0}С	48,9 Вт

Выводы

Электроподогреватель ФТО за время предпускового подогрева топлива обеспечит быстрый прогрев топливной системы, исключит интенсивные термо-окислительные процессы в топливе, автоматически изменяет затраты мощности на подогрев топлива в зависимости от его расхода и температуры, нечувствителен к колебаниям напряжения в бортовой сети трактора и имеют высокую термическую эффективность.

Разработанная методика расчета, таких электрических предпусковых подогревателей позволит расширить их применения, например на топливопроводах, топливозаборниках баков и т.д. с оптимальными для каждого случая параметрами.

Литература

1. Пермяков В.А. и др. К вопросу выбора типа топливных подогревателей для топливных систем // Промышленная энергетика, 2000. №4, с. 37-44.

2. Барон В.Г. Тонкостенные теплообменные интенсифицированные аппараты – альтернатива пластинчатым теплообменникам. // Теплоэнергоэффективные технологии, 2003. №4 с. 52-55.

3. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Копп И.З., Мякочин А.С. Эффективные поверхности теплообмена. – М.: Энергоатомиздат, 1998, - 408 с.

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

СПОСОБ И СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЕРХНЕЙ ТЯГИ НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО НЕРОВНОСТЯМ РЕЛЬЕФА

Особенностью эксплуатации пахотных агрегатов на базе гусеничного трактора является большое влияние продольно-угловых колебаний, появляющихся при наезде - съезде с неровностей рельефа на тягово-сцепные, энергетические и показатели качества вспашки. Применяемая пятикатковая индивидуальная торсионная подвеска трактора «Беларус 2103» при этом способствует увеличению раскачки и отклонений (дифферентов) трактора, что через заднее навесное устройство (ЗНУ) передается с/х орудию. Это вызывает сжимающие усилия в верхней тяге ЗНУ, неравномерный ход рабочих органов, не достаточное сцепление с опорной поверхностью гусеницы трактора, повышенное буксование и расход топлива.

При анализе технических решений систем регулирования верхней тяги выяснено, что такие системы широко используются мировыми производителями тракторовClaas, NewHolland, JohnDeere, MasseyFergusson и являются дополнительной опцией в электрогидравлических системах регулирования НУ и отличаются лишь особенностями алгоритма работы [1].

В результате принято решение усовершенствовать имеющиеся на тракторе «Беларус 2103» электрогидравлическую систему управления и навесное устройство.

В качестве верхней тяги принято решение установить поршневой гидроцилиндр двухстороннего действия с пружинным демпфером, а также в шарнир её крепления на тракторе датчики силовой и положения (позиционный).

В блок гидрораспределителя дополнительный электрогодравлический регулятор типа HER 23LS для регулирования верхней тяги, что избавит от необходимости синхронизации с силовыми цилиндрами навески и в свою очередь уменьшит погрешность в регулировании верхней тяги.

Алгоритмом работы или способом является поддержание требуемой длины верхней тяги навесного устройства в зависимости от появления и направления приложения нормальной составляющей усилия, возникающего в шарнире крепления верхней тяги при переезде неровностей рельефа трактором [2].

На рисунке 1 показана расчетная схема задненавешенного орудия при наезде на выступ неровности рельефа.

$l_{пл}$ – продольное расстояние от оси подвеса т. В до оси опорного колеса;

$a_{пл}$ - продольное расстояние от оси подвеса т. Вдо точки приложения результирующей силы тягового сопротивления орудия R_{xy}, приложенной на глубине $h_{пл}/2$ под углом θ к горизонтали;

r_{AB} и r_{DC}, r_{BC} – длины соответственно нижней AB и верхней BC тяг, а также стойки BC навесного устройства;

α_{AB} и α_{DC}, α_{BC} – углы наклона названных тяг к горизонтали и стойки BC к вертикали;

Y_H – нормальные реакции на опорных колесах сельхозорудия.

При движении по ровной поверхности в верхней тяге ЗНУ действует усилие растяжения

$$T_{CD} = \frac{R_{xy} m_B - Y_H^0 l_{пл}}{r_{BC} \cos(\alpha_{BC} + \alpha_{DC})}, \qquad (1)$$

где m_B - плечо действия силы R_{xy}.

$$m_B = \left(m_3 + \frac{h_{пл}}{2} + a_{пл} tg\theta \right) \cos\theta , \qquad (2)$$

m_3 – высота оси подвеса.

Если используется силовое регулирование взаимодействия задненавешенных орудий с почвой, в шарнире B приложены нормальные составляющие сил N_B, направленные вверх. В этом случае соблюдается равенство

$$R_x tg\theta - Y_H - N_B = 0 . \qquad (3)$$

При этом шарниры B и C смещены наверх. В шарнире А действует усилие N_A, направленные вниз. В шарнире D нормальные составляющие на ровном поле N_D=0. В зависимости от величины N_D возможен дифферент φ корпуса вперед или назад и защемление задней верхней тяги, приводящее к появлению нормальных сил N_D. При появлении сигнала датчика N_D вырабатывается команда «уменьшить или увеличить длину верхней тяги».

В эксплуатационных условиях величины дифферентов трактора составляют: φ=2-4^0, орудия ψ=1-2^0. Однако, из-за большой длины орудия $l_{пл}$ до 8 м эти дифференты существенно влияют на равномерность глубины почвообработки и энергетические показатели орудия.

В результате способ регулирования силового взаимодействия с почвой сельскохозяйственного агрегата с задненавешенными орудиями, заключающийся в корректировке длины верхней тяги заднего навесного устройства при движении по неровностям рельефа и дифференте трактора, отличающийся тем, что измеряют нормальную верхней задней тяге составляющую силуN_D, действующую в шарнире ее крепления на тракторе, и, если она направлена наверх, удлиняют верхнюю тягу, а если – вниз – укорачивают последнюю пока названная нормальная составляющая не уменьшится до нуля.

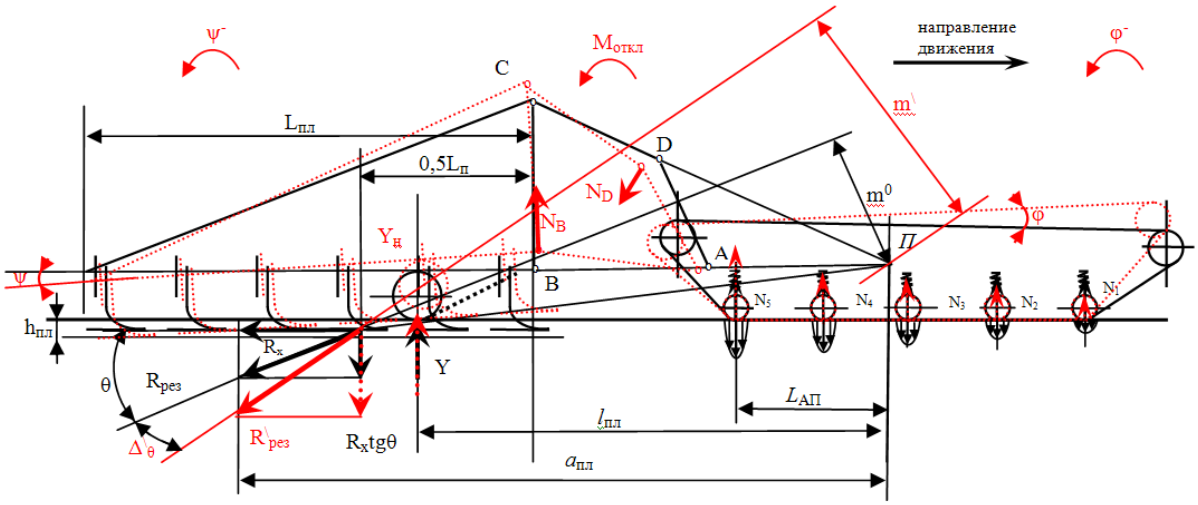


Рис. 1. Схема пахотного агрегата при наезде на выступ неровности рельефа

На рисунке 2 показана функциональная схема системы регулирования верхней тяги навесного устройства гусеничного трактора «Беларус 2103».

Расчет величины перемещений и угловых отклонений корпуса трактора и рамы задненавешенного с/х орудия в зависимости от величины неровности рельефа показал, что наиболее характерные неровности находятся в диапазоне q_m = -20….20см при этом дифференты трактора и с/х орудия соответственно φ=-3^0…3^0 и ψ=-3^0…3^0, диапазон регулирования длины верхней тяги при этом должен лежатьr_{CD} = -7,7….+11,3 мм.

Верхняя тяга должна укорачиваться либо удлинятся для избегания её «защемления» и передачи дифферента от трактора на с/х орудие.

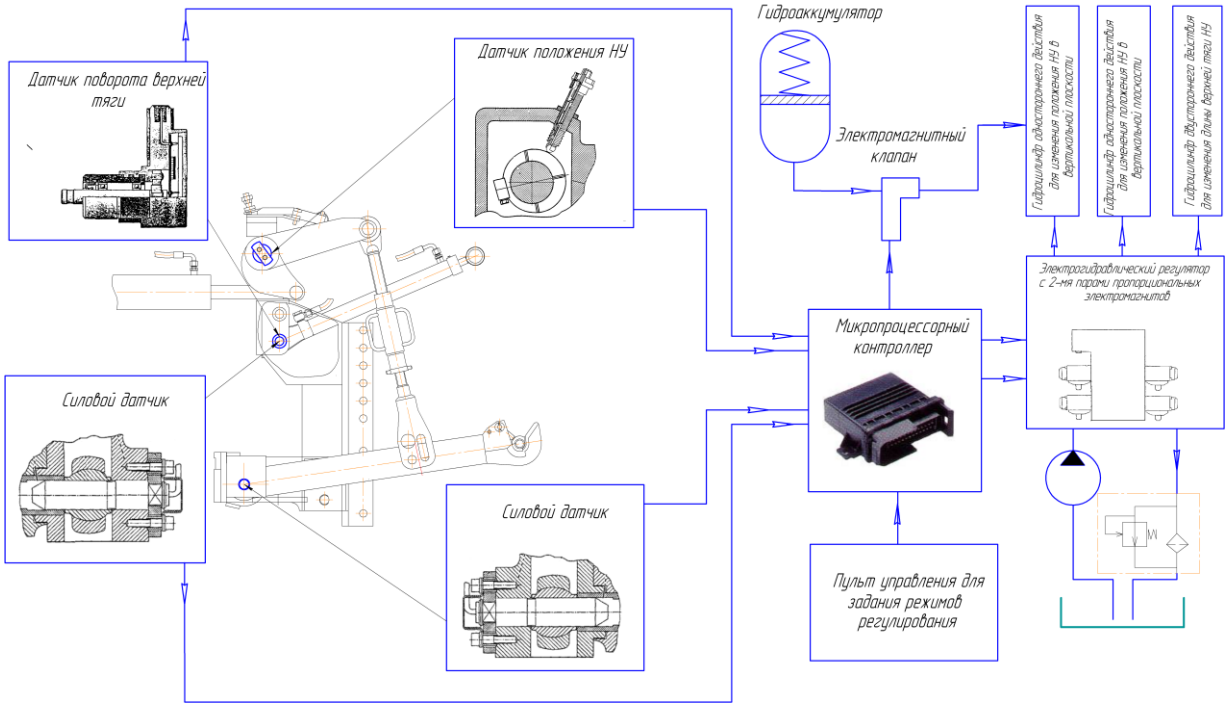


Рис. 2. Функциональная схема системы регулирования верхней тяги навесного устройства

Выводы

Преимущества данной системы:

- высокая чувствительность при работе;
- невысокие требования к мощности и массе трактора;
- удобное управление плугом и его установкой;
- лучшая устойчивость при работе на склонах.

Применение системы регулирования позволит повысить агрегатируемость, копирование рельефа и тягово-энергетические показатели пахотного агрегата на 10-15%, а также снизить динамическую нагруженность ходовой системы гусеничного трактора.

Литература

1. Щелйцын Н.А., Парфенов В.Л., Бейненсон В.Д. Схема ходовой системы и навесоспособность трактора./ Н.А. Щелйцын [и др.]// Тракторы и сельскохозяйственные машины.- 2006.- №7.- С.22-27.

2. Горин Г.С., Захаров А.В., Ващула А.В. Влияние малых взаимных перемещений трактора и навесного сельхозорудия на тяговую и общую динамику их взаимодействия Г.С. Горин, Захаров А.В., А.В. Ващула // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2009. - №4. – С. 97…107.

41. Г.И.Гедроить, к.т.н., доцент, С.В. Занемонский, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПУСТИМОГО ДАВЛЕНИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ НА ПОЧВУ

В качестве нормируемых показателей согласно ГОСТ 26955-86 [1, 2] приняты максимальные давления на почву и нормальные напряжения в почве на глубине 0,5 м в зависимости от сезона и влажности почвы, выраженной в долях наименьшей влагоемкости почвы (НВ). При расчете максимального давления на почву по ГОСТ 26953-86 вводятся поправки, зависящие от типа почвы ($И_1$), нагрузки на единичный

движитель ($И_2$), режима работы движителя ($И_3$), количества движителей, перемещающихся по одному следу ($И_4$), высоты протектора ($И_5$).

Окончательная норма по максимальному давлению $q_и$ на почву рассчитывается для каждого движителя по формуле:

$$q_и = q_н + q_н(И_1 + И_2 + И_3 + И_4 + И_5),$$

где $q_н$ – нормируемое максимальное давление на почву.

При использовании всех поправок уменьшение максимального давления может составлять до 20%, а увеличение до 80%.

Важно оценить, как изменяются свойства почв при обеспечении допустимого давления. Результаты выполненных нами экспериментов на дерново-подзолистой почве влажностью свыше 0,7 НВ приведены в таблице.

Таблица - Воздействие на почву ходовых систем с допустимым по ГОСТ 26955-86 давлением на почву

№ п/п	Параметры	Варианты		
1	Тип почвы	Средний суглинок, зябь	Средний суглинок, зябь	Легкий суглинок, стерня
2	Интервал влажности почвы по ГОСТ 26955-86	0,7…0,9 НВ	Свыше 0,9 НВ	0,7…0,9 НВ
3	Нагрузка на колесо, кН	18,9	13,4	23,4
4	Давление воздуха в шине, кПа	67	35	92
5	Максимальное давление на почву по ГОСТ 26953-86, кПа	125	88	150
6	Плотность почвы по слоям, кг/м^3 контроль 0…100 мм 100…200 мм 200…300 мм след 0…100 мм 100…200 мм 200…300 мм	 1280 1366 1503 1429 1427 1512	 1276 1350 1472 1333 1377 1478	 1372 1397 1426 1425 1454 1447
7	Твердость почвы в слое 0-200 мм, кПа контроль след	 583 875	 430 617	 854 1030
8	Глубина следа, мм	39	48	31

При обеспечении допустимых по ГОСТ 26956-86 норм воздействия ходовых систем глубина следов машин не превышает 30…50 мм, плотность и твердость почвы по следам в пахотном слое соответственно 1355-1440 кг/м^3 и 600…1000 кПа. В сопоставимых условиях по следам машинно-тракторных агрегатов с машинами для внесения удобрений значение плотности почвы в пахотном слое составляло в среднем 1570 кг/м^3, твердости почвы 1850 кПа, а глубина следов 115 мм. Следовательно, на влажной почве обеспечение допустимого уровня воздействия на почву ходовых систем агрегатов с прицепными машинами для внесения удобрений может позволить снизить плотность почвы в следах на 150-170 кг/м^3, твердость почвы в 1,8…3 раза, глубину следа в 2,3-3,5 раза.

Сдерживание разработки и внедрения ходовых систем с допустимым уровнем воздействия на почву связано с отсутствием координации проблемы, сложностью расчетов по стандартам, неоднозначностью допустимых норм для разных машинно-тракторных агрегатов и типов почв, недостаточной производственной проверкой эффективности ходовых систем с низким давлением на почву.

Выводы

Обеспечение допустимых норм воздействия ходовых систем на почву позволяет существенно улучшить свойства почвы в следах. На дерново-подзолистой почве глубина следов таких ходовых систем составляет 30…50 мм, плотность почвы в пахотном слое 1355-1440 кг/м^3 , твердость почвы 600…1000 кПа.

Литература

1. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86, – М.: Издательство стандартов, 1986. – 7 с.

2. Скотников В.А. Проходимость машин/ В.А. Скотников, А.В. Пономарев, А.В. Климанов. - Мн.: Наука и техника, 1982. – 328с.

42. А.И. Бобровник, Т.А. Варфоломеева, В.М. Головач,«Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

КИНЕМАТИКА УПРАВЛЯЕМОСТИ СДВОЕННЫХ КОЛЕС ТРАКТОРА «БЕЛАРУС» ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ

Разработана конструкция нового опорно-сцепного устройства для сдваивания наиболее нагруженных задних колес трактора «БЕЛАРУС» рисунок 1, позволяющая улучшить агроэкологические свойства агрегата. В этом устройстве крутящий момент передается на наружное и внутреннее колеса при прямолинейном движении трактора, а при криволинейном движении наружное колесо отсоединяется от трансмиссии трактора и переводится в ведомый режим [1].

Рис. 1. Опорно-сцепное устройство задних сдвоенных колес трактора

Предложенное устройство позволит снизить динамические нагрузки на конечные передачи заднего моста трактора, а, следовательно и трансмиссию в целом, обеспечить повышение ресурса узлов трактора, увеличить ходимость шин, повысить транспортную скорость, уменьшить расход топлива, улучшить управляемость и поворачиваемость агрегата .

В настоящее время сдваивание передних и задних колес энергонасыщенных тракторов «БЕЛАРУС» осуществляется с помощью специальных проставок. Возникновение «паразитных» мощностей вызвано значительным кинематическим рассогласованием угловых скоростей сдвоенных колес на правом и левом бортах трактора.

Анализируя кинематику поворота ведущей задней оси трактора и особенности взаимодействия пневматической шины с опорной поверхностью можно сделать вывод, что линейные v и угловые ω скорости движения колес пропорциональны радиусам R поворота внутреннего и наружного колес. Необходимость полной реализации тягово-

сцепных свойств трактора со сдвоенными колесами предполагает жесткое соединение обоих колес с полуосью. Только в этом случае крутящий момент, подводимый к полуоси будет реализован на обоих сдвоенных колесах.

Однако при криволинейном движении вследствие разности угловых скоростей вращения происходят следующие параллельные процессы:

- скручивание участка полуоси между точками закрепления внутреннего и наружного колес с величиной скручивающего момента, пропорционального расстоянию l_s;

- тангенциальная деформация шины преимущественно наружного колеса из-за его большей угловой скорости ($\omega_1 > \omega_2$). Описанные процессы сопровождаются затратами мощности, подводимой к ведущим колесам на скручивание полуоси и деформацию шины и носят накопительный характер.

Для выполнения расчетных исследований нами была составлена модель в среде математического моделирования MATLAB/Simulink рисунок 2.

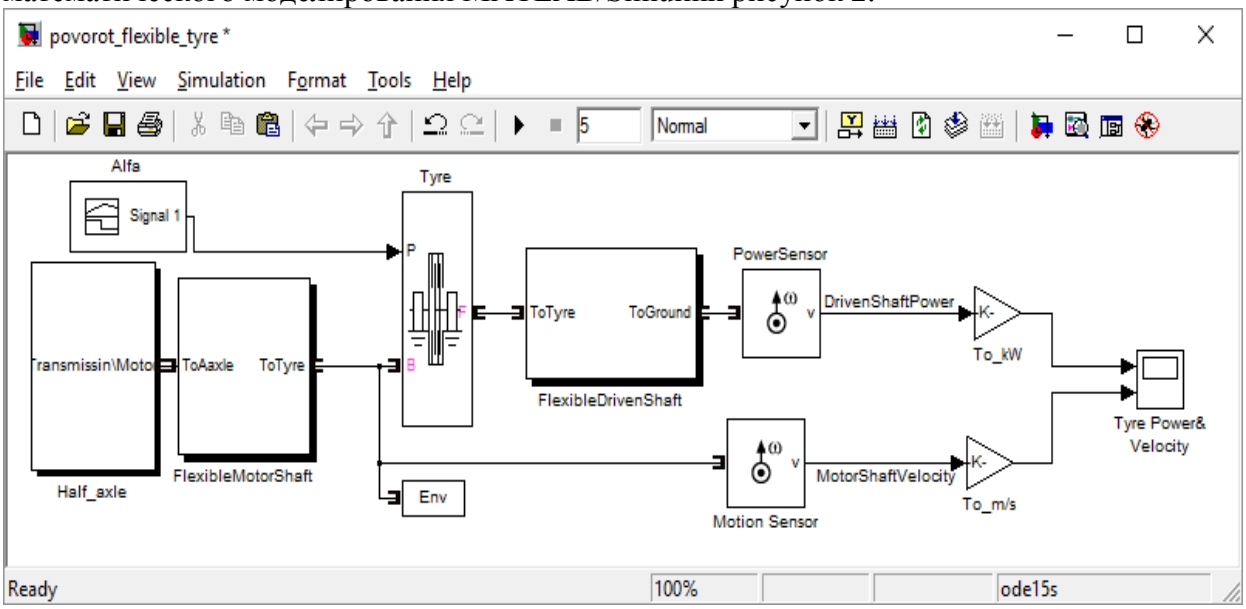


Рис. 2. Схема математической модели в среде MATLAB/Simulink

В процессе расчетного исследования задавалась зависимость угла поворота α управляемых колес трактора БЕЛАРУ-3022ДВ от времени моделироания.

Процессы накопления деформации, сопровождающиеся потерями мощности $N_т$ и ее восстановление носят колебательный затухающий характер при неизменном угле поворота управляемых колес что соответствует классической теории трактора[2].

Результаты расчетного моделирования являются частным примером более широких возможностей использования разработанной модели, при исследовании тягово-сцепных, мощностных и экономических свойств тракторов со сдвоенными ведущими колесами.

Литература

1 Устройство для улучшения опорно-сцепной проходимости движителя/ пат. BY 17002 C1 2013.04.30 Респ. Беларусь, МПК B 60C 3/00/ М.А. Прищепов; С.К. Карпович; А.И. Бобровник; В.П. Бойков; В.Г. Ермаленок; В.С. Лешков; Т.А. Варфоломеева; заявитель Бел. гос. аграрн.-техн. ун-т. – № a 20101359; заявл.22.09.10; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 156-157.

2. Гуськов, В.В. Тракторы: теория. Часть II / В.В. Гуськов. - Минск. Высшая школа, 1977. — 384 с.

43. А.И. Бобровник, Т.А. Варфоломеева, В.М. Головач, А.П. Болдан, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Система поступательно движущая масса – трансмиссия-двигатель является колебательной. Основное влияние на величину ускорений оказывает непрерывное изменение сил сопротивления агрегата, периодические изменения которого характеризуются степенью неравномерности δ и периодом его изменения Т, а временные, довольно длительные возрастания момента сопротивления - коэффициентом возможной перегрузки. С повышением рабочих скоростей степень неравномерности силы тяги прицепных и навесных орудий возрастает, а частотный диапазон значительно расширяется.

Выполнение других сельскохозяйственных работ в Республике Беларусь МТА на торфяных почвах, в ранневесенний период и в зимнее время на всех видах почв сопровождается значительным буксованием, особенно на низших передачах.

Основы теории взаимодействия колесного хода с почвой, заложенные в трудах В.П.Горячкина, получили дальнейшее развитие в работах Е.А.Чудакова, П.М.Василенко, Гуськова В.В. и др. Наибольших значений буксование достигает в момент трогания и разгона агрегата.

Дифференциальное уравнение движения агрегата с учетом потерь от буксования имеет вид [1] (1):

$$\overset{g}{V} = \frac{(P_к - \sum P_c)g(1-\delta)}{G_T - \delta(1+\xi_2) - q(1-\delta)}, \qquad (1)$$

где δ_{BP} – коэффициент учета вращающихся масс трактора: δ_{BP} = 1,15+0,001i^2,

i-передаточное число коробки передач;

$P_к$- касательная сила тяги;

$\sum P_C$ -сумма внешних сопротивлений;

G_T – сила тяжести трактора (тягача) с учетом массы навесной машины;

ξ_2 -отношение приведенной массы передних колес к массе трактора:

$$\zeta_2 = \frac{J_n g}{G_T r_n^2}, \qquad (2)$$

где J_n, r_n - момент инерции и радиус качения передних колес;

q- отношение массы сельскохозяйственной машины к массе трактора.

С повышением рабочих скоростей коэффициент учета вращающихся масс транспортного средства уменьшается.

Так как на низших передачах и почвах с малой несущей способностью работа агрегата с полной загрузкой двигателя сопровождается значительным буксованием, то расхождение расчета по определению ускорения с учетом буксования и без него увеличивается.

Если потери от буксования движителя переменные, то дифференциальное уравнение движения (3):

$$\overset{g}{V} = \frac{(P_K - \sum P_C)(1-\delta)G_T^{-1} - V(\delta_{BP} - 1 - \xi_2)(1-\delta)^{-1} d\delta l dt}{\delta_{BP} - \delta(1+\xi_2) - q(1-\delta)} \qquad (3)$$

Чем больше производная от буксования движителя и скорость движения агрегата, тем значительнее замедление агрегата.

Так как относительное изменение скорости E_V не должно превышать допустимого значения $[E_V]$, то после преобразования получим соотношение между массой сельхозмашины и трактора (4).

$$q = \left| (\delta_B - 1)\frac{\ln\left[\frac{(1-\delta)}{(1-\delta_0)}\right]}{\ln\{[E_V]+1\}} - \delta_{BP} \right| \quad (4)$$

С увеличением допускаемого относительного изменения поступательной скорости агрегата отношение массы сельскохозяйственного агрегата к массе трактора повышается.

Зная величину относительного изменения скорости агрегата и буксования движителя на рабочей передаче, определим наибольшее значение массы сельскохозяйственной машины (прицепа) (5);

$$\Delta G_У = \left| G_T \delta_{BP} \left\{ \frac{\ln\left[\frac{(1-\delta)}{(1-\delta_0)}\right][\delta_B P - 1]}{\ln\{[E_V]+1\}} - \delta_{BP} q_0 \right\} \right| \quad (5)$$

где G_{CO} - масса машины, без груза.

С увеличением рабочей скорости величина допустимой массы груза уменьшиться, так как коэффициент учета вращающихся масс трактора с уменьшением передаточного числа трансмиссии снижается. Дифференциальное уравнение движения агрегата после преобразования имеет вид (6):

$$\overset{g}{V} = \frac{(Д - \psi)(1-\delta)g}{\delta_{BP} + q - \delta} - \frac{V(\delta_{BP} - 1)\frac{d\delta}{dt}}{(\delta_{BP} + q - \delta)(1-\delta)} \quad (6)$$

где ψ - удельное тяговое сопротивление агрегата; Д- динамический фактор трактора.

Сдваивание колес в сочетании с балластированием на плотных почвах позволяет значительно улучшить тягово-сцепные качества энергосредства.

При сдваивании колес значительно уменьшается сопротивление перекатывания трактора, что повышает динамические качества энергонасыщенных тракторов.

Наиболее неблагоприятным с точки зрения воздействия на почву режимом движения энергонасыщенных тракторов класса 5 и выше с широкоразнесенными сдвоенными колесами являются повороты и развороты с малыми радиусами. При криволинейном движении сдвоенных колес одного борта в ведущем режиме между ними возникает циркуляция мощности, потому, что внешнее по отношению к центру поворота колесо катится с юзом. Это приводит к срезанию верхних слоев почвы и к увеличению колееобразования. Степень относительного скольжения сдвоенных колес зависит от кинематических параметров процесса движения, от конструктивных особенностей движителя и от характеристик почвы, причем циркулирующий между сдвоенными колесами момент у тракторов «БЕЛАРУС 3522» может достигать 15…20 % от ведущего момента на соответствующей полуоси.

При движении на повороте ведущих и ведомых колес возникают угловые деформации как почвы, так и шин, нарастающие по мере увеличения поворачивающего момента до тех пор, пока в пятне контакта шины с опорной поверхностью сохраняется сцепление. При криволинейном движении в случае использования известных систем

сдваивания колес негативное воздействие движителей на почву оказывается существенным.

Разработана конструкция нового опорно-сцепного устройства для сдваивания наиболее нагруженных задних колес трактора «БЕЛАРУС», позволяющая улучшить агроэкологические свойства агрегата. В этом устройстве крутящий момент передается на наружное и внутреннее колеса при прямолинейном движении трактора, а при криволинейном движении наружное колесо отсоединяется от трансмиссии трактора и переводится в ведомый режим [2].

В настоящее время совместно с ОАО «МТЗ» проводиться исследование работоспособности предложенного устройства.

Испытания будут проводиться при наименьшем радиусе поворота замеряемым по середине следа внешнего переднего колеса с подтормаживанием внутренего заднего колеса.

Предложенные дифференциальные уравнения движения агрегатов с учетом буксования показатели перспективность разработок по улучшению тягово-сцепных свойств энергонасыщенных тракторов освоенных ОАО «МТЗ» в первую очередь выполненных с колесной формулой 4к и сдвоенными передними и задними колесами. Однако установка сдвоенных колес на энергонасыщенных тракторах при криволинейном движении и движении на неровных опорных поверхности приводит к снижению эксплуатационных качеств тракторов [3].

Выводы

Использование предложенной конструкции опорно-сцепного устройства задних колес для трактора «БЕЛАРУС» класса 50 кН позволит улучшить агроэкологические показатели трактора, снизить нагруженность трансмиссии трактора, повысить транспортные скорости, уменьшить расход топлива, увеличить ходимость шин, улучшить управляемость агрегата.

Литература

1. Бобровник А.И. Повышение эксплуатационных качеств мобильных агрегатов для внесения удобрений. Минск 1997 С. 159.

2.Бобровник А.И., Шматко С.Б., Варфоломеева Т.А. Совершенствование привода ходовых систем сельскохозяйственных колесных тракторов: Материалы Международной научно-практической конференции « Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса». Института механизации и технического сервиса. - Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2017 – 226 с.

3. Патент на полезную модель № 6695 BY МПК B 60C 3/00. Устройство для улучшения опорно-сцепной проходимости движителя// БГАТУ/ Прищепов М.А., Карпович С.К., Бобровник А.И. и др. - Заявл. 2010.03.18, № u 20100270.

44. А.М. Романюк, студентка, С.М. Грушецький к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ УДОСКОНАЛЕНОГО ПНЕВМОЕЛЕКТРИЧНОГО СЕПАРАТОРА

Одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур забезпечується наявністю високоякісного посівного матеріалу. Отримати його в достатній кількості неможливо без завершальної стадії післязбиральної обробки – вторинної, а в багатьох випадках і додаткової очисток. Особливо це стосується великої кількості дрібнонасіннєвих культур, переважну частину яких складають багаторічні бобові і злакові трави.

Існуючі технічні засоби не забезпечують їх якісної очистки від багатьох домішок бур'янів, особливо важкорозділюваних, а також відділення від основної маси неповноцінних (без зародків) мертвих насінин культури.

Основною причиною цього є подібність за основними фізико-механічними властивостями компонентів сепарувальних сумішей, через що неможливо забезпечити їх ефективне розділення. За таких умов необхідно вишукувати нові ознаки подільності, які б дозволяли здійснювати сепарування за сукупністю властивостей – фізико-механічних та електричних. Електричне поле в даному випадку створюватиме додаткову силову дію на частинки сепарувальної суміші. Оскільки насіння культурної рослини і бур'янів відносяться до різних біологічних видів, то їх електричні властивості по різному взаємодіятимуть з робочими органами сепараторів, що уможливлює підвищити ефективність їх розділення.

Іншим шляхом покращення якості сепарування є використання в процесі розділення інших силових факторів, зокрема сили повітряного потоку. Проте на даний час процес пневмоелектросепарування вивчений недостатньо, що потребує, як теоретичних досліджень, так і їх експериментального підтвердження є актуальними і потребують свого ефективного вирішення.

Для підвищення продуктивності пневмосепараторів із вертикальним сепарувальним каналом нами запропоновано встановити в повітряному каналі систему електродів, між якими створюватиметься електростатичне поле високої напруги. Це дозволить виявити відмінності насінин культури та бур'яну, розділити їх за сукупністю фізико-механічних і електричних властивостей. Крім того електростатичне поле, як додатковий робочий орган, поряд із сепарувальною дією, стимулює та знезаражує насіння, а, отже підвищує його продуктивні якості [1].

Для проведення лабораторних та експериментальних досліджень, метою яких було відділення від низки видів насіннєвих сумішей багаторічних злакових трав домішок насіння важкорозділюваних бурянів та біологічно неповноцінних насінин культури (без зародків), використовували удосконалену конструкцію пневмоелектросепаратора марки «Петкус К-293». Суть удосконалення полягала у встановленні в пневматичному сепарувальному каналі двох електропровідних пластин, виготовлених із фольгованого гетинаксу, до яких підводили постійну високу напругу з можливістю її регулювання в межах від 0 до 30 кВ. Напруженість електростатичного поля при цьому змінювалась в діапазоні 0…4 кВ/см^2 [2]. Загальний вигляд та технологічна схему удосконаленого пневмосепаратора подано на рис. 1.

У запропонованому пневмосепараторі розділення компонентів досліджуваних сумішей відбувалось за сукупністю аеродинамічних і електричних властивостей, оскільки насінини культури та бур'яну відносяться до різних видів і їх електричні властивості відрізняються.

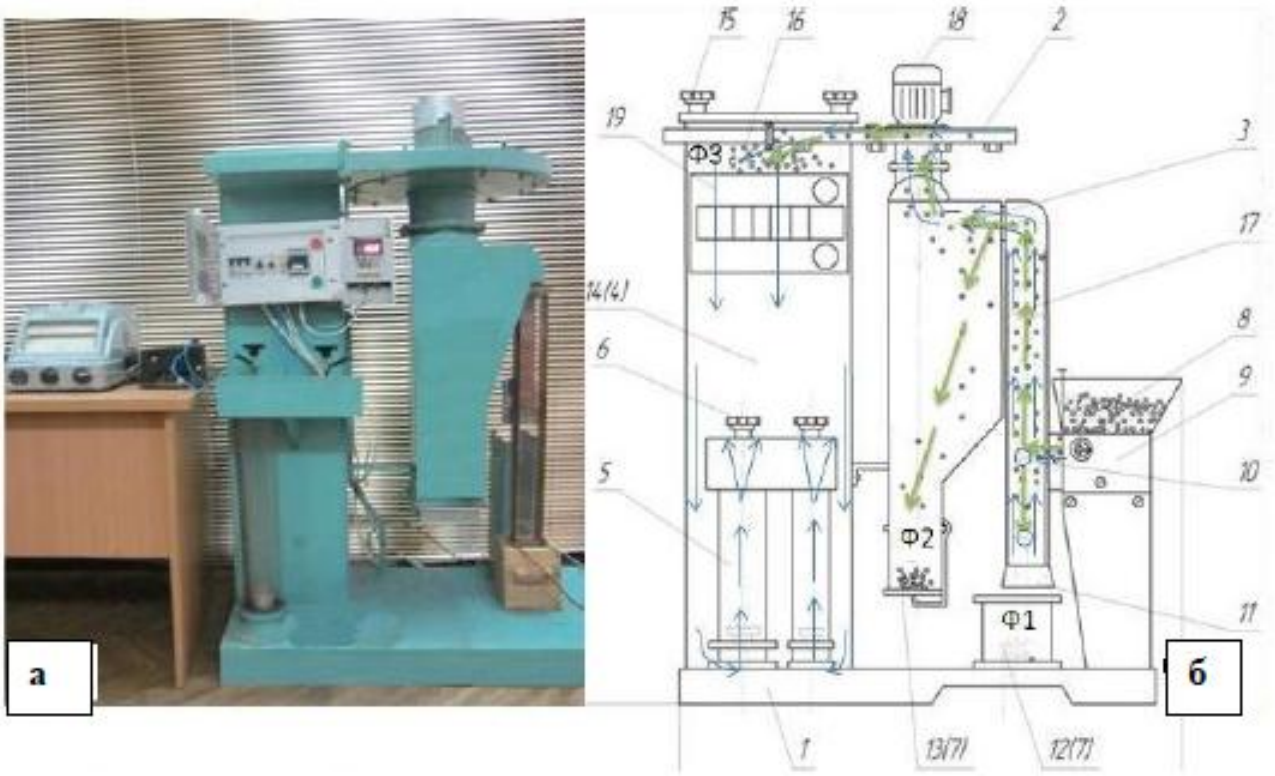


Рис. 1. Загальний вигляд (а) та технологічна схема роботи (б) удосконаленого пневмоелектричного сепаратора:

Фракції насіння: Ф1 – бур'яни, Ф2 – основна культура, Ф3 – легкі домішки. Напрямки руху: повітря ⟶ насіння ⟶ *1* – станина; *2* – вентилятор; *3* – баштовий сепаратор; *4* – фільтруюча секція; *5* – трубки вимірювання витрати повітря; *6* – пристрій регулювання швидкості повітря; *7* – місткості для продуктів сепарації ; *8* – завантажувальний бункер; *9* – вібродозатор; *10* – сепарувальний вертикальний канал; *11* – втягуючий отвір; *12* – місткість для відходів; *13* – місткість для насіння; *14* – фільтруюча секція; *15* – болти кріплення кришки фільтруючої секції; *16* – кришка фільтруючої секції; *17* – електроди; *18* – електродвигун; *19* – блок керування

В процесі сепарування вони отримували різний заряд і по-різному поводили себе в повітряному каналі. За таких умов спостерігався позитивний ефект від сепарування важкорозділюваних дрібнонасіннєвих сумішей.

Список використаних джерел

1. Басов А.М. Вопросы дозирования при стимулированиии семян физическими воздействиями / А.М. Басов, Э.А. Каменир, Б.В. Файн // Вестник, сельськохозяйственной. науки. –1981. – № 6. – С. 109-116.

2. Басов А.М. Анализ движения зерна в электростатическом поле. / М. Басов, В.А. Агрономова // Механизация и электрификация сельскогохозяйства. – 1966. – № 5. – С. 37-39.

45. І.М. Шмирко, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ СУПН-8А

Збільшення об’ємів валової продукції сільськогосподарського виробництва передбачається головним чином за рахунок інтенсивних факторів розвитку, запровадження нових досягнень науки, техніки і передової практики, ефективного використання створеного виробничого потенціалу.

Виробництво зерна – головне завдання сільськогосподарського виробництва. У вирішенні цього завдання значне місце належить кукурудзі. Кукурудза – культура необмежених можливостей як у продуктивності, так і у використанні.

В світовому виробництві кукурудза знаходиться на другому місці за площею посіву після пшениці, а за врожайністю значно її перебільшує, тому валові збори зерна кукурудзи близькі до зборів зерна пшениці, а в окремі роки навіть перевищують їх.

В продовольчому виробництві з зерна кукурудзи виготовляють більше 150 видів харчових і технічних продуктів, таких як: крупу, палочки, пластівці, борошно, комбікорм, крохмаль, патоку, глюкозу, спирт, олію і т.д. З стебел, стрижнів і обгорток початків виготовляють біля 40 видів промислової продукції – целюлозу, папір, фурфурол, лігнин, ксилозу, клей, лінолеум та ін. [1].

Кукурудзу використовують як лікарську рослину при лікуванні циститів, для покращення функцій жовчі, покращення зсідання крові, як мочегінний засіб, при холециститах, холангітах, гіпатитах тощо, використовуючи зародки насінин та приймочки маточок жіночих суцвіть (початків).

Щоб підвищити продуктивність посівних агрегатів у багатьох господарствах застосовують спарені сівалки СПЧ-6. Недолік їх в тому, що точність висіву в звичайних умовах не перевищує 65%. Намагаючись досягти більшої точності, механізатори ретельно регулювали всі вузли машин і вели сівбу на понижених швидкостях, не більше 5 км/год. Норма висіву інколи підвищувалась на 12-20 відсотків. Крім того, на прикочуючі колеса сівалки СПЧ-6 одягли резинові ободи з коліс бурякового проріджувача, що надавало їм більшу стійкість і тим самим стабілізувало якість висіву і заробки насіння в ґрунт [2].

Широку розповсюдження одержали сівалки вітчизняного виробника СУПП-12 і СУПН-8А, а також сівалка СКПП-12, що випускаються Кіровоградським заводом сільськогосподарських машин [2].

Удосконалений висівний апарат (рис. 1) являє собою базовий висівний апарат сівалки СУПН-8А. Для висіву насіння кукурудзи широко використовують пневматичні висівні апарати, які мають центральну ворушилку і викидач зайвих насінин, виконаний у вигляді вилки.

Ворушила активізує насіння в корпусі апарата і сприяє їх доброму присмоктуванню до отворів диска. Ми замінимо ворушилку з резинового матеріалу на металеву, що дасть змогу значно довше служити.

У висівний апарат ми пропонуємо поставити чистик, який дасть змогу очищати висівний диск.

При обертанні висівного диска зайві насінини, що присмокталися вдаряються у штифти і викидаються ними у корпус апарата. Так як лопаті центральної ворушилки в зону розміщення присмоктуючих отворів не входять і швидкість насінин в зоні присмоктування, за рахунок сил внутрішнього тертя менші ніж швидкість обертання висівного диска, то частина насінин не присмоктується і з’являються пропуски. Щоб підвищити якість висіву необхідно розробити пластинчатийвикидач насіння з гладкою робочою поверхнею і периферійну ворушилку, яка представляє собою накладку до висівного диска, лопаті якої знаходяться безпосередньо в зоні присмоктуючи отворів.

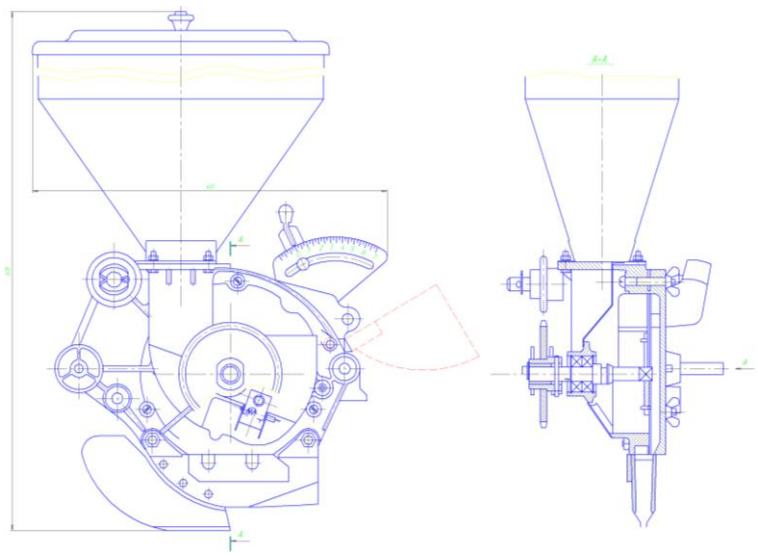


Рис. 1. Висіваючий апарат

Технологічний процес роботи удосконаленого висівного апарату аналогічний процесу роботи висівного апарату сівалки СУПН-8А.

Присмоктування насіння до отвору висівного диска проходить в безпосередній близькості до всмоктувального поля, тобто по мірі віддалення насіння від отвору різко падає швидкість повітряного потоку.

Список використаних джерел

1. Навчально-методичний комплекс з дисципліни «Інноваційні технології виробництва сільськогосподарської продукції» для студентів інженерно-технічного факультету (спеціальності (спеціалізації) 208 «Агроінженерія» («Механізація сільського господарства», «Процеси, машини та обладнання АПВ», «Транспортні технології та засоби в АПК»)) / Грушецький С.М. Подільський державний аграрно-технічний університет. – Кам'янець-Подільський, – 2016. – 561 с. *(Протокол ВР ПДАТУ №8 від 24 листопада 2016 р.).*
2. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» І.М. Бендера, Я. В. Козій, А.В. Рудь та ін. / за редакцією І.М. Бендери, Я.В. Козія. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисін О.В. – 2010. – 640 с.

46. А.О. Гук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО ПЛУГА З АВТОМАТИЧНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ШИРИНИ ЗАХВАТУ

В наш час рекомендована велика кількість ґрунтообробних машин і їх модифікацій, а також різні пристрої до них. Характерною особливістю сільськогосподарського машинобудування останнім часом є прагнення уніфікувати техніку. Для цього створюються групи машин, а основну базову постачають різними пристроями у відповідності до вимог господарства [1].

З всього комплексу польових засобів, найбільш енергонасиченою є операції обробітку ґрунту. На виконання оранки потрібно біля 40% енергетичних і 25% трудових затрат. Для обробітку ґрунту розроблено комплекс плугів з 19 уніфікованими корпусами і іншими робочими органами. Промисловість освоїла більше 17 базових моделей плугів і 24 модифікацій. Основними плугами загального призначення є наступні: ПЛН-3-35; ПЛН-5-35; ПН-8-35; ПЛН-6-35; ПКУ-4-35; ПН-3-35Б – у них відвали є продовженням полиці плуга [2].

Для глибокого рихлення використовуються наступні плуги: ПНД-4-30, відвали у вигляді диску, також ПВР-8-50; ПРВ-5-50-призначені для основного безполицевого обробітку ґрунту та поглиблення орного шару до 40см, а також чизельні плуги ПЧ-2,5, у них відвали відсутні.

В районах з високою вологістю використовуються плуги розрихлювачі і без відвальні, а в районах які підлягають вітровій ерозії, грунт обробляється плоскорізами, з залишенням стерні на полі. В інших районах переважає відвальна оранки. Отже заміна класичного відвалу на відвал дає можливість збільшити продуктивність агрегату, збільшити робочу ширину і підвищити якість оранки.

В шарі 0-10 см знаходиться основна частина кореневої системи, в шарі 10-20 см від 25 до 40%.

Відомо, що навесні плуги мають явні переваги перед причіпними, по таких показниках, як простота конструкції, металоємність, маневрування орного агрегату і інші.

Однак вони мають і ряд недоліків, зокрема висока нерівномірність ходу по глибині через кутові коливання трактора, які передаються на плуг через жорстку зчіпку, недостатня керованість орного агрегату і його стійкість прямолінійного руху, підвищений розхід енергії.

Однак заміну класичного відвалу на відвал з роликом, вирішує ряд цих недоліків орного агрегату в цілому, а отже його доцільно і використовувати.

Удосконалений відвал призначений для збільшення ширини захвату агрегату і покращення процесу оранки, що дає можливість підвищити продуктивність процесу оранки і агрегату в цілому.

Будова плуга показана на рисунку 1.

Роликовий відвал кріпиться у двох місцях: в одному до корпуса плуга, а у другому – до важільної системи, яка за допомогою відповідних важелів кріпиться до рами плуга. Верхня частина вісі ролика кріпиться до важільної системи.

Принцип роботи важільної системи, до якої кріпиться ролик верхньою частиною полягає в наступному: оскільки під час оранки сили тертя ковзання ґрунту перетворюються на сили тертя кочення підшипників, то скиба, яка відрізається, проходить по роликовому відвалу з меншим значенням сили тертя, а це дає можливість збільшити ширину захвату плуга за допомогою важільної системи, яка керується автоматично.

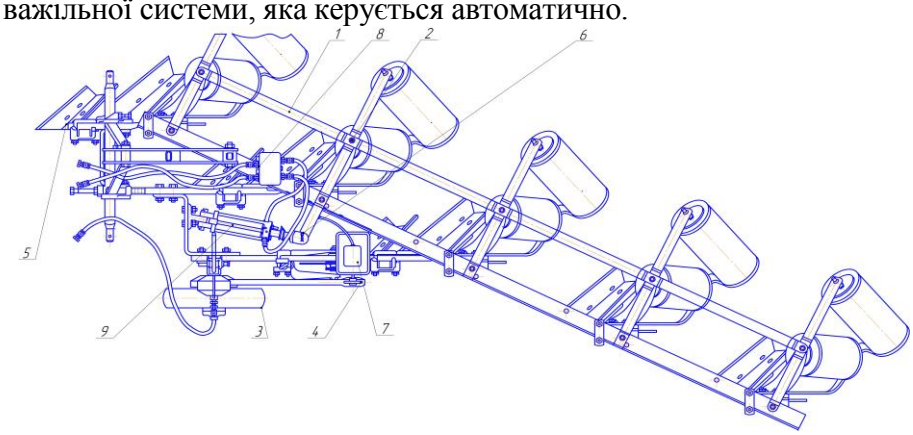


Рис. 1. Схема плуга:

1 – рама; 2 – корпус плужний роликовий; 3 – колесо польове в зборі з варіатором; 4 – ніж дисковий вирізний; 5 – передплужник; 6 – система важільна; 7 – регулятор відцентровий з датчиком, 8 – гідророзподільник; 9 – гідроциліндр ЦС-55

Список використаних джерел

1. Навчально-методичний комплекс з дисципліни «Інноваційні технології виробництва сільськогосподарської продукції» для студентів інженерно-технічного факультету (спеціальності (спеціалізації) 208 «Агроінженерія» («Механізація сільського господарства», «Процеси, машини та обладнання АПВ», «Транспортні технології та

засоби в АПК»)) / Грушецький С.М. Подільський державний аграрно-технічний університет. – Кам'янець-Подільський, – 2016. – 561 с. *(Протокол ВР ПДАТУ №8 від 24 листопада 2016 р.).*
2. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» І.М. Бендера, Я. В. Козій, А.В. Рудь та ін. / за редакцією І.М. Бендери, Я.В. Козія. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисін О.В. – 2010. – 640 с.

47. Л.В. Макарова, студентка, С.М. Грушецький к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СУШІННЯ ЗЕРЕН СОЇ

Нині надзвичайно актуальним в Україні є розвиток сільського господарства як вирішальної передумови функціонування основних галузей економіки. Основна частина фонду споживання формується за рахунок продукції сільського господарства, тому аграрне виробництво – життєво необхідна галузь і головна умова існування суспільства.

На сьогоднішній день в розвитку сільськогосподарського виробництва однією з найголовніших проблем залишається істотне збільшення виробництва зернобобових культур та, зокрема, сої, яка слугує основним джерелом збалансованого за амінокислотним складом і вмістом екологічно чистого білка [1].

У зв'язку із зростанням виробництва різних сільськогосподарських матеріалів, підвищенням вимог до їх якості та удосконаленням технологій переробки виникає необхідність у розробці нових методів сушіння, які б забезпечували високу якість, максимальну механізацію та інтенсифікацію процесу.

Інтенсифікація та механізація процесу сушіння може бути досягнута різними методами (рис. 1): підготовкою матеріалу, удосконаленням відомих режимів сушіння, наявних конструкцій сушарок та розробкою нових [2-6].

Теорія і практика сушіння свідчать про те, що будь-яке удосконалення сушарки, що сприяє підвищенню її продуктивності, як результат і інтенсифікації процесу сушіння, в тій чи іншій мірі веде до зниження витрат енергії на проведення даного процесу. Така модернізація може бути досягнута шляхом уникнення нерівномірності нагрівання і сушіння матеріалу, використання нових перемішуючих робочих органів в процесі сушіння, використання теплових насосів і ін.

Удосконалення режимів сушіння може бути здійснене різними методами: використанням більш високих температур та швидкостей сушильного агенту, застосування електричних та магнітних полів, застосування перегрітої пари як теплоносія, одержаної при сушінні, використання відпрацьованого сушильного агенту, впровадження комбінованих способів сушіння та ін.

В області зовнішнього вологообміну інтенсифікувати процес видалення вологи можна шляхом підвищення температури і швидкості агента сушіння, а також збільшення активної поверхні зернини, що бере участь в процесі волого-обміну з агентом сушіння.

Вплив температури сушильного агента на інтенсивність сушіння пояснюється тим, що при однаковому відносному ступені насичення сушильного агенту вологою її абсолютна кількість, що міститься в 1 кг сушильного агента, різко збільшується з підвищенням температури.

Зі збільшенням швидкості проходження сушильного агенту через матеріал зменшуються внутрішньодифузне гальмування процесу сушіння і підвищується середня рушійна сила процесу, оскільки ступінь насичення сушильного агенту на виході з сушарки зменшується. Все це призводить до зменшення часу сушіння.

Особливої уваги потребують дослідження інтенсифікації сушіння шляхом попередньої підготовки матеріалу. Така підготовка може бути здійснена за допомогою різноманітних методів: запобіганням злипанню частинок, створенням «киплячого» шару,

вібрацією, ударними та акустичними діями, виведенням із процесу домішок, перемішуванням, подрібненням та розсіченням поверхні.

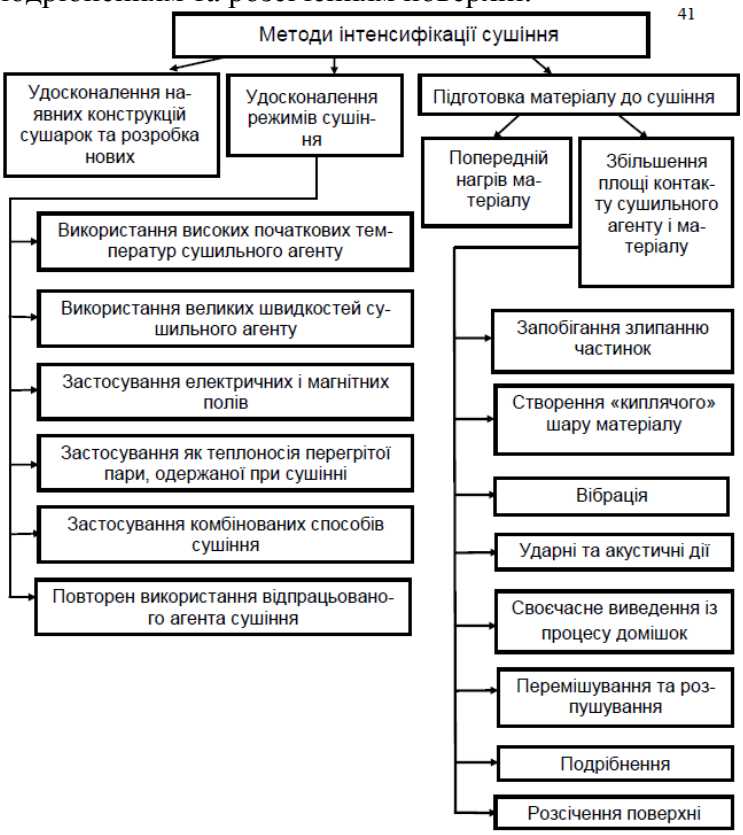


Рис. 1. Методи інтенсифікації сушіння сільськогосподарських матеріалів

В системах «газ-тверде тіло» збільшення поверхні контакту фаз найчастіше забезпечується такими методами: зменшенням розміру частинок твердої фази (подрібненням) та рівномірним їх розподілом в робочому об'ємі, інтенсивним механічним перемішуванням та розпушуванням, створенням «киплячого» шару подрібненої твердої фази шляхом продування через нього сушильного агенту[2-7].

Перемішування та розпушування матеріалу, що сушиться сприяє оновленню поверхні контакту сушильного агенту з частинками матеріалу і зняттю дифузійних гальмувань, більш ефективному використанню потенціалу сушильного агенту, рівномірному сушінню та запобіганню злипання потоку матеріалу та утворенню застійних зон [8].

Сушарки з «киплячим» шаром у сільському господарстві застосовуються обмежено. Цей процес може бути використаний для порівняно дрібнозернистої сировини рівномірної крупності. Недоліком такого методу є значні витрати електроенергії, необхідні для створення високих тисків сушильного агенту.

Всі вищеописані засоби збільшення або оновлення поверхні контакту фаз широко використовуються в конструкціях багатьох технологічних машин для сушіння. Проте, оскільки дослідним матеріалом являється тверде кулясте тіло зернини, то використання усіх методів є недоцільним та неможливим в даному випадку, так як можливість застосування деяких із них прийнятна лише для рідин, або ж для дрібнозернистих матеріалів. Тому, провівши комплексний аналіз усіх наявних методів підготовки до сушіння зернових сільськогосподарських матеріалів та врахувавши розміри та фізико-механічні властивості зерен сої, був запропонований новий метод інтенсифікації сушіння шляхом розсічення поверхні зернини.

Підготовка зерен сої шляхом розсічення поверхні може здійснюватися методом механічної дії робочих органів лущильних машин на матеріал з різними принципами дії, проте найбільшого поширення набули машини з ударним впливом на матеріал.

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Конструкція підготовки зерен сої до сушіння / С.М. Грушецький, Л.В. Макарова // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, “Перші наукові кроки – 2018” : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 78.
2. Котов Б.И. Технологические и теплоэнергетические основы повыше-ния эффективности сушки растительного сырья: дис. … доктора техн. наук: 05.20.01 / Борис Иванович Котов. – Глеваха, 1994. – 440 с.
3. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських матеріалів: монографія / В.Ф. Дідух . – Луцьк: ЛДТУ, 2002. – 165 с. 11.
4. Дударєв І.М. Обґрунтування технологічного процессу та параметрів сушарки льоносировини в рулонах: дис. … канд. техн. наук: 05.05.11 / Ігор Миколайович Дударєв. – Луцьк, 2007. – 208 с.
5. Панасюк С.Г. Обґрунтування параметрів технологічного процесу сушіння качанів кукурудзи : Дис... канд. наук: 05.05.11/ Світлана Григорівна Па-насюк. Вінниця. – 2008. – 178с.
6. Забродоцька Л.Ю. Дослідження та вдосконалення процесу сушіння вороху насіння трав: Монографія / Л.Ю. Забродоцька, Р.В. Кірчук. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2013. – 164 с.
7. Подоляк В.М. Вдосконалення процесу сушіння вороху льону в нерухомому товстому шарі: дисертація … канд. техн. наук: (05.20.01) / В.М. Подоляк; ЛДТУ. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 1999. – 204 с
8. Ящук А.А. Обґрунтування параметрів сушарки насіння льону олій-ного: дис. … канд. техн. наук: 05.05.11 / Ящук Андрій Анатолійович. – Кіровоград, 2014. – 171 с.

48. С.О. Берцулевич, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНАТОРА «КОМПАКТОР-4,0»

Базова машина – комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту – комбінатор «Компактор-4,0» призначений для передпосівного обробітку легких і середніх окультурених попередньо зораних ґрунтах з твердістю від 0,5 МПа до 2,0 МПа і вологістю від 13 % до 25 % на полях з схилом до 5° [1, 2].

Для забезпечення стабільної глибини обробітку, що регламентується агротехнічними вимогами окремих культур і в тому числі пшениці, необхідно попередньо вирівняти поверхню ґрунту, розбивши перед тим наявні грудки. Досягти цього можна, в залежності від типу робочих органів та конструкційного компонування машини, одним або двома робочими органами – котком або вирівнювачем. Зважаючи на необхідність в робочому стані комбінатора в опорній поверхні, є потреба спереду розмістити котки. В окремих випадках доцільно поєднати ці робочі органи, тобто після котків провести вирівнювання ґрунту, що дає можливість створити найсприятливіші умови роботи розпушуючих лап, що і виконано на базовій машині де, вслід за прутковим котком змонтовано ніж-вирівнювач.

Оскільки під час дії лап проявляється негативний вплив на вирівняність поля, то наступним повинен бути процес поновного вирівнювання, що і виконується встановленим прутковим котком та ножем-вирівнювачем аналогічної конструкції, як передні.

Формування насіннєвого ложа відбувається наступним котком шляхом ущільнення ґрунту на глибині посіву та наданні структурі поверхневого шару ґрунту потрібних параметрів. У базовому варіанті цю функцію виконує коток, який рекомендується змінити на прутковий.

В результаті вдосконалення, конструкційно-технологічна схема комбінованого агрегату для передпосівного обробітку ґрунту – комбінатора «Компактор-4,0», набуде наступного вигляду (рис. 1).

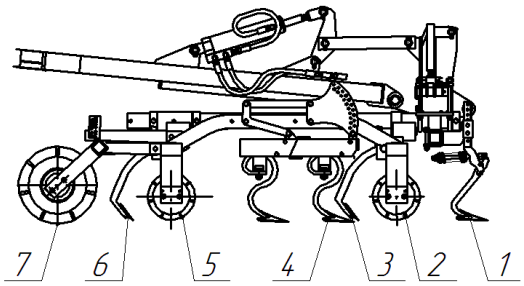


Рис. 1. Конструкційно-технологічна схема комбінатора «Компактор-4,0»:

1 – слідорозпушувачі; 2 – передній прутковий коток; 3 – передній ніж-вирівнювач; 4 – два ряди розпушуючих лап на пружній стовбі; 5 –задній прутковий коток; 6 – задній ніж-вирівнювач; 7 – прутковий коток насіннєвого ложа

Список використаних джерел

1. Гречкосій В. Д. Сучасна зарубіжна техніка для ґрунтозахисного землеробства / Журнал Аграрна техніка – 2008 – № 1.
2. Навчально-методичний комплекс з дисципліни «Інноваційні технології виробництва сільськогосподарської продукції» для студентів інженерно-технічного факультету (спеціальності (спеціалізації) 208 «Агроінженерія» («Механізація сільського господарства», «Процеси, машини та обладнання АПВ», «Транспортні технології та засоби в АПК»)) / Грушецький С.М. Подільський державний аграрно-технічний університет. – Кам'янець-Подільський, – 2016. – 561 с. *(Протокол ВР ПДАТУ №8 від 24 листопада 2016 р.).*

49. М.Л. Гуменюк, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

Гречана крупа містить 10% білків, 3% жиру, 66…68% крохмалю, 0,4% цукру, 13…15% клітковини, а також солі заліза, кальцію, фосфати та інші необхідні для живлення елементи. У зерні гречки містяться вітаміни групи В, нікотинова кислота, рутин, які відіграють важливу роль у фізіології людини [1].

Білок гречки цінніший від білка зернових культур, за фізіологічною цінністю білки гречаної крупи близькі до білків тваринного походження. Тому гречана крупа відноситься до

найцінніших дієтичних продуктів: для людей хворих на діабет, гіпертонію та ін. *Гречана каша – національна українська страва.*

Препарати з гречки застосовують у медицині. У зелених частинах гречки міститься значна кількість рутину (вітамін Р), який вживають для зниження ламкості кровоносних судин, при кровотечах.

Гречане борошно використовують для випікання млинців, дитячих каш, галушок. Для випікання хліба воно непридатне через відсутність у зерні клейковини, але його використовують у кондитерській промисловості для випікання печива.

Відходи при виробництві крупи, а також солому і полову використовують на корм худобі.

Гречка – прекрасний медонос. Збір меду з одного гектара може коливатися в межах 60…200 кг. Бджоли сприяють також кращому запиленню гречки, що суттєво підвищує її врожайність [1].

Необхідно також відзначити страхове значення гречки: при загибелі озимих або ранніх зернових ці площі пересівають гречкою, або просом, які мають відносно короткий

вегетаційний період. Завдяки цьому гречку використовують і для післяукісних та пожнивних посівів.

Агротехнічне значення гречки в тому, що вона зменшує забур'яненість полів; є добрим попередником для багатьох культур, оскільки засвоює важкодоступні сполуки фосфору і калію для власного живлення і залишає їх у ґрунті з рослинними рештками.

Родом гречка із Східної Азії, де вона відома майже 3 тис. років. На території Київської Русі цю культуру вирощували з першого століття. Посівна площа в світі – більше 4 млн. га, найбільші посівні площі в Російській федерації – біля 1,2 млн. га, в Україні висівають 350…400 тис. га (залежно від року) [1].

Серед зернових культур Враховуючи великі вимоги гречки до родючості ґрунтів, її висівають після кращих попередників – таких, як зернобобові, озимі, просапні культури, багаторічні трави.

Основний обробіток ґрунту включає лущення стерні та зяблеву оранку. При наявності однорічних бур'янів лущать дисковими лущильниками або дисковими боронами на глибину 6…8 см, багаторічних – дворазове лущення на 10…12 см.

Орють в серпні-вересні: на ґрунтах з глибоким орним шаром – на 25…27 см, а на дерново-підзолистих – на глибину орного шару. При розміщенні гречки після картоплі й цукрових буряків проводять оранку без попереднього лущення.

Навесні поле боронують у два сліди і 2…3 рази культивують: перший раз – на 10…12 см, другий – 6…8 см, а третій на глибину загортання насіння (6 см).

Органічні добрива вносять здебільшого під попередник, а мінеральні під основний обробіток ґрунту, в рядки при сівбі та в підживлення. У зв'язку з тим, що гречка негативно реагує на туки, до складу яких входить хлор (сильвініт, каїніт, карналіт, хлористий калій, калійна сіль), краще вносити безхлорні добрива (калімагнезію і калімаг, сірчанокислий калій, поташ). При сівбі у рядки вносять гранульований суперфосфат або нітрофоску в дозі 10 кг/га поживної речовини.

Сіють гречку добре виповненим насінням, протруєним 80%-ним ТМТД або 70% тигамом в дозі по 2 кг/т препарату, при прогріванні ґрунту па глибині 10 см до 12…14°С і коли мине загроза приморозків [2].

Спосіб сівби – звичайний рядковий, широкорядний, стрічковий і смуговий. Звичайний рядковий спосіб найбільше застосовують у районах достатнього зволоження, а широкорядний (міжряддя 45 см) та стрічковий і смуговий (ширина смуги 10…15 см, відстань між смугами 15 см) – у районах недостатнього зволоження і нестійкого та на забур'янених площах.

Норма висіву залежить від способу сівби й зони вирощування. На забур'янених площах і при стрічковій сівбі норму висіву збільшують на 15…20%.

Глибина загортання насіння 4…5, а на легких ґрунтах – 6…7 см.

Відразу ж після сівби поле коткують кільчастими або ребристими котками, а при утворенні кірки її знищують середніми зубовими боронами або ротаційними мотиками. Для боротьби з однорічними дводольними бур'янами застосовують гербіциди групи 2,4-Д, наприклад, амінну сіль у дозі 2 кг/га до появи сходів гречки або під передпосівну культивацію (в посушливу весну).

На широкорядних посівах розпушують ґрунт у міжряддях: перший раз після сходів на глибину 6…7 см, а другий – перед змиканням рослин у рядках на 10…12 см з підживленням.

При догляді за посівами велику увагу приділяють бджолозапиленню. Найкраще запилюються квітки, коли вулики з бджолами з розрахунку 2…4 на 1 га розташовані безпосередньо біля гречки [3].

Урожай збирають роздільним способом, коли 2/3 плодів мають бурий колір. При обмолочуванні валків частоту обертання барабана зменшують до 600…700 об/хв.

Зерно просушують до вологості 14…15%, при якій воно нормально зберігається.

У південних районах гречку часто розміщують у сівозміні після озимих культур на зелений корм або озимих та ярих, зібраних на зерно. Перед сівбою поле орють на 16…18 см з внесенням повного мінерального добрива у нормі 30…45 кг/га поживної речовини, старанно боронують і коткують важкими котками. *На чистих від бур'янів полях гречку сіють звичайним рядковим способом, а на засмічених – широкорядним або стрічковим.* Норму висіву порівняно з весняною сівбою збільшують на 15…20%. Насіння загортають також трохи глибше.

Догляд за посівами практично такий, як і за гречкою весняної сівби.

При вирощуванні гречки на зрошуваних землях проводять вологозарядковий полив (600…800 м^3/га) і 2…4 вегетаційних при поливній нормі 400…500 м^3/га води.

Список використаних джерел

1. Навчально-методичний комплекс з дисципліни «Інноваційні технології виробництва сільськогосподарської продукції» для студентів інженерно-технічного факультету (спеціальності (спеціалізації) 208 «Агроінженерія» («Механізація сільського господарства», «Процеси, машини та обладнання АПВ», «Транспортні технології та засоби в АПК»)) / Грушецький С.М. Подільський державний аграрно-технічний університет. – Кам'янець-Подільський, – 2016. – 561 с. *(Протокол ВР ПДАТУ №8 від 24 листопада 2016 р.).*
2. Грушецький С.М. Удосконалення конструкції висівного апарату зернової сівалки СЗ-3,6/ С.М. Грушецький, М.Л. Гуменюк // Матеріали XI Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, "Перші наукові кроки – 2017" : зб. наук. Праць / за заг. ред. І.М. Бендери, Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2017. – С. 58.
3. http://klyuch.com.ua/articles/economy/grechka-vstygnuty-vse/

50. Р.М. Головатий, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Посів цукрових буряків є важливою технологічною операцією, яка повинна забезпечувати рівномірний розподіл насіння по довжині рядка та створення оптимальних умов для його проростання. Взагалі, зразкове поле уявити не важко. Це, в залежності від забезпеченності вологою грунту, 88…124 тис. рослин на гектарі при відсутності бур'янів на ньому, повинно бути 4 шт. з інтервалом 250 мм, або по 6 шт. з інтервалом 160 мм на погонний метр рядка. Однак із впливом багатьох факторів на проростання насіння, цей процес неоднозначний і потребує диференційованого підходу як в процесі підготовки грунту до посіву, так і під час посіву [1].

Попри те, що врожайність цукрових буряків в Україні поступово зростає, порівняно з передовими аграрними країнами світу вона ще досить низька, а галузь у цілому характеризується високими затратами праці, енергетичних і матеріальних ресурсів.

Висока рентабельність буряківничої галузі в європейських країнах досягається за рахунок дотримання вимог до технологічних операцій, використання високопродуктивного насіння, сучасних методів захисту посівів, комплексного живлення рослин макро- і мікроелементами та мінімалізації витрат на реалізацію технології вирощування цукрових буряків.

Отже, нарощування обсягів і підвищення рентабельності виробництва цукрових буряків в Україні можливе за умови техніко-технологічного переоснащення галузі з урахуванням досвіду передових аграрних держав.

Завданням наших досліджень було визначення ефективності впровадження перспективних техніко-технологічних рішень у традиційну технологію вирощування цукрових буряків.

Попередник – озима пшениця. Під час проведення досліджень в технологію вирощування цукрових буряків, традиційну для більшості вітчизняних господарств, впроваджено такі зміни [2]:

1) Використання як органічних добрив побічної продукції врожаю попередника;

2) Посходова система захисту від шкідників, бур'яніві хвороб;

3) Перехід на гладку оранку оборотним плугом;

4) Сівба на кінцеву густоту з одночасним внесенням ґрунтових інсектицидів у рядки; 5) Позакореневе підживлення макро- і мікродобривами;

6) Застосування однофазного (комбайнового) збирання.

В результаті впроваджених змін традиційна технологія набула ознак європейської.

Ефективність застосування технічних засобів для обробітку ґрунту визначалась щодо кожної технологічної операції, однак загальна оцінка комплексу ґрунтообробних машин була проведена перед початком сівби.

За результатами оцінки передпосівного стану ґрунту встановлено, що зарубіжні машини, які застосовувались у європейській технології, забезпечили вищу якість підготовки ґрунту до сівби.

Використання зарубіжних ґрунтообробних машин дає змогу зменшити витрати палива на 13,8 кг/га і затрати праці на 1,56 люд·год./га. Однак зарубіжні машини дорожчі, що призвело до збільшення витрат на реновацію на 28 грн./га та ремонт і технічне обслуговування на 63 грн./га.

Сівбу насіння цукрових буряків на полі з традиційною технологією проводила сівалка точного висіву УПС-12 , а за європейською – пневматична просапна 12-рядкова сівалка Amity з пристроєм для внесення рідких агрохімікатів в рядки (рис. 1).

Рис. 1. Сівба насіння цукрових буряків сівалками Amity (а) та УПС-12 (б)

Відмінністю висівного модуля сівалки Amity від УПС-12 є наявність дводискового ножа, встановленого перед сошником. Диски ножа розміщені під кутом один до одного і утворюють клин. В європейській технології сівба проводилась на кінцеву густоту з одночасним внесенням в рядки ґрунтового інсектициду «Маршал».

Для сівби застосовувалось звичайне (традиційна технологія) і дражоване (європейська технологія) насіння цукрових буряків. За результатами проведених досліджень встановлено, що сівалка Amity забезпечує вищі показники якості виконання технологічного процесу.

Вищих показників якості виконання технологічного процесу сівалкою Amity досягнуто завдяки тому, що дискові ножі висівного модуля прорізали борозну однакової глибини, в яку направляється сошник. При потраплянні під сошник висівного модуля сівалки УПС-12 рослинних залишків він виходив із ґрунту, що спричинило збільшення нерівномірності глибини загортання і відсотка незагорнутого насіння. Прот е застосуваннясівалки Amity потребує більших на 150 грн/га затрат, хоча вона має вищі показники якості роботи і проводитьвнесення агрохімікатів у рядки.

Для внесення мінеральних добрив застосовувались машини МВД-900 та МХ-850L. Нерівномірність внесення добрив по ширині захвату машиною МХ-850L перебуває в межах від 10,8 % до 12,4 %, а машиною МВД-900 – 16,8–19,5 %. На проведення технологічних операцій системи живлення в європейській технології потрібно менше (на 18,21 кг/га)палива, ніж у традиційній.

Витрати на проведення прикореневого підживленняв традиційній технології становили 771 грн./га, в тому числі 350 грн./га на добрива. В європейській технології застосовувалось позакореневе підживлення рослин одночасно із внесенням засобів захисту і не потребувало додаткових витрат на проведення операцій, за винятком вартості добрив (375 грн./га).

Витрати на реалізацію системи живлення в традиційній і європейській технологіях становлять 2554 грн/га і 3091 грн/га відповідно. У структурі затрат на систему живлення в європейській технології 96 % становлять затрати на добрива.

Витрати на реалізацію традиційної технології вирощування цукрових буряків становлять 5722 грн./га, а європейської – 8416 грн./га. Структуру витрат на реалізацію систем технологічних операцій показано на рис. 2.

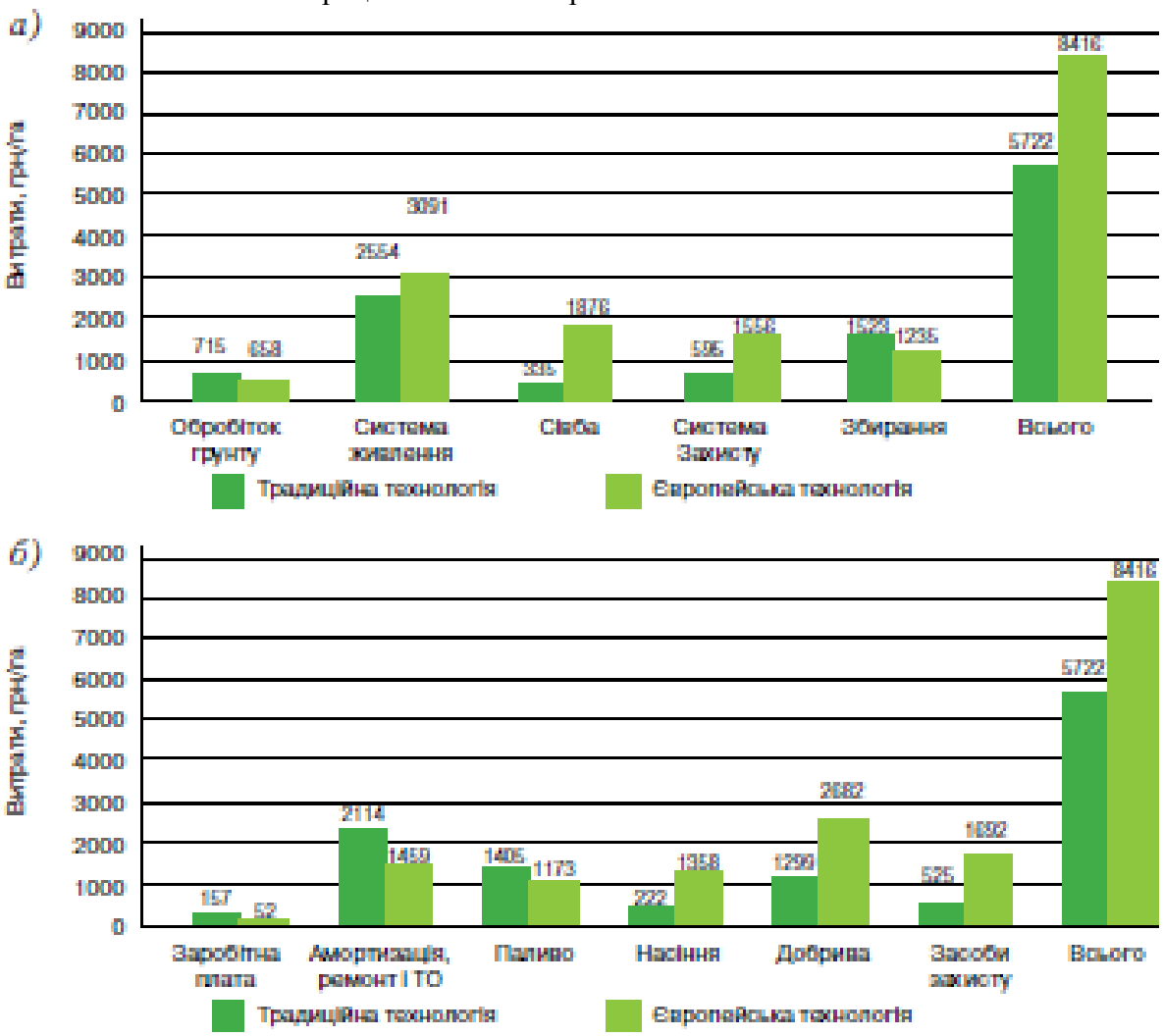


Рис. 2. Витрати на реалізацію традиційної і європейської технологій: а – систем технологічних операцій; б – статті витрат

Застосування сучасних техніко технологічних рішень вирощування цукрових буряків за європейською технологією забезпечило збільшення врожайності коренеплодів, зменшення витрат на одиницю продукції та збільшення прибутку.

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Удосконалення конструкції бурякової сівалки ССТ-12В/ С.М. Грушецький, Р.М. Головатий // Матеріали XI Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, “Перші наукові кроки – 2017” : зб. наук. Праць / за заг. ред. І.М. Бендери, Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2017. – С. 49.
2. Зубенко В.Ф., Роїк М.В. та ін.. Буряківництво. Проблеми інтенсифікації та ресурсозбереження. Друге доповнене видання.– К.: НВП ТОВ «Алфа – стевія ЛТД» – 2007. – 486 с.

51. П.М. Гогот, студент, С.М. Грушецький к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА МОДЕРНІЗОВАНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА КТН-1,0М

При обробітку картоплі, однією з найскладніших завдань є збирання. Із загальних трудовитрат і енерговитрат при вирощуванні на збирання припадає, відповідно, близько – 35…70% і 40...60%. [1].

Відомі підкопувальні робочі органи залежно від характеру дії на картопляний шар діляться на пасивні, активні і комбіновані, залежно від форми – на плоскі, секційні і циліндричні, а також форма вгнутої передньої частини аналогічна формі гнізда коренебульбоплодів, циліндроїдальна поверхня плоска, задня частина – випукла [пат. № 31779 Україна, МПК (2006) A01D 21/00] [2].

Запропонований картоплекопач роторний (рис. 1), однорядний призначений для підкопування картоплі, часткового відокремлення бульб від ґрунту і подачі їх в бік на зібране поле з послідуючим підбором картоплі вручну. Зони застосування копача – всі зони вирощування картоплі.

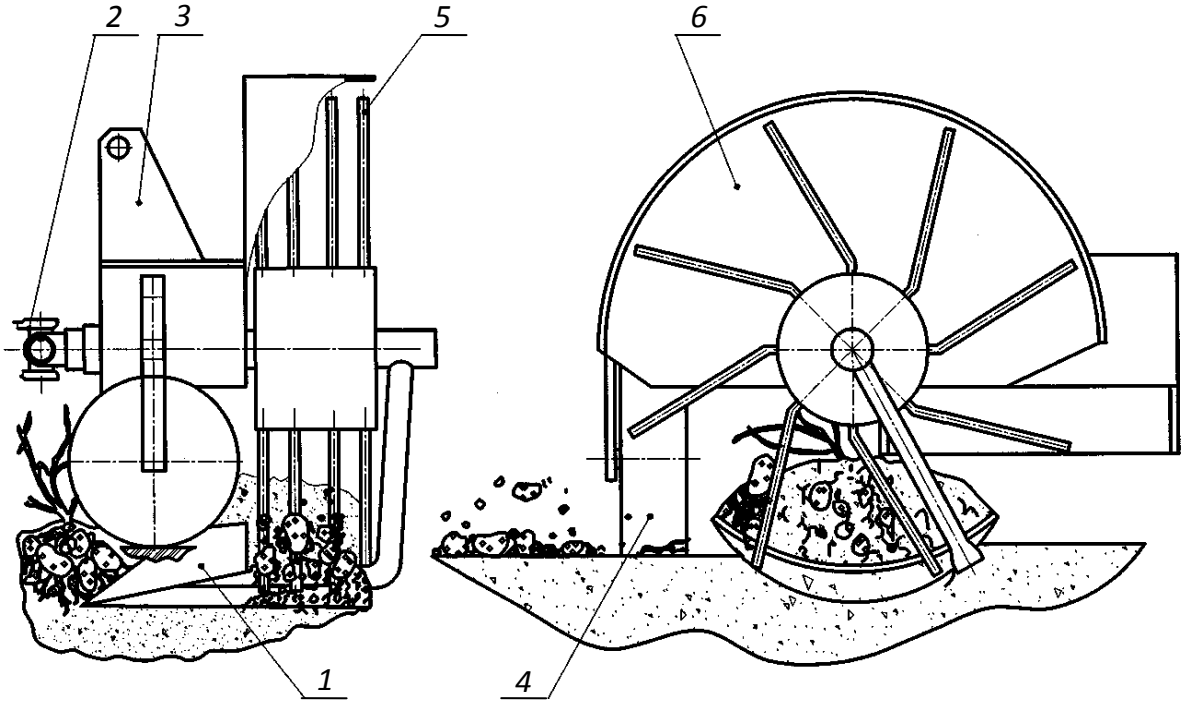


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема картоплекопача КТН-1,0М

1 – леміш; 2 – механізм приводу; 3 – навіска; 4 – колесо опорне; 5 – ротор; 6 – щиток

Удосконалена машина, а це картоплекопач роторного типу на основі копача КТН-1,0М, складається з наступних частин і вузлів [3]:

- рами, яка являється несучою металоконструкцією і призначена для встановлення на ній всіх основних допоміжних органів картоплекопача;

- підкопуючого робочого органу коритоподібної форми, який призначений для підрізання шару ґрунту в якому містяться кущі картоплі і подачі його до ротора;
- пристрою для регулювання глибини підкопування, що являє собою гвинтовий механізм, який переміщує копіювальне колесо вниз чи вгору відносно рами;
- ротора для відокремлення бульб від ґрунту і подачі їх в бік від підкопуваного рядка на викопане поле.

Ротор складається з барабана, до якого кріпиться вісім кидальних гребінок. Кожна гребінка складається з чотирьох зігнутих стальних пальців. Кожний палець при підході до барабана має виток навколо труби, тобто пальці мають пружну конструкцію і можуть при необхідності відхилятись назад. Кожний палець на закінчені прогумований.

Для приведення ротора в дію копач включає карданний вал, на якому змонтована запобіжна муфта, що необхідна для припинення передавання крутного моменту в випадках заклинювання ротора тощо.

Для зменшення колової швидкості та збільшення крутного моменту картоплекопач обладнаний ланцюговою передачею, що закрита від навколишнього середовища.

При удосконаленні цієї машини, так само, як при удосконаленні будь-якої сільськогосподарської машини, перед усім було звернено увагу на ті складові частини та вузли, від яких залежить якість роботи. Тобто такі питання, як зниження опору машини при її агрегатуванні, зменшення маси, спрощення складних вузлів, заміна дорогих матеріалів на менш дорогі, удосконалення пристроїв з якими контактує вихідний продукт і від яких залежить його якість, були поставлені на перший план.

Такими елементами в картоплекопачі виявились: леміш, пальці ротора та привод ротора (редуктор).

Підкопуючий робочий орган, леміш, безпосередньо контактує з ґрунтом і від досконалості його форми залежить опір, що чинить ґрунт при переміщені копача. Оптимізація форми цього робочого органу повинна дати можливість зменшити енергетичні витрати при агрегатуванні машини.

Пальці ротора розбивають ґрунт і контактують з картоплею. Відомо, що майже всі пошкодження бульб при збиранні картоплекопачами роторного типу відбувається від ударів пальців по поверхні бульби. Вирішення цієї недосконалості здійснилось за рахунок використання гумових насадок на кінцівки пальців.

Редуктор в старій конструкції, передачу крутного моменту здійснював бездоганно, але його велика маса та наявність в ньому оливи, для нормальної роботи передачі, рівень якої необхідно підтримувати, та можливість її протікання через ущільнювальну прокладку і забруднювати навколишнє середовище, що недопустимо, змусило замінити циліндричну передачу на ланцюгову.

Отже, бачимо, що створення картоплекопача на основі машини КТН-1,0М, пов’язане з рядом перечислених вже удосконалень. В цілому зміни повинні позитивно вплинути, як на експлуатаційні, так і на агротехнічні властивості машини.

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Основні способи і технології механізованого збирання картоплі/ С.М. Грушецький, П.М. Гогот // Матеріали XI Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, “Перші наукові кроки – 2017” : зб. наук. Праць / за заг. ред. І.М. Бендери, Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2017. – С. 48.
2. Пат. № 31779 Україна, МПК (2006) A01D21/00. Леміш коренебульбозбиральної машини / Грушецький С.М., Бендера І.М., Білоус С.В. (Україна). – № u 2007 12978; заявл. 23.11. 2007; опубл. 25.04. 2008, Бюл. № 8. – 6 с.
3. Грушецький С.М. Удосконалення картоплекопача КТН-1,0У/ С.М. Грушецький, П.М. Гогот // Матеріали X Всеукр. наук.-прак. конф., “Перші наукові кроки – 2016” : зб. наук. Праць / за заг. ред. І.М. Бендери, Ю.І. Панцира, В.І. Дуганця. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2016. – С. 29.

52. С.Ю. Кондратюк, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ ІЗ ТРАВ

Концепцією розвитку кормовиробництва в Україні на період до 2025 року поставлені завдання, серед яких особливе місце займає задача «максимального збереження поживних речовин від механічних втрат, в наслідок чого поживність сіна підвищується на 10-15%»[1].

За даними експертних оцінок, механічні втрати при заготівлі сіна з люцерни, в залежності від вологості під час збирання можуть сягати 15-45%. Дія робочих органів сінозбиральних машин на висушену траву неминуче призводить до оббивання і втрачання найбільш цінних, в кормовому відношенні, частин рослин - листків, бутонів, суцвіть та верхівок стебел рослин. Це не тільки зменшує збір сіна, але й суттєво впливає на його цінність, тому що втрачені частини рослин за вмістом поживних речовин в 2...3 рази перевищують стебла[1].

В зв’язку з цим удосконалення технологічних процесів заготівлі кормів із бобових трав, спрямоване на зменшення механічних втрат – є актуальним завданням. Перспективним у цьому відношенні є спосіб заготівлі сіна, який передбачає введення нової операції зволоження висушеного на полі корму, а виконання польових операцій з інтенсифікації процесу сушіння і операції підбирання проводять після того, як зволожений корм втратив кришимість.

На сьогодні галузь кормовиробництва має в своєму розпорядженні значну кількість технологій, які дозволяють заготовляти сіно в розсипному, пресованому та подрібненому вигляді [2-5].

В залежності від способу висушування трав розроблені технології можна розділити на дві групи, технології, які передбачають висушування сіна в полі (рис. 1) та з досушуванням активним вентилюванням.

Застосовуються технології, які дозволяють заготовляти сіно в розсипному та пресованому вигляді.

Для отримання якісного сіна з високим вмістом протеїну велику увагу приділяють пров’ялюванню трав, а саме періоду втрати рослинами вільної вологи. Інтенсифікують цей процес шляхом ворушіння маси, обертання і спушування валків. При досягненні вологості рослин 55-60 % стараються виключити перепад між зовнішньою і внутрішньою дифузіями шляхом формування трав у валки, використовуючи різноманітні граблі. Ворушіння застосовують, коли вже не можливо довести трави до потрібної вологості без додаткового обробітку, якщо маса попала під дощ. В усіх інших випадках розуміють, що кожна додаткова операція приводить до підвищення втрат листової частини і зниженню якості корму.

Найменш досконалою технологією заготівлі розсипного сіна є технологія заготівлі його з копнуванням. Згідно [6, 7] траву скошують, а якщо в травостої є бобові трави, то відразу плющать і залишають для прив’ялювання до вологості бобових не нижче 50 %, а злакових трав - 45 %.

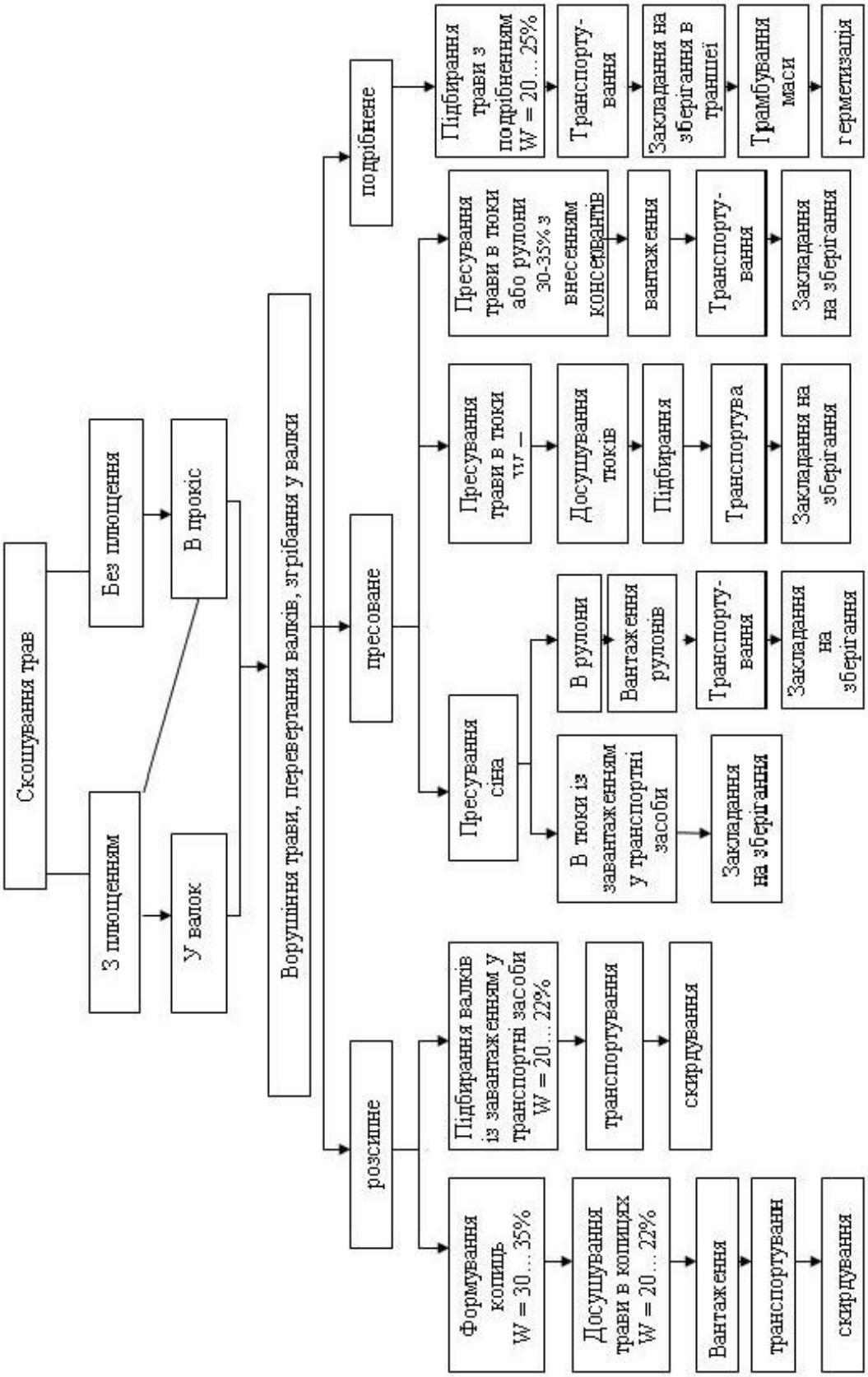


Рис. 1.Технологічна схема заготівлі сіна із сушінням трав в полі

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Удосконалення технологічних процесів заготівлі кормів із бобових трав / С.М. Грушецький, С.Ю. Кондратюк // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, “Перші наукові кроки – 2018” : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 76.

2. Альошин Н. В. Индустриальная технология производства кормов / Н. В. Альошин. – М. : Агропромиздат, 1986. – 175 с.
3. Бабич А.О. Довідник по заготівлі та зберіганню кормів / А.О. Бабич, С.Й. Олішинський, В. А. Ясенецький та інші. – Київ: Урожай, 1989. – 176 с.
4. Петриченко В.Ф. Виробництво, зберігання і використання кормів / И.П. Орлов, Д.И. Николаева, Е. И. Боровикова. – Вінниця, 2003. – 444 с.
5. Поединок В.Е. Комплексная механизация заготовки кормов / В.Е. Поединок. – М. : Агропромиздат, 1986. – 223 с.
6. Кравчук В. І. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів : Науково-практичний посібник / В.І. Кравчук, М.М. Луценко, М.П. Мечта. – К. : Фенікс, 2008. – 104 с.
7. Особов В. И. Механическая технология кормов / В.И. Особов – М. : Колос, 2009. – 344 с.

53. І.В. Громик, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ VII-ГО КЛАСУ

Виробництво зерна в Україні у сучасних умовах знаходиться на етапі зростання та збільшення валового збору. Навантаження на один фізичний ЗК складає 189 га, на технічно справний – приблизно 218 га або 770 т. Понад 70 % комбайнів мають термін експлуатації до 30 років з ймовірним значенням коефіцієнта готовності 0,4-0,7, які намолочують 200-600 т; втрати від біологічного осипання досягають мінімум 10 % від валового збору [1].

Причинами значних втрат вирощеного урожаю є високе фізичне навантаження на комбайн і низька ефективність використання наявного парку за потужністю двигуна та пропускною здатністю молотарки, агробіологічним станом хлібної маси, втратами зерна за молотаркою та ін.

В умовах реального виробництва потужність двигунів ЗК і пропускна здатність молотарки використовуються максимально до 57-63 % від номінального завантаження [2]. Безумовно, низьке завантаження є основною причиною низької продуктивності, затягування термінів жнив і значних втрат зерна від біологічного осипання та перевитрат палива. Втрати вирощеного урожаю через осипання і низький відсоток збирання продовольчих класів зерна у встановлені агротерміни є причиною значних збитків (≈1 млрд. $) вітчизняних аграріїв. Ось чому робота є актуальною, має значну практичну цінність як для виробників ЗК, так і для їх користувачів, а також у навчальному процесі при підготовці інженерних кадрів сільськогосподарського виробництва.

Нове покоління зернозбиральних комбайнів фірми CLAAS оснащено сучасними електронними системами поточного контролю, технологічних і експлуатаційних показників, характеристик, із записом їх у пам’ять бортового комп’ютера.

Інформація по технологічних і експлуатаційних показниках по закінченні роботи комбайна передається в центр фірми CLAAS. Керівники і спеціалісти сільгосппідприємств, власники комбайнів повну інформацію щодо експлуатаційних показників за конкретний або загальний термін збирання для аналізу не використовують з різних причин. Основна причина – великий масив даних для статистичного аналізу (в межах 90-100 сторінок машинного тексту), до 3000 одиниць показників за термін зміни.

Статистичний аналіз цих даних потребує певної кваліфікації і, головне, значної затрати часу для виявлення кореляційних залежностей. Ці причини є стимулюючим фактором для поглибленого аналізу експлуатаційних показників з боку споживачів. Комп’ютерні системи дозволяють роздрукувати в кольорі у вигляді діаграм за термін зміни шість експлуатаційних показників. Діаграми дають можливість наочно оцінити

межі і закономірності коливання кожного з експлуатаційних показників, що характеризують ефективність роботи комбайна у загінці. Із 54 фіксованих у комп'ютерах показників для оцінки вибрані 10 найбільш інформативних: дата і час роботи; швидкість руху комбайна, км/год.; частота обертання двигуна, об/хв.; відносний ступінь завантаження двигуна, %; частота обертання молотильного барабана, об/хв.; відносні витрати за соломотрясом, %; відносні витрати на решетах, %; сумарні витрати за МСП, %; продуктивність, т/год.; витрати палива, т/га [3].

На рисунку 1 показані залежності ступеня завантаження двигуна (%), основних експлуатаційних показників, середнього значення завантаження двигуна – середніх значень витрати палива за год. (л/год.), продуктивності за годину (т/год.), робочої швидкості в загінці (км/год.), питомої витрати палива (л/год.), відносних значень втрат зерна [4].

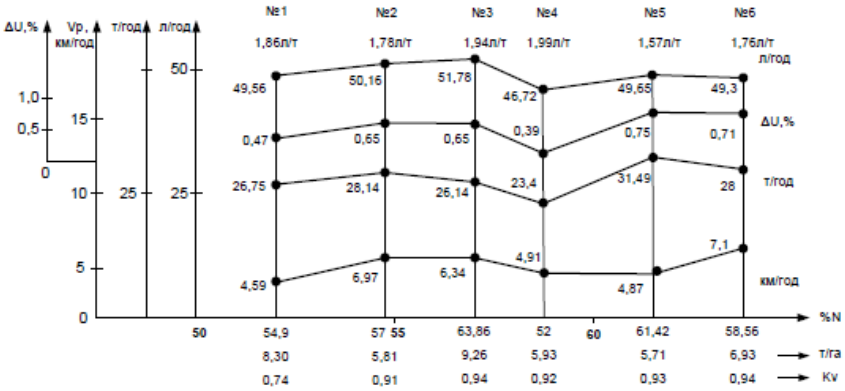


Рис. 1. Статистичні показники ефективності використання ЗК VII-го класу (№ – номери ЗК)

На сьомому місці за числовим значенням знаходиться кореляційний зв'язок між втратами урожаю і швидкістю руху комбайна в загінці. Середнє значення коефіцієнта кореляції $K_к$≈0,20. Висновок – у п'ятій і шостій позиції необхідно підвищувати робочі швидкості комбайнів в загінці. Комбайнер після намолоту зерна першого і другого бункерів зменшував робочу швидкість з урахуванням показань на моніторі відносних значень втрат зерна за МСП.

Середня ймовірна урожайність на площі поля, з якого урожай збирали комбайном представлена (табл. 1) [4].

Таблиця 1

Розрахункові значення експлуатаційних показників роботи ЗК VII-го класу

Позначення	№ комбайна						
	1515	1518	1771	1768	1769	1770	Σ/n_i
$Q_г$, л/год	49,57	51,72	49,68	45,12	46,46	38,15	46,78
$Q_{га}$, л/га	8,30	8,90	14,61	14,34	10,72	14,78	11,94
ΔQ, л/т	1,86	1,94	1,58	2,20	1,71	2,28	1,94
ΔU, %	5,26	28,23	21,37	13,0	33	10,67	18,58
ΔS, $м^2$	30,60	43,60	32,50	33,0	43,68	24,6	34,66
$U_г$, т/зміну	384,82	499,68	475,03	125,67	183,88	120,82	189
Δm, од	35<208	94<146	150<230	41<237	107<142	67<165	182<188
ΔΔU, %/$м^2$	0,17<1%	0,65<1%	0,65<1%	0,39<1%	0,75<1%	0,41<1%	0,5<1%
$W_г$, га/зміну	46,13	83,41	51,44	37,36	36,26	30,11	28,52
$W_г$, га/год.	3,24	4,58	3,40	3,45	4,59	2,58	3,64
$U_{га}$, т/га	8,30	5,81	9,26	5,93	5,71	6,62	6,93
$T_г$, год.	14,44	18,75	15,09	5,35	7,90	7,07	
	26,64	26,6	31,48	20,45	23,41	17,0	

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Статистичні характеристики відносних значень механічних втрат зерна відносно середніх значень по номерах комбайнах [4]

№ п/п	Середні значення						
	№ комбайна						
	1515	1518	1771	1766	1768	1769	1770
ΔU, %	5,26	28,24	21,37	28,31	12,99	32,93	10,17
Д	34,24	544,79	380,20	259,62	122,33	462,27	80,96
σ	5,85	23,34	19,50	16,12	11,06	21,50	8,99
K_v	1,11	0,83	0,91	0,57	0,85	0,653	0,86

Суттєвими для виробників служать такі питомі показники: витрата палива на збирання 1 га зернової культури (л/га) і питома витрата палива на збирання 1 тонни зерна (л/т). Найменша витрата палива 8,30 л/га була за комбайном № 1515 при збиранні зернової культури (пшениця) урожайністю $U_{га}$= 8,30 т/га, завантаження двигуна N_e = 14,9%. Сумарні витрати за термін зміни за середніми значеннями дорівнюють 5,26%. Питомі відносні втрати зерна за МСП становлять 0,17% на 1 м^2 а при 1,5%, що складає 18,33% від нормативного значення. Числове значення фактичних втрат зерна на 1 м^2 становить 35 одиниць при нормативних 208 одиницях. Якщо у виробничих умовах оператор у виборі робочої швидкості в загінці керується відносними значеннями візуального приладу, розміщеного в кабіні, то робочу швидкість можна підвищувати до 6 км/год., тобто продуктивність можна збільшувати на 30%. Намолот зерна за 1 годину збільшиться від 26,65 до 35 т/год., у гектарах – від 3,21 до 4,26 га/год., за контрольований термін можливо зібрати ≈ 60 (га), намолот зерна – до 500 т.

Список використаних джерел

1. Технічний сервіс в АПК : навчально-методичний комплекс : навч. посіб. для студентів інжен. спец. на осв.-кваліф. рівні “Бакалавр” напрямку “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва” / [С.М. Грушецький, І.М. Бендера, О.В. Козаченко та ін.] за ред. С.М. Грушецького, І.М. Бендери. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин Я.І., 2014. – 680 с. ISBN 978-617-7052-23-3 *(Лист МОНУ № 1/11-17393 від 13 листопада 2013р.).*

2. Руководство по эксплуатациикомбайнафирмы CLAASLEXION 770-620, тип С59-С50Издание для Европы К6, 2012. – 1028 с.

3. Руководство по эксплуатациикомбайнафирмы CLAASLEXION 560 / 550, LEXION 540 / 540 C, LEXION 530 / 520 / 510.Издание для Европы К6, 2012. – 600 с.

4. Демко О.А. Обґрунтування техніко-технологічної ефективності використання зернозбиральних комбайнів[Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / О.А. Демко. – Київ, 2016. – 24, [1] с.

54. Д.П. Гафійчук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

КЛАСИФІКАЦІЯ СТОЯКІВ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЗА КОНСТРУКЦІЄЮ КРІПЛЕННЯ

В сучасних технологіях аграрного виробництва сільськогосподарської продукції відбуваються суттєві якісні зміни, обумовлені інтенсифікацією виробничих процесів з одночасним ресурсозбереженням. Відповідно цим змінам необхідно вдосконалювати сільськогосподарські агрегатів, щоб забезпечити оптимальні технологічні режими їх роботи з мінімальними енергетичними витратами та підвищити надійність вузлів і агрегатів. Особливого значення набуває вирішення цих завдань для ґрунтообробних

агрегатів [1], зокрема дискаторів, оскільки вони забезпечують 60-80 % попереднього та основного обробітку ґрунту.

Виробництво сільськогосподарської продукції за технологією, що базується на мінімальному обробітку ґрунту різниться за рівнем оснащеності технічними засобами, інтенсивністю використання добрив та засобів захисту рослин. Необхідність підтримання балансу поживних речовин для культурних рослин в ґрунті ускладнює планування організаційно-господарських заходів за умов відсутності органічних добрив. Залишена на поверхні поля нетоварна частина врожаю стає вирішальним чинником у подальшому виконанні технологічних операцій та формує вимоги до виконавчих знарядь. Подрібнення соломи з одночасним її розкиданням на полі дозволяє покращити фізичні, хімічні і біологічні властивості ґрунтів та зменшити ерозію [2]. Потужні зернозбиральні комбайни з шириною захвату жниварки більше 6 м в яких подрібнювачі нездатні рівномірно розподілити її по всій ширини захвату [3]. Найбільш поширеним (близько 70-85 % технологічних операцій) способом керування рослинними рештками є застосування дискових знарядь. Тому, розробка дискових ґрунтообробних агрегатів, з новими техніко-технологічними характеристиками для забезпечення якісного лущення стерні в тому числі при великій кількості рослинних решток без забивання, є одним з альтернативних шляхів підвищення ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Встановлення в ґрунтообробних агрегатах сферичних дисків на індивідуальному стояку виключає можливість забивання міждискового простору, зменшує потребу в тяговій потужності. Наряду з цим постає завдання захисту підшипникової опори та ріжучої кромки диска від руйнування при перевантаженнях. Досвід використання пружних стояків робочих органів культиваторів та позитивний прогноз їх розвитку відкриває нові можливості для підвищення надійності дискових ґрунтообробних агрегатів [4].

Головною властивістю пружних стояків є підвищення енергоефективності знаряддя, що на даний час лишається поза увагою дослідників. Робочі органи встановлені на пружних стояках коливаються внаслідок нерівномірності сил опору ґрунту, завдяки чому руйнування ґрунту відбувається при менших затратах енергії, що зменшує витрати палива ґрунтообробним агрегатом [5]. Дискатор з пружними стояками може мати кращу пристосованість до рельєфу поля, а отже, можливість забезпечення необхідної якості обробітку ґрунту. Поглинання динамічних навантажень дає можливість збільшення швидкості руху агрегата для підвищення продуктивності без погіршення стійкості ходу робочих органів по глибині [6].

Технічні рішення конструкцій стояків дискаторів закордонного виробництва передбачають можливість відхилення робочого органу.

Запропоновано класифікацію стояків кріплення дискових робочих органів до рами агрегату, що включає групи сформовані за кількістю об’єднаних робочих органів, за рухомістю кріплення та формою кріплення до робочого органу (рис. 1).

Рис. 1. Класифікація стояків дискових робочих органів за конструкцією кріплення (запропонована)

Основне призначення гнучких стояків, розглянутих конструкцій, це запобіжники від руйнування підшипникової опори чи викришування крайки диска у разі перевантаження, демпфери пікових динамічних навантажень, або засоби копіювання нерівностей рельєфу поля. Разом з тим, кріплення дискових робочих органів до рами агрегату запропоновано розглянути як засіб підвищення енергоефективності функціонування дискових ґрунтообробних агрегатів з врахуванням динаміки робочих органів.

Коливання пружних стояків при усталеному технологічному процесі можуть бути використані для зниження енергомісткості обробітку ґрунту дисковими робочими органами, що потребує обґрунтування конструкційних параметрів та динамічних характеристик пружних стояків з дотриманням вимог рівномірності ходу диска по глибині.

Список використаних джерел

1. Кравчук В. І. Алгоритм розвитку сільськогосподасрького машинобудування на сучасному етапі / Володимир Іванович Кравчук. // Техніка і технології АПК. – 2011. – №2 (17). – С. 32-33.

2. Основні напрями ефективного використання соломи та рослинних решток у сільському господарстві і задачі досліджень / В. П.Ситник, В. В. Адамчук, Я. С. Гуков, М.

І. Грицишин. // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2009. – Вип. 93. – С. 13-22.
3. Паскарик В. Вплив стану стеблостою сільськогосподарських культур на функціональні показники широкозахватних зернозбиральних комбайнів в умовах західного регіону України / В. Паскарик, О. Бахур. // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2010. – Вип. 14 (28). – С. 191-195.
4. Рябцев Г. О. Енергетичні показники роботи культиватора з пружною підвіскою лап / Г. О. Рябцев, М. І. Стовба, В. А. Мирошниченко. // Механізація і електрифікація сільського господарства. – 1972. – Вип. 22. – С. 69-72.
5. Гриненко О. Доцільність використання ґрунтообробних агрегатів з гнучким кріпленням робочих органів / О. Гриненко, С. Маринін // Техніка і технології АПК. – 2011. – №2 (17). – С. 32-33.
6. Гриненко О. Дослідження коливань дискових ґрунтообробних знарядь / О. Гриненко, С. Лебедєв // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2011. – Вип. 15 (29). – С. 50-53.

55. Д.В. Лахтін студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ҐРУНТОВОГО ТЕПЛООБМІННИКА

Мікроклімат у тваринницькому приміщенні – це клімат обмеженого простору, що включає в себе сукупність факторів середовища: температура, вологість, швидкість руху і охолоджуюча здатність повітря, атмосферний тиск, рівень шуму, вміст завислих у повітрі пилових частинок і мікроорганізмів, газовий склад повітря, тощо. Створення та підтримка мікроклімату в тваринницьких приміщеннях пов'язані з вирішенням комплексу наукових та інженерно-технічних завдань і разом з повноцінним годуванням є визначальним чинником у забезпеченні тварин здоров'ям, їх відтворювальною здатністю та отримання від них, максимальної кількості продукції високої якості [1].

Сучасні технології утримання тварин пред’являють високі вимоги до мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. На думку вчених, фахівців тваринництва та технологів, продуктивність тварин на 50-60 % визначається кормами, на 15-20 % – доглядом і на 10-30 % – мікрокліматом в тваринницькому приміщенні [2-5].

Відхилення параметрів мікроклімату від встановлених меж призводить до скорочення надоїв молока на 10-20 %, приросту живої маси – на 20-33 %, збільшення відходу молодняку – до 5-40 %, зменшенню несучості курей – на 30-35 %, додаткової витрати кількості кормів, скорочення терміну служби обладнання, машин і самих будівель, зниження стійкості тварин до захворювань [1].

Тому, в загальному комплексі завдань по економії і ефективному використанню паливно-енергетичних ресурсів, одним із важливих напрямків є розробка та впровадження енергозберігаючого обладнання для створення нормативних параметрів мікроклімату в тваринницьких приміщеннях.

Враховуючи програму експериментальних досліджень для визначення показників роботи вертикального ґрунтового теплообмінника була розроблена і виготовлена експериментальна установка (система вентиляції)[6]. Експериментальна установка (рис. 1) складається з вертикального ґрунтового теплообмінника, системи подачі повітря та реєстрації температури зовнішнього і припливного повітря.

Ґрунтовий теплообмінник конструктивно складається з наступних основних частин:

- обсадної поліпропіленової труби, яка розміщена в вертикальній свердловині, а на поверхні має вихідний теплоізольований патрубок;

- діаметрально розміщеного в корпусі теплообмінника за допомогою центруючих дистанційних втулок-завихрювачів нагнітаючого повітропроводу;

- нагнітаючого відцентрового вентилятора.

Обсадна труба окрім свого основного призначення виконує роль корпусу теплообмінника і служить як теплообмінна поверхня між ґрунтом і повітрям, яке прокачується в міжтрубному просторі.

По нагнітаючому повітропроводу зовнішнє повітря потрапляє в нижню частину теплообмінника, а дистанційні втулки-завихрювачі інтенсифікують процес теплообміну між корпусом і повітрям.

Рис. 1. Експериментальна установка: 1 – обсадна труба ґрунтового теплообмінника; 2 – нагнітальний повітропровід; 3 – відцентровий вентилятор; 4 – частотний перетворювач Danfoss VLT Micro Drive M3; 5 – багатоканальний пристрій моніторингу температури

Вентилятор забезпечує подачу повітря в теплообмінник. Для регулювання подачі повітря застосовується частотний перетворювач Danfoss VLT Micro Drive M3.

Для запису на флеш-пам’ять значень температур зовнішнього і прип-ливного повітря був розроблений багатоканальний пристрій (рис. 2).

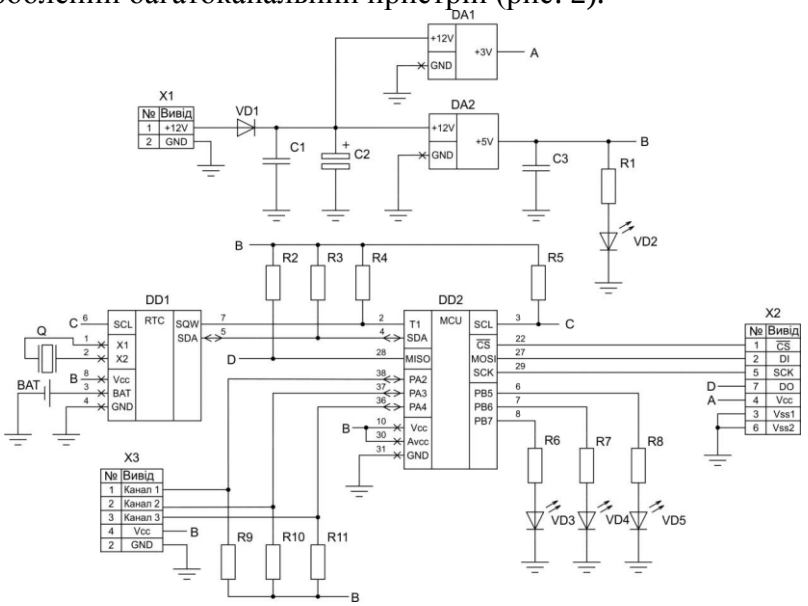


Рис. 2. Схема електрична принципова багатоканального пристрою для моніторингу температури:

DA1, DA2 – стабілізатори напруги; DD1 – годинникова мікросхема; DS1307; DD2 – мікроконтролер ATmega 16; C1 – C3 – конденсатори; R1 – R11 – резистори; VD1 – випрямляючий діод; VD2 – VD5 – сигнальні світлодіоди; Q – кварцовий резонатор; BAT – резерв-не джерело живлення годинникової мікросхеми; X1 – роз'їм для підключення джерела живлення пристрою; X2 – роз'їм для підключення карти пам`яті; X3 – роз'їм для підключення датчиків температури.

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Конструкційно-технологічна схема ґрунтового теплообмінника / С.М. Грушецький, Д.В. Лахтін // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, "Перші наукові кроки – 2018" : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 69.
2. Пат. 4323113 США, US19800202587 19801031. Подземная система подогрева или охлаждения воздуха : Пат. 4323113 США, US19800202587 19801031/ Leroy S (USA) №4323113; заяв. 1982-04-06.
3. Пат. 2445554 РФ, C1, МПК F24J 2/42. Система теплоснабжения и горячего водоснабжения на основе возобновляемых источников энергии / А.Б. Алхасов, Д.А. Алхасова - 2010135098/06; Заявлено 20.08.2010; Опубл. 20.04.2011, Бюл. 33.
4. Пат. 6293120 (B1) США, 2000101 US20000688097. Система кондиционирования воздуха в здании с использованием геотермальной энергии : Пат. 6293120 США, 2000101 US20000688097/ TOKO KOGYO KK [США] №6293120; заяв. 2001-09-25.
5. Пат. WO 8002736 (A1) США, 19800528 WO1980SE00152. Использование грунта под зданием для аккумулирования и/или извлечения тепловой энергии : Пат WO 8002736 (A1) США, SE19790004732 19790530/ HAGCON-SULT AB [SE]; SOEDERSTROEM U [C]; SAHLSTROEM P [C]+; заяв. 1980-12-11.
6. Долгіх Д.О. Результати експериментальних досліджень роботи повітряного ґрунтового теплообмінника / Д. О. Долгіх, О. С. Ковязін, Є. О. Ренсевич // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник «Конс-146 труювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Вип. 43., Ч – 1, Кіровоград 2013, С. 263-268.

56. М.В. Корнійчук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОЛОКОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ В ДОЇЛЬНОМУ АПАРАТІ

На сьогодні існує широкий вибір високопродуктивних доїльних установок із системами сервоконтролю їх молочно-вакуумних систем, основним критерієм ефективної експлуатації яких є енерговитрати.

Одним з недоліків таких установок є нестаціонарні коливання вакуумного режиму, які згідно зоотехнічних та міжнародних техніко-технологічних вимог призводять до значного технологічного впливу на мікроструктуру молока та фізіологічний стан тварини. Таким чином, підвищення ефективності експлуатації доїльних установок шляхом стабілізації вакуумного режиму має народногосподарське значення і є актуальним [1].

Перелік параметрів і характеристик доїльних установок, які підлягають контролю і регулюванню, регламентуються міжнародними стандартами ISO 5707 [2] і ISO 6690 [3]. В зазначених стандартах передбачені методи оцінки функціонування молочних та вакуумних систем молочно-доїльних машин, які реалізується в процесі доїння. Однак немає єдиної загальної методики експериментальних досліджень процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті.

Для реалізації методики експериментальних досліджень створено експериментальний стенд доїльної установки, який відповідає вимогам ISO 5707 [2] і має точки для підключення реєструючої апаратури згідно з ISO 3918 [4] (рис. 1.). На

створеному стенді є можливість імітувати технологічний процес доїння на доїльних апаратах одночасної та попарної дії при підключені їх до верхнього (рис. 1-2) та нижнього (рис. 3) молокопроводів.

Основними елементами, які були задіяні під час досліджень, були доїльні апарати одночасної і попарної дії (доїльні стакани, колектор, пульсатор, молочний і вакуумний шланги), фотокамера, осцилограф, до якого підключені датчики вакуумметричного тиску (рис. 4).

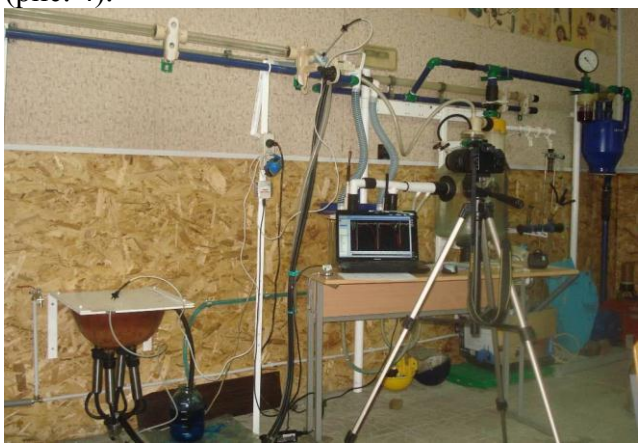


Рис. 1. Загальний вид експериментального стенду доїльної установки із доїльним апаратом одночасної дії при підключені його до верхнього молокопроводу

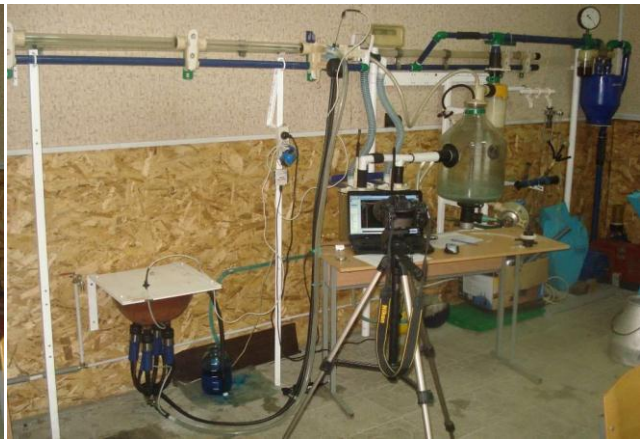


Рис. 2. Загальний вид експериментального стенду доїльної установки із доїльним апаратом попарної дії при підключені його до верхнього молокопроводу

Рис. 3. Загальний вид експериментального стенду доїльної установки із доїльним апаратом одночасної дії при підключені його до нижнього молокопроводу

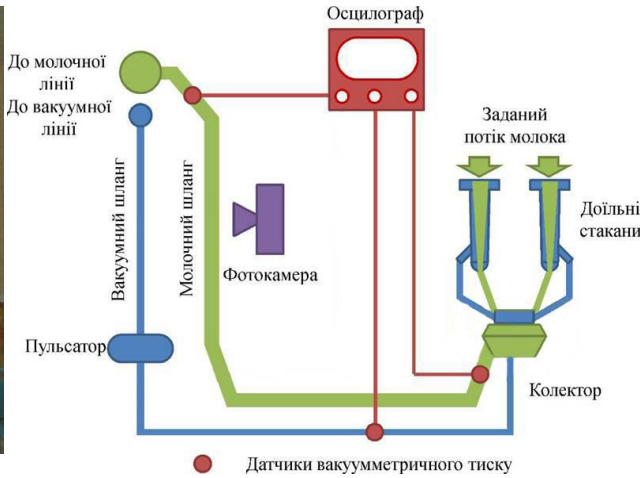


Рис. 4. Схема підключення реєструючої апаратури до доїльного апарата

Об’єктами досліджень є двотактний доїльний апарат одночасної дії «Майга» і доїльний апарат попарного доїння Milk-Rite. На обох доїльних апараах є можливість регулювати частоту і фази пульсацій.

Дослідження процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті проводяться за наступними факторами: робочий тиск вакуумної системи Р, кПа, частота пульсацій ζ, хв.$^{-1}$, швидкість виведення молока Q_M, л/хв.

Умовами проведення досліджень були: діаметр молочного шланга – 14 мм; довжина молочного шланга – 2,5 м; висота верхнього молокопроводу по відношенню до

підвісної частини доїльного апарата – 1,4 м; висота нижнього молокопроводу по відношенню до підвісної частини доїльного апарата – 1,0 м.

Критеріями оцінки досліджень є флуктуація вакууму ΔP, кПа, режим течії молочно-повітряної суміші і продуктивність доїльного апарата q, л/хв.

Динаміка вакуумметричного тиску вимірюється з використанням датчика тиску MPX5100DP і фіксувалася цифровим осцилографом, який реалізовано на основі аналого-цифрового перетворювача NIUSB-6008 і персонального комп'ютера із програмним пакетом NISignalExpress 2012.

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Доїльна установка із системою сервоконтролю ротаційного пластинчатого вакуумного насоса / С.М. Грушецький, М.В. Корнійчук // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, "Перші наукові кроки – 2018" : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 59.
2. ISO 5707. Milking machine installations – Construction and performance. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 52 p.
3. ISO 6690. Milking machine installations – Mechanical tests. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 46 p.
4. ISO 3918. Milking machine installations – Vocabulary. – Geneva, Swit-zerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 42 p.

57. М.О. Дудар, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА МОЛОТАРКА КУКУРУДЗИ ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Україна за своїми природно-кліматичними умовами має всі передумови для інтенсивного ведення рослинництва і тваринництва. В рослинництві одне з провідних місць серед зернових та кормових культур займає кукурудза. Ця культура має ряд цінних якостей, які широко використовуються в агропромисловому комплексі.

У наш час із кукурудзи виробляють близько 3500 видів продукції. Ця культура має велике значення як високоенергетичний корм для всіх видів тварин та птахів. Для того, щоб збалансувати корм за науково обґрунтованими раціонами. необхідно мати у складі комбікормів не менше 30-40% високоенергетичного зерна кукурудзи [1].

Тому збільшення обсягів виробництва зерна кукурудзи є одним із перспективних завдань сільського господарства. Для вирішення цього завдання необхідно підвищувати ефективність виконання технологічних процесів виробництва і обробки зерна кукурудзи шляхом удосконалення існуючої та створення нової, більш ефективної техніки.

У процесі виробництва зерна кукурудзи найбільш трудомістким є збирання врожаю 60...80% від загальних затрат праці [1]. Останнім етапом збирання кукурудзи є обмолот качанів, якість якого характеризується двома основними показниками – травмування зерна та недомолот качанів.

З проблемою обмолоту качанів зіштовхуються як невеликі фермерські підприємства так просте населення. У невеликих агроформувань не вистачає коштів для закупівлі нової техніки, то що вже й говорити про простих селян. Відповідно назріла проблема розвитку невеликих за потужністю пунктів обмолоту, для надання послуг по обмолоту качанів кукурудзи. Як показує світовий досвід що, найбільш продуктивні підприємства приватної власності.

На основі проведених досліджень було розроблено структурний граф аксіально-роторної системи обмолоту, що дозволило висунути гіпотезу щодо підвищення ефективності технологічного процесу обмолоту качанів кукурудзи шляхом зниження енергоємності та

підвищення якості обмолоту за рахунок удосконалення конструкції деки з раціональним розподілом сил удару і тертя в молотильній камері [2].

На підставі цього розроблено конструктивно-технологічну схему молотарки качанів кукурудзи з раціональним розподілом сил удару і тертя в молотильній камері, побудовано розрахункову модель її функціонування та вивчено фізичну суть процесу обмолоту качанів кукурудзи (рис. 1) [3].

Роторний пристрій для обмолоту качанів кукурудзи включає раму, яка кріпиться до фундаменту, завантажувальний лоток, молотильну камеру, привод та вивантажувальний лоток. Згідно корисної моделі, бажаний ефект забезпечується тим, що напрям гвинтової лінії корпуса та ротора, напрям обертання останнього сприяють руху качанів вверх по конусу з обмолотом зерна.У зв'язку з різною швидкістю дії бичів на качани по висоті ротора, очікується різна ступінь пошкодження зерна. Установка вигрузних лотків на різній вистоті корпуса дозволяє отримувати зерно на насіння, продовольче, та фуражне. Відцентровому переміщенню зерна сприяє потік повітря від крилачів встановених на валу ротора. Вимолочені качани захвачують вигрузним крилачем і подаються у відповідний бункер.

На рис. 1 зображено роторний пристрій для обмолоту качанів кукурудзи, вигляд збоку.

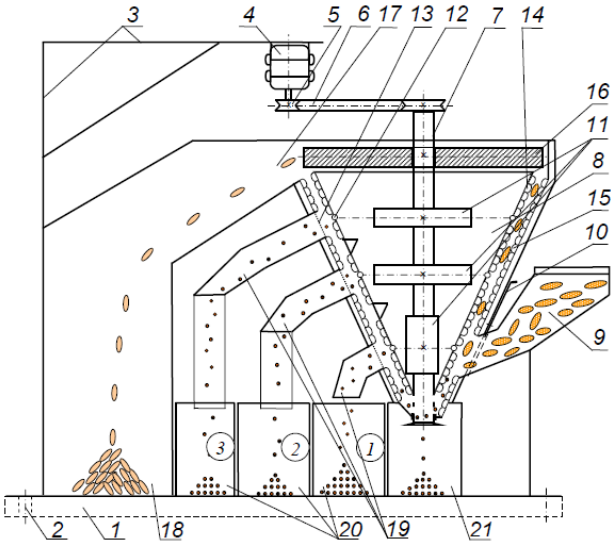


Рис. 1. Роторний пристрій для обмолоту качанів кукурудзи

Роторний пристрій для обмолоту качанів кукурудзи включає раму 1, яка має чотири отвори 2 для кріплення до фундаменту. До рами приварюються швелера 3 на одному з якихкріпиться електродвигун 4, де через привід 5 і клиново-пасову передачу 6 приводиться у обертальний рух вал 7 конусного ротора 8. Конусний ротор складається із загрузочного лотка 9 який регулюється заслінкою 10 і трьома обертаючими навколо своєї осі, різного діаметра крилачами 11 які подають потік повітря 12 на решето 13. На корпусі ротора розміщені ударні елементи 14 і протиударні 15 між якими проходить обмолочуваний качан кукурудзи. Обмолочений качан викидається вигрузним крилачем 16 у вигрузний лоток 17 тари обмолочених качанів 18, а зерно через лоток сходу 19 у лоток для зерна 20 (1 – на насіння, 2 – продовольче, 3 – на фураж) і бункер для залишків 21.

Працює пристрій для обмолоту качанів кукурудзи таким чином. Качани, через загрузочний лоток 9 попадають між гвинтові протиударні елементи 15, та конусного ротора 8, який отримує привід від електродвигуна 4, через ремінну передачу 6. Напрям гвинтової лінії корпуса та ротора, напрям обертання останнього сприяють руху качанів вверх по конусу з обмолотом зерна.

У зв'язку з різною швидкістю дії ударних елементів на качани по висоті ротора, очікується різна ступінь пошкодження зерна.

Установка вигрузних лотків на різній вистоті корпуса дозволяє отримувати зерно на насіння (лоток 1), продовольче (лоток 2), та на фураж (лоток 3). Відцентровому переміщенню зерна сприяє потік повітря 12 від крилачів встановених на валу ротора 11.

Вимолочені качани захвачують вигрузним крилачем 16 і подаються у відповідний бункер.

Список використаних джерел

1. Дудар М.О. Розробка багатофункціональної молотарки кукурудзи для фермерських господарств[Текст] : наук. роб. : 05.05.11 / Городинський В.О., Грушецький С.М. – Харків, 2018. – 73 с.
2. Грушецький С.М. Аксіально-роторна система обмолоту качанів кукурудзи[Текст]/ С.М. Грушецький, М.О. Дудар // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, "Перші наукові кроки – 2018" : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 58.
3. Пат. № 113087 Україна, МПК (2016.01) A01F11/00,A01F11/06 (2006.01),. A01F12/10, (2006.01), A01F12/18, (2006.01). Роторний пристрій для обмолоту качанів кукурудзи [Текст] / Бендера І.М., Матвєйцов С.Ю., Матвєйцова Л.Б., Забара Є.В., Дудар М.О. (Україна). – № u 2016 07186; заявл. 02.07. 2016; опубл. 10.01. 2017, Бюл. № 1. – 4 с.

58. Т.М. Коваль, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ПОДРІБНЮВАЛЬНИХ АПАРАТІВ МАШИН ДЛЯ ПІДБИРАННЯ МАСИ

Розвиток тваринництва не можливий без стійкої кормової бази. Для годівлі тварин використовують усі різновиди стеблових кормів: зелений корм, сінаж, силос, сіно, із яких 85 % піддають подрібненню [1].

Подрібнення листостеблової маси є однією із енергоємних операцій у загальному процесі заготівлі. Від виконання цієї операції залежить якість корму, зокрема сінажу.

У зв'язку із цим розробка та впровадження подрібнювальних апаратів, здатних зменшити витрати енергії на подрібнення та зменшити втрати поживних речовин є актуальним народногосподарським завданням.

Одним із напрямків розв'язання згаданих недоліків є використання у технологічному процесі заготівлі сінажу бітерно-ножового подрібнювального апарата з активними дисковими ножами.

Енергоємність технологічного процесу подрібнення-транспортування маси знижується, надійність роботи апарата підвищується при використанні бітерно-ножових подрібнювальних апаратів, які здійснюють багатоплощине різання із швидкістю 4-8 м/с. Такі апарати використовуються у конструкційно-технологічних схемах прес-підбирачів та візків-підбирачів таких відомих зарубіжних фірм як: Pottinger, Mengele, Taarup (Дания), Far, Claas, Krone, DeutzFahr (Німеччина), NewHolland, Case, JohnDeere (США) та ін.

Основним вузлом цих машин є подрібнювальний апарат ковзаючого різання, подавальний пристрій якого може бути виконаний (рис. 1) у вигляді ланцюгово-пальцевого конвеєра, ексцентричного мотовила із керованими граблинами (граблевий) або ротора [2].

Використання ланцюгово-пальцевого конвеєра (рис. 1.6, *а*), похило розташованого над підбирачем в комбінації з ножами з прямолінійним лезом, встановленими під кутом до напряму руху дозволяє як подавати масу на задану висоту, так і одночасно різати її. Однак така конструкція внаслідок виникнення протиріч між зменшенням довжини різання і зростаючим при цьому зусиллям витягування ланцюга, не знайшла свого подальшого розвитку.

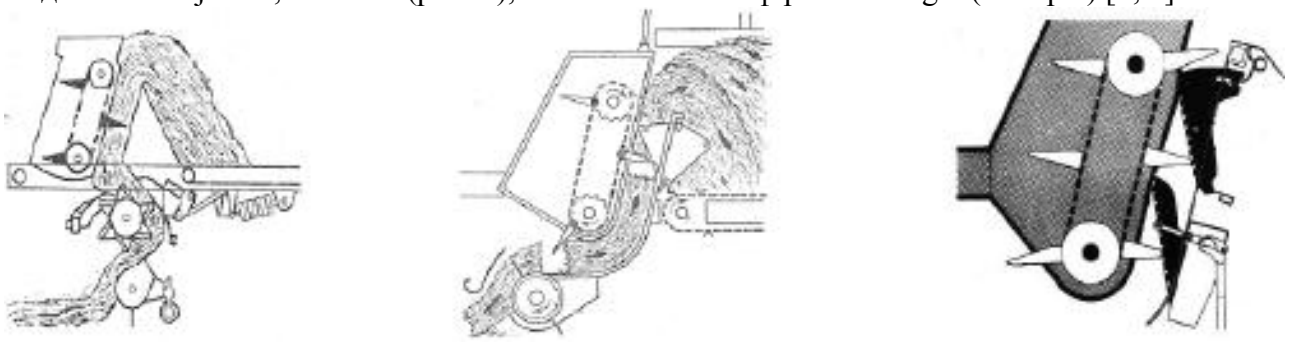
Граблевий подавальний пристрій (рис. 1, *б*) виконується у вигляді подвійного ексцентрикового мотовила з граблинами, на одному з кінців яких містяться кронштейни з

роликами, які переміщаються по направляючим спеціальної форми. Можливість спрямованої дії керованої з використанням направляючої доріжки граблину дозволяє надійно захоплювати масу в зоні дії підбирача та проштовхувати її з підпресовуванням на висоту кузова транспортного засобу. Криволінійна траєкторія руху основи граблини для забезпечення ковзаючого різання сприяла використанню плоских ножів з серповидною формою леза. Крім цього в такому механізмі можливе встановлення більшої кількості ножів, що дозволяє зменшити довжину різання трав'яної маси.

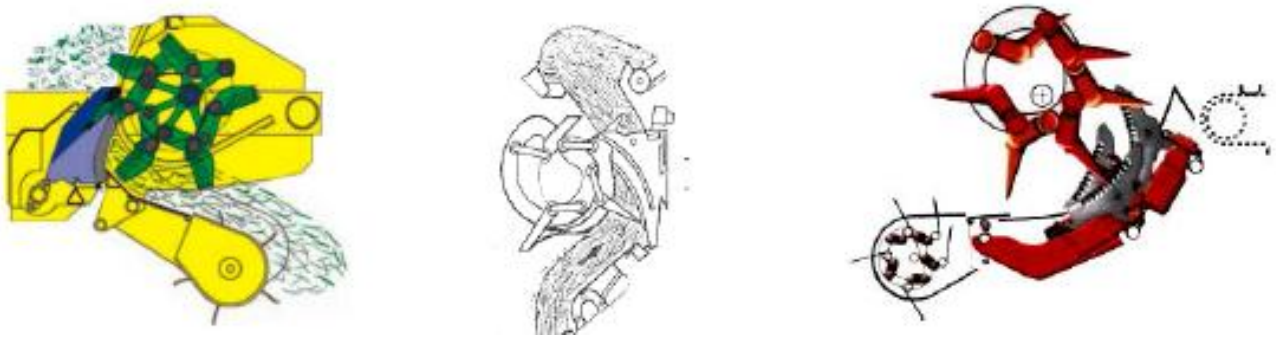
Фірма Krone у візках-підбирачах модельного ряду Titan [3, 4] використовує граблевий подавальний пристрій (рис. 2) шириною захвату 1,47 м з 4-ма та 6-ма керованими граблинами, які вздовж пристрою зміщені одна відносно одної. На кожній із граблин розміщені подвійні пальці (зуби) із радіальним зміщенням, утворюючи дві секції.

Центральна система керування від Krone дозволяє проводити використання ножів 0, 4, 9, 18 і 35 ножів, а отже і швидке та просте регулювання довжини різання. Теоретична довжина різання з 18-ма задіяними ножами сягає 80 мм, з 35-ма – 40 мм. Різальний механізм Titan містить пасивні пластинчасті ножі, що розташовані у два ряди [3, 4].

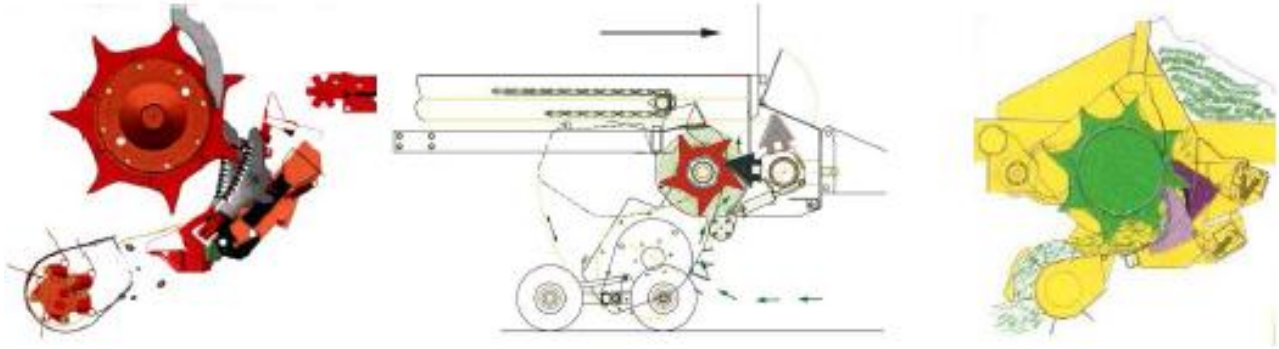
Подібні за конструкцією подрібнювальні апарати використано у візків-підбирачах моделей Boss junior, Boss LT (рис. 3), Euroboss і Primo фірми Pottinger (Австрія) [5, 6].



а) з ланцюгово-пальцевим конвеєром подавального пристрою



б) з подавальним пристроєм, що містить керовані граблини



в) з роторним подавальним пристроєм

Рис. 1. Конструкційно-технологічні схеми бітерно-ножових подрібнювальних апаратів

Рис. 2. Схема подрібнювального пристрою з керованими граблинами візків-підбирачів Titan

Рис. 3. Вигляд подавального пристрою Supermatic візків-підбирачів Boss junior і Boss LT

Граблеві подавальні пристрої подрібнювальних апаратів вказаних візків-підбирачів є високопродуктивними пристроями, проте, враховуючи складність його конструкції, металомісткість, пульсуючі силові навантаження, швидке зношування вузлів, що рухаються по бігових доріжках, широкого використання у сучасних конструкціях візків-підбирачів-транспортувальників набув роторний подавальний пристрій (рис. 1, *в*).

Машини різних зарубіжних фірм, виходячи з одного і того самого функціонального призначення, за загальним компонуванням близькі між собою і різняться лише конструкційним виконанням окремих вузлів і агрегатів. Вони містять: раму, причіпну сницю, ходову частину, підбирач, подрібнювальний апарат, кузов, вивантажувальний пристрій, який додатково може містити дозувальний пристрій для розвантаження корму в годівниці. В Україні візки-підбирачі не виготовляються.

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Схема бітерно-ножового подрібнювального апарата / С.М. Грушецький, Т.М. Коваль // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, “Перші наукові кроки – 2018” : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 76.
2. Холодюк О.В. Існуючі технології заготівлі сіна та перспективи їхрозвитку // Зб. наук. праць Вінницького держ. с.г. у-ту. – Вінниця: ВДСГУ,2002. – Вип. 11. – С. 218–222.
3. Official website of the company Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH.[Electronic resource]. – Mode of access: http://landmaschinen.krone.de/deutsch/produkte/.
4. ХолодюкО.В. Конструкційніособливостіподрібнювальнихпристроївзарубіжнихпідбирачів Claas та Krone / О.В. Холодюк // Зб. наук. ПрацьВінницькогонаціон. аграр. у-ту. Серія: Технічнінауки. – Вінниця: ВНАУ,2011. – № 6. – С. 79–89.
5. ХолодюкО.В. Особливостіконструкційподрібнювальнихпристроївпідбирачів Pottinger / О.В. Холодюк // Зб. наук. працьВінницькогонаціон.аграр. у-ту. Серія: Технічні науки. – Вінниця: ВНАУ, 2010. – № 5. – С. 81–89.
6. Official website of the companyPottinger [Electronic resource]. – Modeof access: http://www.poettinger.at/uk_ua/Produkte/Produktgruppe/Gruenland.

59. А.С. Григор'єв, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

МЕТОДИКА ПОЛЬОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ОРНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ В ПРОЦЕСІ РОБОТИ

Ситуація з енергоносіями власного видобутку, яка склалась в Україні, призводить до енергетичної залежності її економіки від імпорту нафти та гостро ставить проблему пошуку альтернативних палив. Та й екологічна шкода від викидів енергетичних засобів, що працюють на бензині та дизельному паливі, стає дедалі відчутнішою. Крім того, світовий запас нафти з кожним десятиліттям скорочується.

Однак, виробники сільськогосподарської продукції можуть стати незалежними від нафтотрейдерів, вирощуючи сировину для палива на своїх землях, засіявши всього 10% орної землі ріпаком, оскільки саме ріпакова олія після її переетерифікації є найбільш оптимальним замінником нафтового дизпалива.

Таке паливо можна використовувати у якості джерела енергії при експлуатації сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів і отримало назву біодизельного палива, що є сумішшю метилових чи етилових ефірів рослинних чи тваринних жирів.

Однак при роботі машинно-тракторних агрегатів на альтернативних паливах, зокрема метилефірах жирних кислот, спостерігається зміна експлуатаційних параметрів двигуна, що потребує детальних досліджень є завданням безумовно актуальним.

Вимірювальне оснащення. На етапі польових досліджень об'єктом виступає машинно-тракторний агрегат в процесі оранки. Таким чином в експериментальних дослідженнях не на останньому місці стоїть питання взаємодії машинно-тракторного агрегату з ґрунтом. Тому важливо дослідити фізико-механічні властивості ґрунту, що випливають з діаграми твердоміра ґрунту, яка є залежністю зусилля пружини твердоміра від глибини заглиблення його наконечника [2, 3]. Для цього використовуємо твердомір Ю.Ю. Ревякіна.

Об'єктом польових випробувань є орний машинно-тракторний агрегат та процес його роботи. Метою випробувань є отримання порівняльних тягових характеристик трактора та експлуатаційно-технологічних параметрів агрегату в цілому на двох видах палива. Використовуємо трактор МТЗ-80 з двигуном 4Ч11,0/12,5 у агрегаті з плугом ПЛН-3-35. Для вимірювання та реєстрації даних використовуємо вищезгадані вимірювальні комплекси – "Дельфін-1М" та ZETLab, під'єднавши їх до експериментального трактора. Загальний вигляд піддослідного МТА та вимірювального обладнання, що встановлене на тракторі зображено на фото (рис. 1).

Технічна характеристика трактора та знаряддя (плуга) як об'єктів досліджень наведена відповідно [4].

Для дослідження енергетичних характеристик двигуна в польових умовах всі вищерозглянуті датчики з лабораторії були перенесені на двигун 4Ч11,0/12,5 експериментального трактора МТЗ-80.

Крім того, для отримання тягової характеристики, трактор обладнуємо тензодатчиками для вимірювання тягового зусилля (рис. 2), а для вимірювання швидкостей – датчики Хола. Вони встановлюються для визначення теоретичної швидкості на півосях ведучих коліс (рис. 3), для визначення робочої швидкості – на додатково розробленому п'ятому колесі трактора.

а)

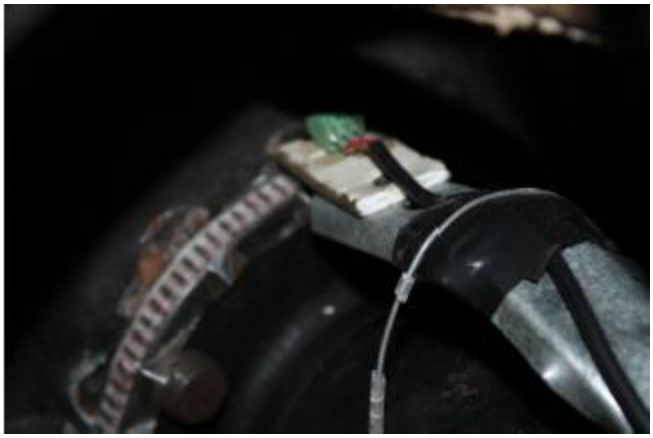
б) в)

Рис. 1. Загальний вигляд експериментальної установки на базі трактора МТЗ-80 в агрегаті з плугом ПЛН-3-35 а) вигляд зліва; б) вигляд справа; в) вигляд ззаду:

1 – датчик положення колінчастого вала двигуна; 2 – термопари у випускному колекторі для вимірювання температури випускних газів; 3 – датчик масової витрати повітря; 4 – датчик тиску “прив’язка дизель”; 5 – датчик тиску палива в паливопроводі перед форсункою; 6 – датчики об’ємної витрати палива; 7 – п’яте колесо з датчиком Хола; 8-9 – датчики Хола, встановленні на півосях відповідно правого та лівого ведучих коліс; 10-12 – тензомости, встановленні в місцях кріплення тяг навіски з трактором (відповідно правої, лівої нижніх поздовжніх тяг та центральної тяги); 13 – блок підсилювачів тензомостів; 14 – блок комутації; 15 – АЦП ЦАП ZetLab; 16 – персональний комп’ютер.

Рис. 2. Встановлення тензодатчиків для вимірювання зусиль:
1 – в шарнірах з’єднання поздовжніх тяг навіски з трактором; 2 – в шарнірі з’єднання центральної тяги з трактором

а)



б)

Рис. 3. Встановлення датчиків Хола:

а) на півосях ведучих коліс для вимірювання швидкості обертання ведучих коліс; б) на ступиці п'ятого колеса длявизначення робочої швидкості руху агрегату

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Вимірювальний комплекс «ДЕЛЬФІН – 1М»/ С.М. Грушецький, А.С. Григор'єв // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, "Перші наукові кроки – 2018" : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 75.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 446 с.
3. Методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт з дисципліни "Система машина-поле" для студентів за напрямом підготовки 6.100102 – "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" факультету механізації сільського господарства стаціонарного, заочного і дистанційного навчання / Укл. Л. П. Середа, О. В. Холодюк, В. М. Григоришен – Вінниця: ВНАУ, 2013.
4. http://miragro.com/plug-pln-3-35.html.

60. А.С. Кузьмук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

НАУКОВО-ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА ТЕХНОЛОГІЇ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ УТРИМАННЯ ҐРУНТУ В ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕННЯХ

Відомо, що рівень механізації в галузі садівництва є дуже низьким і не перевищує 14%, забезпеченість садівничих господарств технікою становить 20-25%, а промисловість України спеціалізовану садову техніку практично не виробляє, що негативно впливає на подальший розвиток галузі.

Для цього виробники садівницької продукції повинні мати в своєму розпорядженні ефективні ґрунтообробні машини, як правило фрезерного типу з вертикальною віссю обертання робочих органів. Розробка таких машин з обґрунтованими кінематичними та конструктивно-технологічними параметрами робочих органів, які спроможні забезпечувати «добрий» або «відмінний» структурно-агрегатний стан ґрунту при мінімальних енергетичних витратах є важливим науковим завданням [1].

Науково-виробничу перевірку фрезерної машини з розробленими робочими органами МФ-1М у складі з тракторам ЮМЗ-6 було проведено в насадженнях яблуні в листопаді 2016 року та у період вегетації дерев 2017 року на площі 15 га. Було застосовано комбінований спосіб утримання ґрунту в плодових насадженнях, при якому ґрунт в пристовбурних смугах оброблявся фрезою.

Перевіркою було передбачено надати агротехнічну оцінку роботи фрези МФ-1М за такими методикам:

- умови оцінки визначались відповідно до КНД 46.16.02.08 -95 [2];
- оцінка якості роботи фрези визначались відповідно до ОСТ 70.4.1. [3]

Вимірюванню підлягали параметри пристовбурних смуг до обробітку фрезерної машини і після, а також параметри машини в процесі обробітку.

Пристовбурні смуги плодового саду характеризувались за такими показниками:

а) ґрунт характеризувався агрофізичними показниками згідно з ДСТУ4362 [27], а саме:

- щільністю - згідно з ДСТУ ISO 11272 [4];
- агрегатним складом (в орному шарі) [5];
- вологістю [6, 7];

б) попереднім способом утримання ґрунту в пристовбурних смугах;

в) наявністю і ступенем подрібнення рослинних решток;

г) ступенем заселення міжрядь гризунами;

д) параметрами машини - згідно з КД 46.16. [8]:

- швидкістю руху;
- шириною і глибиною обробітку пристовбурних смуг,

Перевірка в листопаді 2016 року. Метою перевірки було виявлення ефективності застосування фрези для захисту насаджень від пошкодження дерев гризунами у зимовий період.

Плодові насадження в зимовий період пошкоджуються гризунами. Щільність заселення гризунами оцінюється кількістю нір на 10 м^2 міжряддя. Оцінювання було проведено в насадження яблуні площею 15 га В цих насадженнях заселення гризунами складало біля 6-7 нір на 10 м^2 (рис. 1). Така ступінь заселення гризунами в зиму 2016 року призвела до 80% пошкодження дерев.

Рис. 1. Загальний вигляд міжряддя насаджень яблуні інтенсивного типу з заселенням гризунами

Ґрунт в пристовбурних смугах даних насаджень було оброблено фрезою МФ-1М у листопаді 2016 року (рис. 2). За результатами спостережень було встановлено, що заселення гризунами насаджень, пристовбурні смуги в яких були оброблені фрезою МФ-1М знизилось в три рази і не перевищувала 2 нори на 10 м^2.

Перевірка у період вегетації дерев 2017 року. Метою перевірки було виявлення ефективності застосування фрези для забезпечення оптимального структурно – агрегатного стану ґрунту в пристовбурних смугах на протязі вегетаційного періоду.

Рис. 2. Оброблення пристовбурних смуг в насадженнях черешні

Обробіток ґрунту проводився фрезою починаючи з травня 2017року (рис. 3).

Під час обробітку ґрунту перелік кінематичних і технологічних параметри фрези і їх значення відповідали тим, які були визначені при проведенні лабораторно – польових випробувань фрези, а саме:

– швидкість руху агрегату 0,61 м/с;

– частота обертання ротора 2,7 $с^{-1}$;

– глибина обробки ґрунту 9 см.

Тип ґрунту - чорнозем-південний. Фізичний стан ґрунту наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізичний стан ґрунту

Шар ґрунту, см	Абсолютна вологість, %	Твердість, МПа
0-10	15,2	0,6
10-20	23,7	0,8

Рис. 3. Обробіток ґрунту в пристовбурній смузі фрезерною машиною МФ-1М з експериментальними робочими органами

За результатами випробувань встановлено [9], що кількість середньої фракції ґрунту (розмір агрегатів від 0,25 до 10 мм) до обробітку становила 51%, а після обробітку фрезою знаходилась в межах від 70% - 75%. При цьому, щільність ґрунту зменшилась на 76,4% і становила 0,65 г /$см^3$.

Ширина обробленої пристовбурної смуги не перевищувала 0,7м, тобто розкидання ґрунту фрезою не відбувалось, а глибина знаходилась в межах від 8 см до 10 см. Знищення бур’янів дорівнювала 90% при щільності 100-120 рослин на 1 $м^2$. При цьому робочі органи фрези забезпечували видалення бур’янів з кореневою системою (рис. 4).

Рис. 4. Якість обробітку ґрунту фрезою

Витрати палива за зміну визначали методом контрольованої дозаправки паливом трактора після завершення зміни. Витрати палива знаходились в межах від 6 л/год. до 7л/год. при швидкості руху агрегату 1,8 км/год., що в два рази менше ніж у фрези МФ-1, у якої робочі органи виконані у вигляді стрижень.

Список використаних джерел

1. Конструктивно-технологічна схема фрезерної машини / С.М. Грушецький, А.С. Кузьмук // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, “Перші наукові кроки – 2018” : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 74.
2. КНД 46.16.02.08 – 95 .Техніка сільськогосподарська. Методика визначення умов випробувань.
3. Рациональная обработка почвы в садах: Справочник-определитель / Пильщиков Ф.Н.- М. : Изд-во МСХА, 1992.
4. ДСТУ ISO 11272 Якість грунту. Визначення щільності складення на суху масу.
5. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: 1986.
6. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, макси-мальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. (Грунти. Методи визначення вологості, максимальної гігроскопічної вологості та вологості тривкого в’янення рослин).
7. Коваленко П.І. Раціональне використання води при зрошенні / П.І. Коваленко, Михайлов Ю.О. – К.: Аграрна наука, – 2000. – 154 с.
8. КД. 46.16.02.03-93. Техніка сільськогосподарська. Класифікаційні та конструкційні показники. Дослідницьке, – 1993.
9. Минько С.А. Результаты полевых испытаний фрезы для обработки почвы в приствольных полосах плодовых насаждений / С.А. Минько // Информационно-технический вестник. Финансово-технологический университет. – Королев. – № 2 (04) – 2015. – С. 111-114.

61. А.В. Маланчук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет

АГРОТЕХНІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ ВИКОПУВАЛЬНОГО ПЛУГА

Садивний матеріал плодових культур виробляється у 173 спеціалізованих розсадницьких господарствах України. Але обсяг виробництва залишається недостатнім для потреб заміни старих малопродуктивних садів і не у повній мірі відповідає сучасним вимогам до якості садивного матеріалу.

Викопування саджанців плодових культур в грунтово-кліматичній зоні відбувається в листопаді в умовах підвищеної вологості і щільності ґрунтів, переважно на чорноземах важко суглинного гранулометричного складу. Коренева система дворічних саджанців кісточкових культур має розвинуту та розгалужену структуру і потребує

підкопування на глибину не менше 0,35 м. Витягування саджанців робітниками з ґрунту після їх підкопування існуючими плугами для викопування саджанців потребує такого зусилля на витягування з ґрунту, яке за показникам важкості трудового процесу відносять до класу шкідливих умов праці. При цьому, втрачається найбільш цінна частина коренів саджанців, що призводить до зниження їхньої сортності [1].

Окреслена проблема пов'язана з тим, що робочі органи існуючих плугів для викопування саджанців не забезпечують достатнього розпушування ґрунтової скиби та відділення ґрунтових агрегатів від коренів без їх руйнування. Також в процесі розпушування ґрунтової скиби з саджанцем вона рухається по поверхні розпушувача значної довжини, що призводить до збільшення роботи на переміщення ґрунтової скиби. Конструкції існуючих плугів не дозволяють проводити зміни режимів роботи з урахуванням умов викопування.

Вирішення даної проблеми забезпечить підвищення якості кінцевої продукції розсадників і поліпшення умов праці робітників, що є актуальною науково-технічною задачею [1].

Згідно з ОСТ 70.16.1-86 [2-4] до показників агротехнічній оцінці належать:

- робоча швидкість руху агрегату;
- глибина підкопування;
- повнота викопування саджанців;
- доля пошкоджених саджанців;
- зусилля на витягання саджанців після підкопування;
- маса ґрунту, яка зв'язана з кореневою системою саджанця.

Обробка даних результатів вимірювання по кожному показнику проводилась за стандартною процедурою статистичного обробітку.

Агротехнічна оцінка проводилась для викопувального плугу ВПН-2М з експериментальним робочим органом, параметри якого було отримано теоретично та експериментально, а саме: вид форми поверхні розпушника у вигляді опуклої кривої з радіусом R = 2 м; частота обертання приводного валу $n_в$= 6 $с^{-1}$; кут нахилу поверхні розпушувача до горизонту α_p= 32^0; відстань між розпушниками b_1= 0,1 м; довжина важеля l = 0,42 м; величина ексцентриситету e = 0,02м; довжина розпушника L = 1 м.

Експериментальний зразок робочого органу мав можливість проведення таких регулювань: зміни кута встановлення поверхні розпушувача до горизонту (в залежності від глибини підкопування); зміни відстані між розпушниками (в залежності від стану ґрунту); зміни величини амплітуди коливань розпушувача шляхом зміни довжини важеля.

Результати агротехнічної оцінки. Процес викопування саджанців під час проведення перевірки наведено на рис. 1-3.

Рис 1. Викопування саджанців яблуні плугом ВПН - 2М з експериментальним робочим органам

а) б)

Рис. 2. Загальний вид підкопаного ряду саджанців яблуні Голден Делішес а) та вигляд кореневої системи після витягування з ґрунту б)

)

а) б)

Рис. 3. Загальний вигляд кореневої системи викопаних саджанців яблуні сорту Голден Делішес а) та черешні сорту Валерій Чкалов б).

Значення показників агротехнічної оцінки роботи плуга ВПН-2М з експериментальним робочого органу, які були отримані під час перевірки наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Показники якості агротехнічної оцінки викопувального плуга ВПН-2 з експериментальним зразком робочого органу

Найменування параметра / показника	Значення	
	за нормативним документом	за результатами випробувань
1	2	3
Режим роботи:		
- робоча швидкість руху, м/с	0,89 [5]	1,52
- робоча ширина захвату, м	0,5 [5]	0,55
Глибина підкопування, см		
- встановлена	35 [5]	30
- фактична	-	32
- стандартне відхилення, ± см	-	3
- коефіцієнт варіації, відсоток	-	9,3
Зусилля на витягування саджанців з ґрунту, Н	150 – для	42

	чоловіків, 70 – для жінок [6]	
Довжина кореневої системи саджанців, см	25 [7]	28
Пошкодження саджанців, %		
Механічне пошкодження коренів	Не допустима	Відсутня
Подряпини кори	Поверхневі	2,5
Механічна пошкодження кори крона	Не допустима	Відсутня
Маса ґрунту, яка зв'язана з кореневою системою підкопаного саджанця, г	-	800

Список використаних джерел

1. ОСТ 70.16.1 - 86. Испытания сельскохозяйственной техники.Машиныи орудия для выкопки и выборки сеянцев и саженцев в питомниках. Программаи методы испытаний.– Введ. 01.07.87. – М: [Б. и.]. – 72 с.
2. Грушецький С.М. Конструктивно-технологічна схема розпушувача робочого органу викопувального плуга ВПН-2 / С.М. Грушецький, А.В. Маланчук // Матеріали XII Всеукр. наук.-прак. конф. студ. та молодих науковців, “Перші наукові кроки – 2018” : зб. наук. Праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, О.М. Семенова. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2018. – С. 72.
3. ДСТУ 4938:2008. Саджанці плодових культур. Технічні умови.
4. ДСТУ 4792:2007 Саджанці плодових культур. Методи визначення якості. – Введ. 01.07.2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2009.–18 с.
5. Вихідні вимоги на плуг викопний для плодових розсадників. Наказ № 46.16.04.26-95 начальника Головного управління технічної політики Мінсільгосппроду України.
6. МОЗ України Наказ № 528 від 27.12.2001 «Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» «Класи умов праці за показниками важкості трудового процесу»
7. ДСТУ 4938:2008. Саджанці плодових культур. Технічні умови. – Введ. 01.06.2008. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 16 с.

62. Г.Ю. Гуйда, А.И. Волков, Д.В. Лукина, А.В. Майоров, Н.В. Януков, Н.Э. Яйцева, Л.В. Пакеев, А.М. Калинин, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, Россия

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИСКОВОЙ ПИЛЫ

Одной из причин низкой точности пиления круглыми пилами и потери ими устойчивости является температурный перепад по радиусу диска. Борьба с вредным влиянием температурного перепада на качество пиления ведется по двум направлениям:

1. Повышение термоустойчивости пил.
2. Снижение величины температурного перепада [1-2].

Основные направления повышения термоустойчивости дисковых пил и снижения температурного перепада по радиусу диска показаны на рисунке 1.

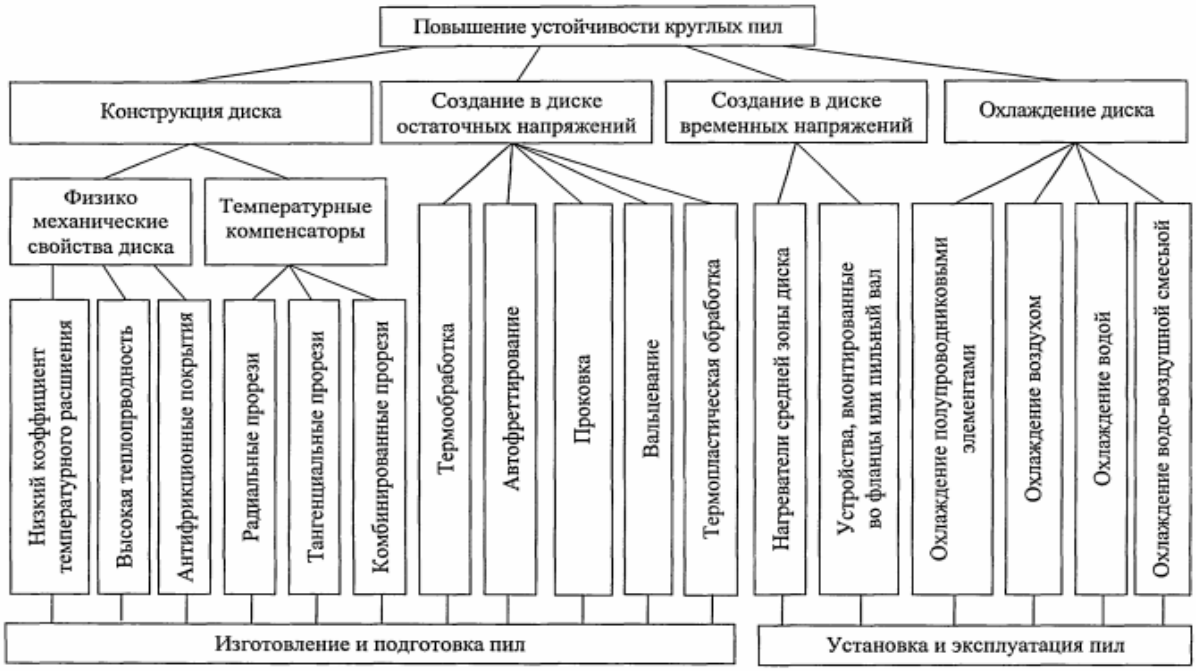


Рисунок 1 – Основные направления повышения термоустойчивости дисковых пил и снижения температурного перепада по радиусу диска.

Цель работы – исследование способов повышения термоустойчивости дисковых пил.

Термоустойчивость можно повысить за счет увеличения толщины пилы, но идти этим путем нецелесообразно, так как возрастают энергозатраты на резание и увеличивается расход сырья в опилки. Эффективным путем повышения термоустойчивости дисковых пил является создание в диске пилы остаточных напряжений благоприятно распределенных по радиусу одним из четырех способов: 1) проковкой; 2) вальцеванием; 3) термопластической обработкой; 4) автофретгированием.

Проковка – это обработка средней зоны диска с двух сторон инструментом бойкового типа (пилоправными молотками на пилоправной наковальне). Проковку целесообразно использовать в тех случаях, когда пилы имеют низкую плоскостность и требуется их правка. Но проковка трудоемкая операция, слабо поддается механизации, для ее выполнения необходимы высококвалифицированные специалисты – пилоставы.

Вальцевание – прокатка средней зоны пилы между двумя стальными закаленными роликами на вальцовочном станке. Вальцевание целесообразно использовать для пил высокой плоскостности и при наличии высокоточных вальцовочных станков. Но эта мера не является достаточной для исключения вредного влияния перепада температуры по радиусу пилы. Так, возможные тангенциальные напряжения в периферийной зоне пил после проковки (вальцовки) составляют 200-400 кгс/см^2, в то время как сжимающие температурные напряжения достигают 800 кгс/см^2 и выше. Поэтому нужны новые способы для ликвидации напряжений от неравномерного нагрева по радиусу пил.

Для повышения динамической устойчивости пилы в пильном диске (пластине) создают начальные напряжения путем проковки или вальцевания.

Согласно теории пластичности объем металла при пластической деформации остается неизменным, поэтому относительная объемная деформация равна алгебраической сумме осевых относительных остаточных деформаций. При проковке диска с двух сторон

$$2 * \varepsilon_z = \varepsilon_r + \varepsilon_b,$$

где $2 * \varepsilon_z = \frac{\Delta S}{S}$ - относительная суммарная остаточная деформация в направлении толщины пилы;

ε_r, ε_b — относительные остаточные деформации в радиальном и тангенциальном (окружном) направлениях.

При рассмотрении законов распределения пластической деформации по радиусу диска в пределах зоны проковки установлено, что достаточно высокая устойчивость диска без излишнего перенапряжения может быть обеспечена при постоянной деформации в этой зоне. Но механические способы устранения перепада температур по радиусу диска так же имеют недостатки. Одним из возможных путей в решении этого вопроса является искусственная стабилизация или ликвидация температурного перепада на основе оснащения станков устройствами для охлаждения периферии или нагрева средней зоны пилы. Применение этих устройств позволяет уменьшить толщину пилы, одновременно получая более экономичную, качественную и точную распиловку.

Внимание уделяется термопластическому способу создания начальных напряжений. Он заключается в нагреве периферийной зоны пилы до температуры 300-400 °С с последующим охлаждением. Эту обработку целесообразно производить в специальных электропрессах на заводе-изготовителе пил или на участках для централизованной подготовки инструмента.

Существует множество рекомендаций по использованию термопластического метода создания начальных напряжений в дисковых пилах. Перспективные методы термопластического способа повышения устойчивости работы дисковых пил изучены недостаточно и пока не дали положительного результата, что связано с применением контактного способа нагрева.

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность повышения плоскостной формы равновесия дисковых пил путём создания термопластических напряжений в пильном диске бесконтактным нагревом.

Так же рассматривались возможности создания начальных напряжений в дисковых пилах методами автофреттирования. Сущность автофреттирования заключается в том, что пила разгоняется до такой скорости, при которой возникает пластическая деформация материала пилы в ее центральной зоне, с последующей выдержкой и затем снижением скорости до нуля. Недостатком автофреттирования является то, что создание пластических деформаций происходит только в центральной зоне, поэтому уступает поэффективности проковке и вальцеванию. Кроме этого этот процесс создания начального напряженного состояния в дисковых пилах менее технологичен и требует принятия мер против автоколебаний, которые могут привести к разрушению пилы.

Большое количество работ посвящено выравниванию температурных напряжений по радиусу диска. Одной из главных причин потери устойчивости дисковых пил при пилении является температурный перепад в периферийной и средней зонах диска. Уменьшение или ликвидацию температурного перепада можно осуществить за счет охлаждения периферии пилы или нагрева ее средней части.

Практическое применение находят дисковые пилы с радиальными прорезями по периферии, которые выполняют роль температурных компенсаторов. Ряд конструкций дисковых пил с прорезями, выполняющими роль температурных компенсаторов показаны на рисунке 2.

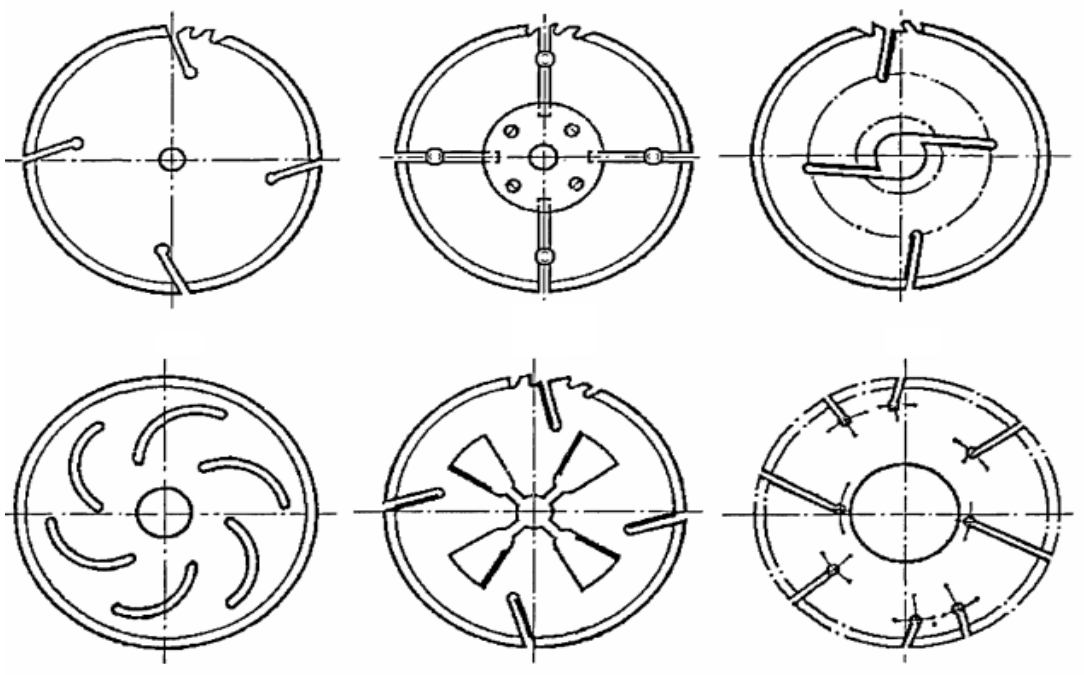


Рис. 2. Конструкции пил с прорезями в радиальном или близком к нему направлении

Достоинством таких пил является то, что они не требуют вальцевания или проковки. Недостатком является малый срок службы и большая сложность в подготовке их к работе. Наиболее целесообразно применять такие компенсаторы в дисковых пилах, зубья которых пластинами из твердых сплавов, так как их диаметр практически не изменяется при эксплуатации.

Анализ существующих методов создания нормированных напряжений в пильном диске показал, что известны три основные технологии подготовки к работе круглой пилы: механическое воздействие на полотно пилы – проковка-вальцевание, термопластическое натяжение и автофретгирование.

Механический метод достаточно глубоко исследован, широко применяется на практике, хотя обладает рядом существенных недостатков.

Одним из возможных путей в решении этого вопроса является искусственная стабилизация или ликвидация температурного перепада на основе оснащения станков устройствами для охлаждения периферии или нагрева средней зоны пилы. Применение этих устройств позволяет уменьшить толщину пилы на 30-35 %, одновременно получая более экономичную, качественную и точную распиловку.

Библиографический список

1. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков. – М.: КолосС, 2001. – С. 610.

2. Грубе, А.Э. Повышение качества распиловки на основе ликвидации температурных напряжений в дисковых пилах / А.Э. Грубе, В.И. Санев, В.К. Пашков. – Л.: ЛДНТП, 2013. – с. 415.

63. Г.Ю. Гуйда, А.И. Волков, Д.В. Лукина, А.В. Майоров, Н.В. Януков, Н.Э. Яйцева
ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АГРЕГАТА ДЛЯ СНЯТИЯ ШКУР

Съёмка шкур – специальный трудоёмкий процесс, подразумевающий полное отделение шкуры от туши, влияющий на выход мяса и жира. Применение машин позволяет повысить производительность труда при съемке шкур во много раз и сохранить

качество шкур. Процесс осуществляется путем разреза и разрыва подкожного слоя. Для этого применяют различные установки: тросовые, цепные, барабанные. На существующих установках съемка шкуры с туш КРС осуществляется в двух направлениях: сначала в боковом – с лопаток, шеи, грудной клетки, боков и частично со спины, а затем в продольном – вдоль туши от головы к хвосту.

Цель работы – модернизация шкуросъемной цепной установки для туш крупного рогатого скота (КРС) периодического действия. Схема модернизируемого агрегата представлена на рисунке 1.

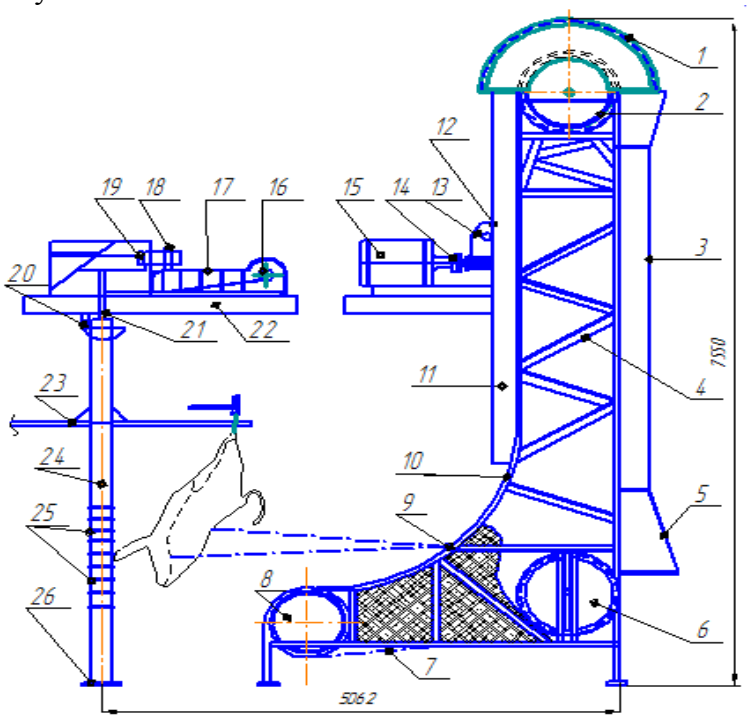


Рисунок 1 – Цепная установка для съёма шкур с туш крупного рогатого скота.

1 – кожух, 2 –приводная звездочка, 3 – труба, 4 – вертикальная ферма, 5 – лоток, 6 – натяжная станция, 7 – тяговая цепь, 8 – отклоняющая звездочка, 9 – крючки на тяговой цепи, 10 – направляющая, 11 – лоток для тяговой цепи, 12 – цепная передача, 13, 18 – редуктор, 14 – муфта, 15, 16 – электродвигатель, 17 – клиноременная передача, 19 – коническая пара шестерен, 20 – конечный выключатель, 21 – верхний подшипник, 22 – балка, 23 – четыре плеча, 24 – вращающаяся стойка, 25 – скобы, 26 – нижний подшипник.

Виды установок для съемки шкур с туш КРС:

1.Тросовые установки бывают с жесткой направляющей или без нее. Забелованные края шкуры прикрепляют к тросу, который вначале перекидывают через блок и наматывают на барабан лебедки, затем трос снимают с блока. В первом положении происходит боковая съемка, во втором положении – продольная съемка. Натяжение производится вдоль туши через блок.

2. Цепные установки бывают непрерывного и периодического действия. К непрерывно действующим относят установки типа «Москва». Преимущества этой установки – непрерывность работы, возможность монтажа на одном этаже из–за небольшой высоты, удобство обслуживания и хорошие санитарные условия. К установкам периодического действия относят: ФУА, А1-ФУУ и т.д.

3. Барабанные установки делят на две группы по принципу съема шкур. На одних натяжение шкуры создается вследствие вращения барабана, к которому она крепится цепями, а сам барабан перемещается в вертикальной плоскости по стойке на ходовых роликах. На других барабан совершает качательные движения на рычаге. Съем шкур осуществляется в двух направлениях: сверху вниз, снизу вверх [1].

Используемые в линии убоя КРС установка имеет недостатки, которые затрудняют технологический процесс: большая высота конструкции (7550 мм), что не

позволяет уместить её в высоту одного этажа; в процессе снятия шкуры происходит загрязнение туши мусором, который попадает на нее, отделяясь от шкуры; шкура, снятая с туши, падает на пол, что доставляет неудобство ее дальнейшей обработки, а так же сама шкура загрязняется, что может снизить ее качество.

Исключить данные недостатки можно с помощью модернизации (рисунок 2):

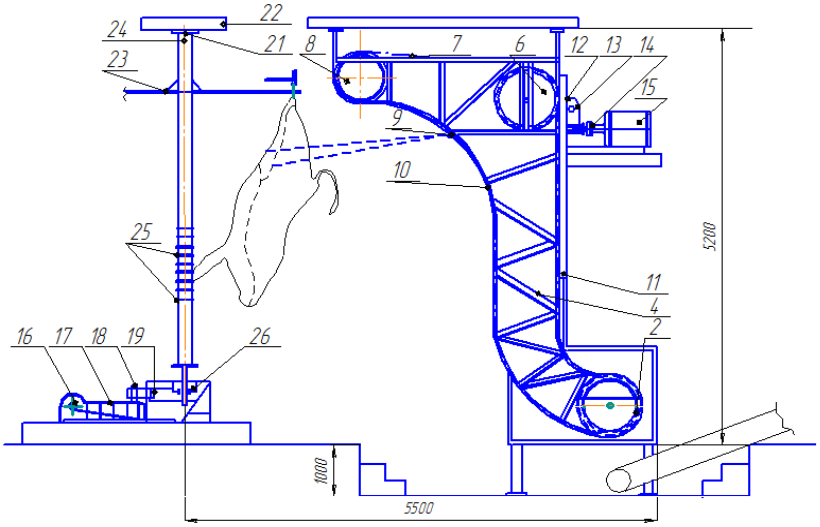


Рис. 2. Модернизированная установка цепного типа для съёмки шкур с туш КРС.

1. Изменением расположения направляющей. Цепь движется непрерывно и за счет конфигурации направляющей обеспечивает сперва боковую, а затем продольную съёмку. В предложенной установке направляющая расположена вверху шкуросъемного агрегата.

2. Изменением направления тяговой цепи. Изначально тяговая цепь двигалась по часовой стрелке. Теперь она будет двигаться против часовой стрелки и шкура будет сниматься от хвоста к голове.

3. Изменением нижней части конструкции шкуросъемного агрегата. Сконструировали ее в форме дуги и направили в противоположную сторону направляющей. Высота конструкции будет значительно меньше, что позволит уместить установку в высоту одного этажа, при этом вся установка крепится к потолку, а в полу (фундаменте) будет углубление.

4. Установкой стационарного ленточного транспортера, на который будет падать шкура сразу после отделения от туши и перемещать ее на дальнейшую операцию [2].

Библиографический список

1. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков. – М.: КолосС, 2001. – С. 610.

2. Януков, Н.В. Модернизированная цепная установка для съёмки шкур с туш крупного рогатого скота / Н.В. Януков, А.В. Майоров, Д.А. Михеева, И.В. Эштуков, Г.Ю. Гуйда // Вестник Марийского государственного университета. – 2016. – № 4. – С. 57-60.

64. О.М. Ачкевич, к.т.н., Національний університет біоресурсів та природокористування України, В.І. Ачкевич, директор компанії «Аврора – Сервіс»

РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ В КОМПАНІЇ «АВРОРА-СЕРВІС»

Картоплю в Україні вирощують в господарствах усіх форм власності. За обсягом її виробництва наша держава посідає четверте місце в світі (після Росії, Китаю та Польщі.) Зібрана площа господарств усіх категорій за роки незалежності України дещо зменшилась (орієнтовно з 1,5 млн. га до 1,3 млн. га), а валове виробництво збільшилось в середньому на 25 %. Урожайність картоплі в Україні за останні 5 років знаходиться на рівні 160–170 ц/га, тоді як в країнах з розвинутим картоплярством - 350–450 ц/га і більше.

Переміщення за останні 25 років з 65 до 98 % площ в особисті господарства і на дачні ділянки призвело до деконцентрації посівів, розпорошення ресурсів, зростання витрат праці і погіршення фітосанітарного стану. За даними ряду досліджень, продуктивність наявної техніки на дрібноконтурних ділянках на 40 % нижча, ніж у сільськогосподарських [1].

Вирощування картоплі - складний технологічний процес, який тісно пов'язаний з природно - кліматичними умовами. Садіння повинно проходити в короткі строки в залежності від погодних умов, сорту картоплі та умов контракту. Так, наприклад, компанія «Аврора-Сервіс» у 2017 році в Житомирській області вирощувала картоплю середньопізніх сортів на площі 20 га, з перспективою збільшення до 40–50 га.

Попередньо було проведено внесення мінеральних добрив відповідно до аналізу ґрунту та обробіток ґрунту - глибока оранка трактором Джон Дір 8400 з 5-ти корпусним плугом на глибину 27 см. Садіння картоплі почали, коли температура ґрунту на глибині 6–8 см досягла 8–10 градусів. Наша технологія склалась з двох роздільних операцій: нарізування гребенів та власне садіння в них картоплі.

Для цього було використано трактор Кейс 230 та чотирирядна фреза - гребенеутворювач AVR шириною міжряддя 90 см. Для якісного обробітку та утворення потрібних гребенів швидкість руху агрегата була в межах 1,5–2,5 км/год залежно від структури ґрунту.

Для садіння бульб використали той же трактор та картоплесаджалку Grimme GL410 також шириною міжряддя 90 см. Саджали бульби в попередньо нарізані гребені на глибину 15–17 см. Густота садіння картоплі - це показник, який залежить від сорту, розміру фракції садивного матеріалу та призначення майбутнього врожаю. Для продовольчих потреб кількість бульб на 1 га може коливатися від 37 до 60 тис. В нашому випадку густота садіння бульб становила 38 тис., що в еквіваленті склало 2,1 т/га.

Саджалка була обладнана додатковими опціями для внесення гранульованого та рідкого інсектицидного та фунгіцидного захисту насіння та ґрунту . Швидкість руху агрегата залежить від стану ґрунту і була в межах 3–5 км / год.

Боротьба з бур'янами та використання ефективного гербіциду значною мірою залежить від вибраного сорту, виду наявних бур'янів та типу ґрунту. В нашому випадку обробіток проводили через 17 днів перед сходами гербіцидом на основі метрибузину. Для цього використали трактор Кейс та обприскувач Берту (рис. 6) шириною захвату 36 м і нормою витрати робочого розчину 250 л /га.

Далі проводили фунгіцидний захист, який забезпечив попередження захворювання рослин. Тому обробки розпочинали з висоти рослин 20–25 см і проводили кожні 7–10 днів. Перший обробіток посівів провели системним препаратом для профілактичного захисту і очищення посівів від можливих патогенів з ґрунту чи не зовсім якісного садивного матеріалу. Згідно з технологією виконувався фунгіцидний обробіток на основі манкоцебу з періодичністю 10 днів при нормі витрати робочого розчину 250 л/га.

За відсутності дощу, та за допомогою наявного обладнання проводили полив з осушувального каналу і повторювали його постійно для забезпечення стабільної вологості ґрунту. Норма витрати води в середньому становила 25 мм за один полив, тобто 250 $м^3$/га.

За необхідності виконували також листкове підживлення картоплі. Підживлення вносили як у гранульованому, так і рідкому стані. За відсутності дощу гранульовані мінеральні добрива розводились водою і вносились звичайним оприскувачем, навіть під час фунгіцидного обробітку.

Картоплю підготували до збирання десикацією посівів для того, щоб на бульбах сформувалася шкірка. Збирання врожаю проводили при повністю сформованій шкірці, вологому грунті та температурі в межах від 10 до 16 градусів. Від вибору технології

збирання врожаю залежить якість отриманого матеріалу картоплі. Основний фактор, який повинен визначати вибір технології, є призначення врожаю. Його умовно можна розділити на: продовольчу картоплю ранньої, середньої та пізньої реалізації, насіннєву та картоплю, призначену для переробки (на крохмаль).

Урожай збирали агрегатом на базі трактора Кейс та картоплезбирального комбайн AVR Esprit. Це дворядний причіпний комбайн без накопичувального бункера з інспекційним столом та прямим вивантаженням картоплі в причіп чи контейнери.

Для отримання якісного врожаю дотримувались багатьох факторів, починаючи від вибору типу грунту і його аналізу, технології і техніки для вирощування та збирання врожаю до оптимального режиму зберігання. В цій ланці факторів найбільш важливим була підготовка картоплезбирального комбайна до роботи [2].

- Впевнились що врожай досяг зрілості і має оптимальне значення сухої речовини (20 – 25 %).
- Картопляне бадилля скошували безпосередньо при збиранні врожаю.
- Збирання проводили при температурі повітря 10–16 °С.
- Встановлювали відповідну глибину та тиск притискних балонів.
- Встановили відповідний кут викопуючих лемешів (повинен бути на одній лінії з сепаруючою сіткою).
- Перший конвейєр мав таку ж швидкість, як і трактор.
- Наступні конвейєри піднімали ґрунт якомога вище, попереджуючи при цьому зворотне переміщення картоплі.
- Мінімізували переміщення бадилля по конвейєрах комбайна.
- Мінімізували висоту падіння бульб з одного конвейєра на інший [3].

В середньому вирощування картоплі для господарств обходиться в межах 3–3,5 тис доларів/га. Для обрахунку використовують іноземну валюту, тому що майже всі витратні матеріали, зокрема дизельне паливо, мінеральні добрива та захист рослин рахують в доларах чи євро. Залежно від віддаленості полів до місця зберігання собівартість врожаю може збільшитись на 10–15%. Проте найбільший вплив на отримання прибутку має відсоток непошкодженої картоплі, а також попит-пропозиція на ринку.

За рахунок впровадження інтенсивної технології виробництва картоплі в компанії «Аврора-Сервіс» урожайність бульб у 2017 році становила 550 ц/га. Сумарні витрати від обробітку ґрунту до транспортування та закладання врожаю в сховища дорівнювали близько 118000 грн/га. Собівартість картоплі склала 2,14 грн./кг.

Список використаних джерел

1. Маслак О. Ринок картоплі: виробництво збільшується, а ціни знижуються. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.agro-business.com.ua
2. Агротехніка та механізація збирання картоплі**.** Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.propozitsiyacom
3. Martin Lishman Minimising damage / Potato Council. - Agriculture and Horticulture Development Board. – Kenilworth, 2013. – 30p

65. О.Ф.Соколовський, к.т.н, доцент, Житомирський агротехнічний коледж

ДОСЛІДЖЕННЯ ТУРБОМЕХАНІЗМІВ З РЕГУЛЬОВАНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

У роботі розглянуто особливості побудови структурних схем електромеханічних систем автоматизації турбомеханізмів. Математичний опис таких установок здійснюється на основі нелінійних диференційних рівнянь, що вимагає ідентифікації значної кількості вихідних параметрів об'єкта дослідження. Запропоновано структурну схему на основі прямої пропорційності між напором насоса та моментом опору на валу привідного двигуна та нелінійної залежності напору установки від швидкості обертання

робочого колеса без використання інформації про гідравлічний опір мережі та продуктивність установки.

Вступ.Дослідження електромеханічних систем автоматизації насосних та вентиляційних установок вимагає врахування ряду особливостей, притаманних всім турбомеханізмам. Гідравлічні втрати в насосі при одній і тій же продуктивності не залежать від частоти обертання [1,2,3]. Напірні характеристики при зміні продуктивності залишаються подібними та зміщуються по вертикалі в координатах на графіку спільної роботи нагнітача і трубопроводу [1,3,4]. Для дослідження динамічних властивостей таких систем широко застосовується програмне середовище Simulink пакету Matlab [1,5,6]. Програма пропонує великий вибір методів вирішення диференційних рівнянь, що описують створену модель, спосіб зміни модельного часу (з фіксованим або змінним кроком) та дозволяє спостерігати за процесами в системі за допомогою широкого набору пристроїв. Аналіз енергетичних показників насосної установки можна виконати за допомогою спеціалізованого середовища WinCAPS, розробленого компанією Grundfos [7]. WinCAPS допомагає користувачеві визначати споживану потужність насоса, значення ККД, струму електродвигуна у всьому діапазоні витрат та напору установки.

Матеріал досліджень.Під час досліджень електромеханічних систем автоматизації насосних установок необхідно враховувати нелінійний характер рівнянь, що описують динаміку системи, математичний опис гідравлічних процесів також є нелінійним [1,8]. Застосування математичної моделі на основі диференційних рівнянь вимагає використання великої кількості вихідної інформації та ускладнює процес дослідження насосної установки. Для спрощення досліджень пропонується структурна схема насосного агрегату (рис. 1), яку побудовано на основі виразу:

$$H = H_0 \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^2 - \Delta H \,, \qquad (1)$$

де H_0 – фіктивний напір насоса за нульової продуктивності; $\omega_{ном}$ – номінальна частота обертання робочого колеса; ΔH – втрати напору в насосі.

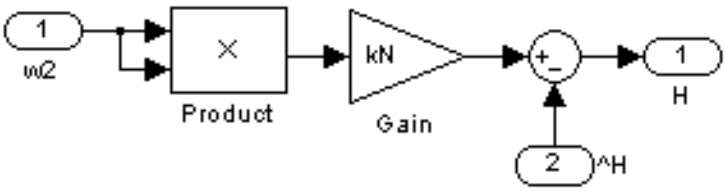


Рис. 1. Спрощена математична модель одноагрегатної насосної установки

Таку модель легко інтегрувати в систему автоматичного керування, яка передбачає підтримання сталого напору у разі зміни продуктивності установки (рис. 2). ПІ-регулятор в запропонованій схемі представлений пропорційною та інтегрувальною ланками, що дозволяє обмежувати не тільки вихідний сигнал, а й інтегральну складову. Частотний перетворювач розглядається як безінерційна ланка з одиничним коефіцієнтом передачі. Структурна схема асинхронного електродвигуна побудована на основі аперіодичної ланки першого порядку. Електромагнітна інерція враховується через електромагнітну сталу часу, механічна – через момент інерції, приведений до вала двигуна.

Коефіцієнт зворотного зв’язку за напором:

$$k_1 = \frac{f_{ном}}{H_{ном}} \,, \qquad (2)$$

де $f_{ном}$ – частота перетворювача, за якої забезпечується нульова продуктивність та номінальний напір; $H_{ном}$ – номінальний напір насоса.

Моделювання навантаження виконаємо з врахуванням прямої пропорційності між моментом опору на валу привідного двигуна та напором установки. Збільшення втрат напору, що відповідатиме ймовірному зростанню продуктивності, буде відбуватися синхронно зі зміною навантаження на валу двигуна.

У такому випадку коефіцієнт зміни напору:

$$k_2 = \frac{H_0 - H_{ном}}{M_{ном}}, \qquad (3)$$

де $M_{ном}$ – номінальний момент привідного двигуна.

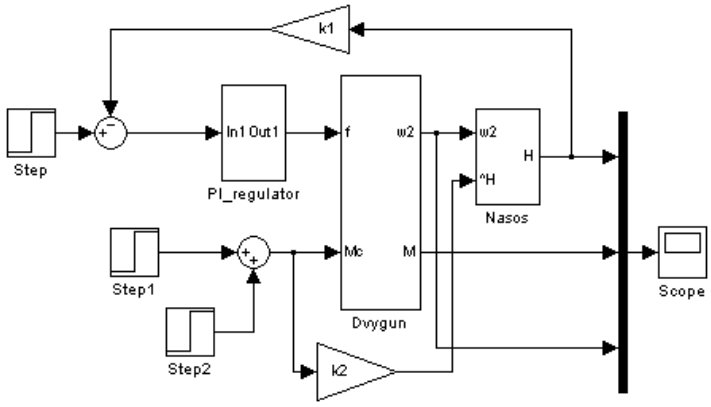
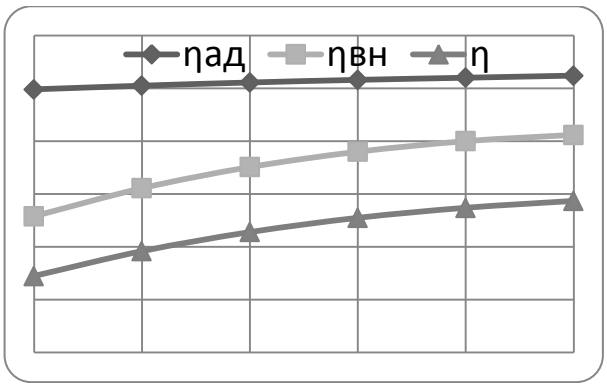
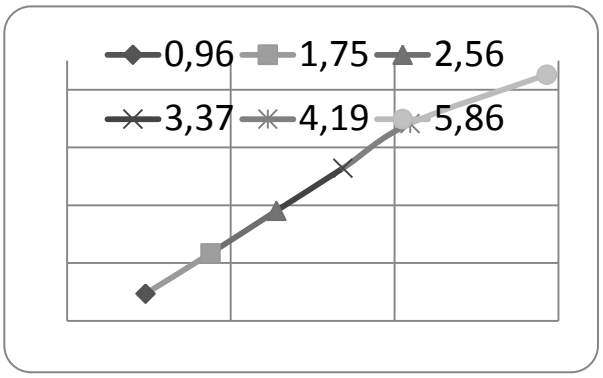


Рис. 2. Структурна схема системи автоматичного керування

Для дослідження використаний асинхронний електродвигун $АИР100S2$ з наступними даними [6]: $P_{2ном} = 4\,кВт$; $n_{ном} = 2850\,об/хв$; $\eta_{АД} = 0{,}87$; $M_{ном} = 13.4\,Нм$. Номінальний напір насосної установки прийнято на рівні 34,6 м, втрати напору – 9,3 м, коефіцієнт пропорційності за напором становив 0,0005, коефіцієнт зміни напору дорівнював 0,69. Під час дослідження проведено моделювання зростання навантаження на шести фіксованих проміжках часу з інтервалом 10 с. Втрати потужності, значення ККД в асинхронному двигуні та відцентровому насосі на фіксованих проміжках часу визначимо за допомогою WinCAPS. Дані відцентрового насоса: $Q_{ном} = 21\,м^3/год$; $H_0 = 43{,}9\,рад/с$; $\Delta H = 9{,}3\,м$; $\eta_{ВН} = 0{,}714$. Значення статичного напору прийнято на рівні 10 м. У процесі дослідження витрати води збільшувалися від 8 м^3/год до 18 м^3/год, що відповідає робочому діапазону установки. Втрати енергії в асинхронному двигуні на інтервалі часу 60 с склали 7,1 Вт год. Найбільший дисбаланс із процентним співвідношенням 20,2/44,2 між втратами в двигуні і насосі спостерігався на першому проміжку часу. Діапазон відхилень ККД насоса в процесі дослідження коливався в межах від 78,2 % до 99,7 % відносно номінального (рис. 3а).



а)



б)

Рис. 3. Енергетичні показники насосної установки

Значення ККД привідного двигуна на шести проміжках часу перебувало між відмітками 79,8 % – 82,4 %. Графік моменту електродвигуна від втрат напору в насосній установці наближений до лінійної залежності (рис. 3б). Величина достовірності апроксимації становить 0,984. Незначне відхилення обумовлене коливаннями номінального значення втрат напору за різних швидкостей робочого колеса насоса.

Висновки. Запропонована математична модель спрощує процес дослідження електромеханічної системи та вимагає обмеженої кількості вихідних параметрів. Застосування квадратичної залежності між напором і частотою обертання та врахування коефіцієнта зміни напору забезпечує точне відтворення траєкторії руху робочої точки в статичних режимах. Визначення положення робочої точки можливе завдяки відомим значенням швидкості робочого колеса насоса та напору установки під час моделювання в Simulink, що дозволяє провести оцінку енергетичних показників у всьому діапазоні витрат. Залежність електромагнітного моменту двигуна від напору має лінійний характер, що підтверджує висунуте припущення і дозволяє виконувати дослідження на базі запропонованої структурної схеми та оцінювати енергетичні показники установки за допомогою спеціалізованого прикладного середовища.

Література

1. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепіков В.Б. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: навч. посібник. Київ: Либідь, 2005. 680 с.
2. Закладной А.Н., Праховник А.В., Соловей А.И. Энергосбережение средствами промышленного електропривода: учебное пособие. Київ: Дія, 2001. 344 с.
3. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. Москва: Энергоатомиздат, 2006. 360 с.
4. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов. Москва: Издательский центр "Академия", 2007. 576 с.
5. Островерхов М.Я., Пижов В.М. Моделювання електромеханічних систем в Simulink: навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів. Київ: ВД "Стилос", 2008. 528 с.
6. Соколовський О.Ф., Рибачук О.І. Розробка та дослідження електропривода типового технологічного обладнання: навч. посібник. Житомир: ЖВІ НАУ, 2012. 100 с.
7. WinCAPS. URL: http://grundfos.com(дата звернення: 17.01.2018)
8. Соколовський О.Ф. Визначення енергетичних показників насосної установки з регульованим електроприводом. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Житомир, 2015. Випуск IV (71). С. 114–120.

66. С.М.Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, О.М. Сукманюк, к.і.н., Житомирський національний агроекологічний університет

КРАМАРОВ В.С. – РОЗРОБНИК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Дослідження історії проведення складного технічного обслуговування, капітального ремонту тракторів, комбайнів, автомобілів, екскаваторів та їх вузлів і агрегатів, відновлення зношених деталей неможливе без вивчення життя та діяльності найбільш видатної людини В.С. Крамарова відомого розробника технологічних процесів ремонту сільськогосподарських машин.

Володимир Савович Крамаров - доктор технічних наук(1947), професор, відомий український вчений у галузі сільськогосподарського машинобудування та експлуатації і ремонту машин. Народився 5 грудня (22 листопада за старим стилем) 1906 р. в м. Біла Церква Київської області у сім'ї селянина. Свої перші навички ремонтної справи отримав на місцевих цукрових заводах де працював слюсарем [1, с. 226].

У 1924 році став студентом Білоцерківського політехнікуму, по закінченні якого, був переведений до Київського інституту механізації та електрифікації сільського господарства (КІМЕСГ, нині НУБіП). В 1929 році В.С. Крамаров закінчив даний учбовий заклад та здобув фах інженер-механік [2, с.12-15].

Як свідчить історичні джерела, інженерну діяльність Володимир Савович розпочав на посаді інженера-механіка зернорадгоспу (с. Петропавлівка) Дніпропетровського зернотресту, а згодом почав працювати старшим інженером ремонтного управління «Зернотрест» (м. Москва) [1, с. 227].

З 1931 року почав викладати дисципліну „Ремонт машин" у Московському інституті механізації і електрифікації сільського господарства. Через рік був призначений на посаду завідувача цієї ж кафедри. Під його керівництвом та за його участю була створена лабораторія ремонту машин. Розроблена В.С. Крамаровим програма дисципліни „Ремонт тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин" була впровадження в навчальному процесі інших сільськогосподарських ВУЗах.

Історично склалося так, що докторську дисертацію, яка започаткувала науковий підхід до організації і оснащення ремонтних підприємств, захистив у 1947 р. на тему: „Теоретичні основи проектування підприємств сільськогосподарської ремонтної моделі" [2, 3].

Протягом 1949-1950 рр. працював старшим науковим співробітником Всесоюзного інституту механізації сільського господарства (м. Москва), де очолював розробку та видання типової технології ремонту тракторів КД-35, технологічних карт розбирання та складання тракторів, теоретичних основ технологічних процесів ремонтного виробництва та інженерної методики їх проектування.

У 1950 р. був запрошений на посаду завідувача кафедри ремонту машин Київського сільськогосподарського інституту. Під його керівництвом розвиток кафедри супроводжувався збільшенням педагогічного навантаження, що було обумовлено особливою увагою держави до питань ремонтного виробництва, зміцнення матеріально-технічної бази сільських підприємств та реорганізацію МТС в РТС, основним завданням яких стало обумовлення та ремонт сільськогосподарської техніки, забезпечення господарств новою технікою, нафтопродуктами та запасними частинами.

В.С. Крамаров в 1956 р. став ректором Української сільськогосподарської академії (УСГА), того ж року його обрали членом-кореспондентом ВАСГНІЛ.

З 1960 р. по 1969 р. Володимир Савович працював директором Українського науково-дослідного інституту механізації і електрифікації сільського господарства.

З 1969 р. знову очолював кафедру ремонту машин Української сільськогосподарської академії, а з 1976 р. став науковим консультантом даної кафедри.

В.С. Крамаров розробив теоретичні основи і передумови розвитку та переоснащення ремонтного виробництва, які знайшли своє логічне завершення в розробці типових технологічних процесів та рекомендацій з організації ремонту сільськогосподарської техніки, в тому числі й відновлення деталей зварюванням та наплавленням.

Важливим еволюційним етапом в історії ремонту сільськогосподарських машин був написаний і виданий В.С. Крамаровим перший підручник, який вийшов у 1938 р. з дисципліни «Ремонтна справа» [1, 3].

За час наукової діяльності В.С. Крамаровим було опубліковано понад 100 праць з питань організації і технології ремонту машин, інженерного проектування технологічних процесів вирощування та збирання сільськогосподарських культур. Серед них слід виділити такі як «Технология ремонта тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин» (навч. посібник виданий у 1940 р.), «Альбом технологических карт и технических условий на ремонт и контроль деталей тракторов СХТЗ-НАТИ, КД-35 и КДП-35» (виданий у 1952 р.), в яких розроблено технологію відновлення деталей машин та зазначені технічні умови на їх відновлення [4].

Володимир Савович був визначним педагогом: опублікував понад 110 наукових праць, під його керівництвом підготовлено і захищено 2 докторські та 32 кандидатські дисертації.

За трудові досягнення В.С.Крамаров був нагороджений трьома орденами Трудового Червоного Прапора, орденом „Знак пошани”, Почесною грамотою Президії Верховної Ради УРСР, медалями «За доблесний труд у період Великої Вітчизняної війни», «За оборону Москви», золотою і срібною медалями ВДНГ та ін.[1, 3].

Помер учений 6 травня 1987 р., похований у Києві на Байковому кладовищі [4].

Список використаних джерел

1. Історія Української академії сільськогосподарських наук (1956-1962) / УААН, ДНСГБ; за заг. ред. проф. В.А. Вергунова. – К.: Аграрна наука, 2008. – 304 с. – (Історико-біографічна серія «Аграрна наука України в особах, документах, бібліографії». Кн. 26).
2. Герук С.М. Видатні діячі науки і техніки в галузі відновлення деталей машин зварюванням і наплавленням / С.М. Герук, О.М. Сукманюк // Крамаровські читання: матер. IV Міжн. наук.-техн. конф. 16-17 лютого 2017 року -м. Київ, 2017. – С. 12-15.
3. Вчені у галузях механізації, електрифікації та меліорації. Кн. 3. / за ред. М.К. Лінника ; Укр. акад. аграр. наук. – К.: Аграр. наука, 2000. – С.115-117, 146-148.
4. Герук С. М. Відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням: становлення та розвиток : [монографія] / С. М. Герук, О. М. Сукманюк. – К. : Корзун Д. Ю., 2011. – 198 с.
5. https: //ru. wikipedia.org/wiki/Крамаров.

67. П.Д. Іванцов, Г.О.Федорчук, студентка, Житомирський агротехнічний коледж

БЕЗПОЛИЦЕВИЙ ОБРОБІТОК ГРУНТУ, ЯК ГОЛОВНИЙ АСПЕКТ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Органічне землеробство – це метод ведення сільського господарства, де основним напрямом підприємства є виробництво сертифікованих харчови продуктів, вирощених в результаті ведення органічного виробництва, що передбачає заборону використання пестицидів та синтетичних добрив, інших штучних речовин та генетично модифікованих організмів.

ОБРОБІТОК ГРУНТУ

Правильна система основного обробітку грунту - один із дієвих заходів формування високих урожаїв сільгосподарських культур. Агротехнічні заходи основного

обробітку грунту є найенергоємнішими, але за їхньою допомогою вирішується багато завдань.

На сьогодні аграрники всього цивілізованого світу переймаються не лише проблемою збільшення валового виробництва продукції, а й тим, як це зробити з мінімальними витратами праці та коштів без шкоди для навколишнього середовища. За період використання землі для сільгосподарських потреб на нашій планеті втрачено приблизно 20% родючого шару грунту, який створювався міліонами років. Щороку руйнується 24 млн т грунтового покриву Землі. Зникли унікальні чорноземи, які мали вміст гумусу 14-16%, а кількість земельних угідь із вмістом гумусу 10-13% скоротилася вп'ятеро. Інтенсивне використання грунтів призвело до того, що верхній, найродючіший, шар грунту виноситься з полів вітром, водою, робочими органами машин або разом з вирощеною продукцією. На сьогодні нормою вмісту гумусу у грунті вважається небезпечна межа - 2,5 %, нижче якої грунт втрачає свої властивості родючості й практично деградує, перетворюючись на пустелю.

Таб. №1

Площа ріллі Житомирської області, придатна під органічне землеробство, (тис.га)

Зона	Площа всього, га	У тому числі за ґрунтовимпокривом			
		дерново-підзолисті-супіщані і легко-суглинкові	ясно-сірісупіщані і легко-суглинкові	сірі і темно-сірі, чорноземи-опідзолені	Чорноземи-типові і малогумусні
Полісся	37	13	24	-	-
Перехідна	63	10	-	53	-
Лісостеп	270	-	-	70	200
По області	370	23	24	123	200

Якість грунту визначається багатьма чинниками, але вміст у ньому органічної речовини (гумусу) заслуговує на особливу увагу. Наявність у грунті органічної речовини впливає на кілька найважливіших функцій грунту. Зокрема органічна речовина підвищує здатність грунту втримувати вологу та поживні речовини, а також поліпшує його структуру та родючість. Високий вміст гумусу запобігає втратам, які можуть виникнути у результаті таких природних явищ як посуха, надмірна кількість опадів або спалахи хвороб рослин.

Безполицевий обробіток грунту зменшує наслідки втручання в природне середовище грунту, збільшує вміст органічної речовини в ньому, поліпшує його структуру, регулює грунтову температуру і дає змогу грунту втримувати більше вологи.

На грунтах, які обробляли без обертання орного шару, біологічна активність і біологічний різновид мікроорганізмів були найвищими, для таких грунтів характерна підвищена здатність поступово та постійно накопичувати поживні речовини. Ці грунти мають кращу структуру порівняно з тими, на яких застосовували традиційну оранку.

Значна частина території України перебуває у зоні ризикованого землеробства, для якої характерні часті посухи та надмірне зволоження грунту. У результаті виникає потреба у скороченні строків основного обробітку грунту або у їхньому зміщенні. З огляду на це для якісного та вчасного обробітку грунту слід застосовувати нові технології та використовувати техніку, яка легко вписується у процеси підготовки грунту з частими змінами виробничих умов. Для виконання таких робіт у господарствах використовують безплужні грунтообробні агрегати (культиватори-плоскорізи, плоскорізи-глибокрозпушувачі, чизельні плуги, чизель-культиватори та інші знаряддя) як вітчизняного виробництва, так і виготовлені провідними світовими фірмами-виробниками. Знаряддя для суцільного обробітку грунту дають можливість виконувати

безполицевий основний обробіток грунту на глибину до 20-22 см, чого цілком достатньо під час вирощування зернових і культур суцільного висіву. Серед зарубіжних виробників культиваторів для безполицевого обробітку грунту заслуговує на увагу продукція таких фірм, як VOGEL&NOOT (Австрія), Horsch (Німеччина) та KUHN (Франція), а серед вітчизняних - ВАТ "Галещина машзавод" та ВАТ "Богуславська сільгосптехніка".

Фірма VOGEL&NOOT виготовляє три моделі культиваторів для безполицевого обробітку грунту: Terra Mix, Terra Flex та Terra Cult, - які дають змогу виконувати обробіток на глибину від 3-5 до 20-25 см. Культиватори вказаних моделей схожі між собою і різняться лише кількістю рядів робочих органів, відповідно, 2, 3 та 4. Кожна з моделей має кілька модифікацій, ширина захвату яких змінюється від 3 до 6 метрів. Однією з особливостей культиваторів для обробітку грунту VOGEL&NOOT є конструкція їхніх робочих органів. Здавалося б, на перший погляд, проста і давно відома лапа культиватора має свою відмінність. На передньому боці стояка лапи культиватора розміщена напрямна пластина. Нижній край цієї пластини є продовженням гостряка лемеша, а верхній піднімається стояком вгору і закінчується на висоті, яка перевищує максимальну глибину обробітку культиватора на 5-7 см. Така конструкція лапи сприяє тому, що, незалежно від вологості грунту і від того, скільки залишилося на поверхні поля рослинних решток попередника чи проросло бур'янів, секції культиватора ніколи не забиваються. З огляду на це відпадає потреба кілька разів протягом зміни зупиняти агрегат і вичищати робочі органи від рослинних решток, як це відбувається під час експлуатації інших машин.

Найспрацьовуваніша деталь - розпушувач грунту, який із спрацюванням може розвертатися на 180° іншим боком вперед, що вдвічі подовжує термін його експлуатації. Права і ліва накладки мають наплавлену різальну кромку, тому під час роботи вони самозагострюються, що поліпшує якість роботи культиватора в цілому та зменшує витрату палива. Для захисту лап від пошкодження в кронштейнах їхнього кріплення встановлено захисні зрізні болти.

Використання на культиваторах для обробки грунту сферичних дисків-загортачів із загостреною різальною кромкою забезпечує вирівнювання поверхні грунту після проходження лап і подрібнення рослинних решток і знищення бур'янів. Коток також подрібнює грудки, частково вирівнює та ущільнює поверхню грунту і, тим самим, створює умови для підтягування вологи з нижніх шарів до верхніх. Завдяки коткам, верхній шар при обробці грунту рівномірно ущільнюється за всією шириною захвату агрегату. Застосування котка у посушливих умовах дає змогу якнайповніше зберегти вологу від фізичного випаровування. Важливе значення мають правильні сівозміни, які є головною і незамінною її ланкою та посідають особливе місце за різноманітним сприятливим впливом на родючість ґрунту і врожайність сільськогосподарських культур. На основі сівозмін створюють систему удобрення, механічного обробітку ґрунту і захисту посівів від бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Безсистемне проведення цих заходів, без врахування того, що вирощували на полі в попередні і що буде висіяно в наступі роки, призводить до низької ефективності й запущеності полів. У правильних сівозмінах краще виявляються об'єктивні закони землеробства, а дотримання їх дає змогу регулювати кругообіг елементів живлення рослин у сільському господарстві.

Сівозміни

Сівозміни забезпечують найраціональніше використання орних земель, матеріальних і трудових ресурсів. Вони є організаційно-територіальною основою сталого землеробства. Порушення їх, нехтування елементарними вимогами до чергування культур, біологічними особливостями ґрунту і рослин завдає непоправної шкоди культурі та сталості землеробства, продуктивності землі.

Сівозміна дає можливість розробляти технологію вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням їх взаємного впливу, а також після дії

кожного заходу, що застосовується під найближчі попередники. Ось чому зростання культури землеробства може бути забезпечене тільки в разі освоєння правильних сівозмін, які відповідають конкретним природно-кліматичним умовам і спеціалізації сільськогосподарського виробництва.

За органічними стандартами сівозмінна повинна включати мінімум 20% культур, які забезпечують надходження в грунт органічної речовини та накопичення азотовмісних поживних речовин, так як основним лімітуючим елементом живлення в ґрунті, особливо в зоні Полісся, є азот. До таких культур відносяться: зернобобові (соя, горох, люпин, вика, пелюшка, квасоля, боби і ін.); хрестоцвіті (олійна редька, ріпак, гірчиця на зелене добриво); багаторічні бобові трави (люцерна, конюшина, лядвенець).

Система удобрення

Органічні добрива є джерелом утворення гумусу (тонна гною рівняється до 50 кг гумусу). Ці добрива містять макро- і мікропоживні речовини. Вони є джерелом утворення вуглекислого газу – CO_2 та мікроорганізмів. Органічні добрива покращують структуру, вбирну здатність ґрунту і його фізико-хімічні властивості, а також зменшують кислотність ґрунту.

Важливим аспектом органічного способу ведення господарства є внесення достатньої кількості мікробіологічного матеріалу рослинного або тваринного походження для підвищення або, як мінімум, збереження родючості та біологічної активності ґрунту. Для підвищення родючості ґрунту і живлення рослин використовуються органічні добрива, не дозволяється застосування мінеральних добрив штучного синтетичного походження.

Таблиця №2

Зведена еколого-агрохімічна характеристика грунтів ПП „Галекс-Агро”с. Стриєва, Новоград-Волиньського району, Житомирської області

Всього. Середньозважений показник мг/кг ґрунту	2009р.	2014р.	Приріст мг/кг грунту	%
N	70	86	16	22,87
P2O5	128	130	2	1,57
K2O	82	78	-4	-4,88
pH(обмінна кислотність)	6,1	5,9	-0,2	-3,28
Гумус	2,58	2,56	-0,02	0,78
Бор	0,86	1,01	0,15	0,18
Молібден	0,125	1,147	0,022	17,6
Цинк	0,38	0,47	0,09	23,69
Щільність г/см3	1,3	1,29	-0,01	-0,77
Сума вибраних основ (мг.скв.на 100г. грунту)	16,8	14,2	-2,60	-15,48

За матеріалами моніторингу грунтів сільськогосподарських угідь Державною установою Інституту охорони грунтів України двох турів обстеження (каб.№2) в умовах ПП „Галекс-Агро” с. Стриєва, Новоград-Волиньського району, Житомирської області спостерігається динаміка збільшення в грунтах азоту, фосфору, гумусу, бору, молібдену. Цинку, що є важливим аспектом в системі поживного балансу речовин та розширеного відтворення родючості грунтів.

Систему удобрення культур в сівозміні органічного землеробства умовно можна розділити на три тісно пов’язані між собою складові: вапнування, систему органічного удобрення і систему використання побічних післяжнивних залишків. Вапнування кислих ґрунтів є основою системи удобрення. Дозволеними вапняковими матеріалами в органічному виробництві можуть бути карбонати кальцію природного походження

(наприклад, крейда, мергель, мелений вапняк, фосфатна крейда). Вони знижують шкідливу дію кислотності, рухомого алюмінію та є джерелом кальцієвого живлення для рослин.

Під впливом вапна підвищується також використання елементів живлення з гною. При сумісному внесенні цих компонентів можна в 2 рази зменшити норму гною без зниження продуктивності сівозміни.

Органічне землеробство є найбільш актуальним та домінуючим в умовах, коли є нагальна потреба мати калорійну, життєво безпечні продукти харчування та збереження довкілля для майбутніх поколінь.

Список літератури

1. Рудик Р. І., Перспективи розвитку органічного виробництва в Поліссі/ Р. І. Рудик, О. І. Савчук, А. О. Мельничук /Збірник наукових праць ННЦ Інститут землеробства УААН .-К., 2013.
2. Савчук О. І. Родючість грунту за органічної системи удобрення/ Л. І. Іваненко, О. І. Савчук Органічне виробництво і продовольча безпека, Житомир: Вид „Полісся”, 2014.
3. М. С. Кравченко, Ю. А. Злобін, О. М. Царенко « Землеробство » Київ «Либідь» 2002.
4. С. І. Мельник, О. Д. Муляр, М. Й. Кочубей, П. Д. Іванцов, „Технологія виробництва продукції рослинництва” частина І., Київ „Аграрна освіта”, 2010.
5. В. О. Єщенко , В. П. Гудзь, В. П. Опришко , А. П. Бутило, А. З. Моспанок, П.Г. Копитко, В. Ф. Мойсейченко , « Загальне землеробство » Київ «Урожай» 1995

68. 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»

НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНЕРЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ПРИВОД СИСТЕМ ОЧИСТОК ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

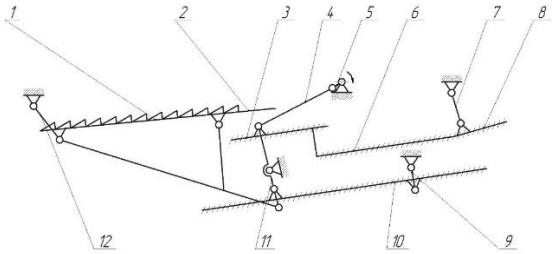
Ветрорешетные очистки, нашедшие подавляющее применение в зерноуборочных комбайнах, можно разделить на два типа − одностанные и двустанные. Оба типа содержат верхний и нижний решетные станы, транспортирующее устройство, осуществляющее подачу мелкого вороха из-под молотильного барабана и соломотряса на верхнее решето. Транспортирующее устройство может быть выполнено в виде одной или нескольких транспортных досок - автономных или расположенных с перепадом в общем коробе, бесконечного планчатого транспортера в виде батареи параллельных шнеков, находящихся в открытых коробах и расположенных вдоль комбайна под молотильным аппаратом.

Очистки снабжены приводным механизмом, содержащим, как правило, колебательный вал и спаренный шатун.

Основное отличие одностанных очисток от двустанных заключается в том, что в первых верхнее и нижнее решето смонтированы в общем коробе и, следовательно, колеблются в одной фазе как одно целое, а в двустанных очистках верхний и нижний решетный стан колеблются в противофазе.

Анализ патентных материалов показал, что к настоящему времени известно большое количество самых разнообразных схем одностанных и двустанных ветрорешетных очисток для зерноуборочных комбайнов. Однако, из всего множества известных очисток не нашлось ни одной, у которой силы инерции и моменты сил инерций основных колеблющихся масс были бы полностью уравновешены путем их перераспределения. Следствием неуравновешенности системы очистки является воздействие значительных знакопеременных сил как на раму машины, так и на привод. Следовательно, одним из перспективных направлений дальнейшего совершенствования систем очисток является путь снижения воздействия инерционных нагрузок на их привод.

Рассмотрим систему очистки зернового вороха зерноуборочного комплекса с колеблющимися рабочими органами, к которым также, в частности, относятся приводы с возвратно-поступательными и вращательно-колебательными движениями рабочих органов (рисунок 1).



1 – стрясная доска; 2 – пальцевая решетка; 3 – дополнительное решето; 4 – шатун; 5 – кривошип; 6 – верхнее решето; 7,9,12 – шарнирные подвески; 8 – удлинитель верхнего решета; 10 – нижнее решето; 11 – двуплечий рычаг

Рис. 1. Схема очистки зерноуборочного комплекса

Кинематика возвратно-поступательно движущихся рабочих органов с приводом от различных механизмов-преобразователей изучалась многими исследователями. В результате получены кинематические зависимости хода, скорости и ускорения рабочего органа от угла поворота ведущего вала механизмов-преобразователей кривошипно-ползунного [1], качающейся шайбы [2], синусного механизма [3], кулачкового механизма [4]. Авторы отмечают периодическую изменяемость скорости и ускорения рабочего органа в зависимости от угла поворота ведущего вала механизмов-преобразователей. Анализ этих работ показал, что несмотря на конструктивные особенности вышеперечисленных механизмов-преобразователей кинематические свойства их идентичны. В первом приближении изменения скорости и ускорения рабочего органа подчиняются гармоническому закону или близки к нему.

Динамика приводов рабочих органов возвратно-поступательного движения также широко исследовалась [5,6,7]. Установлено, что в названных приводах инерционные силы возвратно-поступательно движущихся масс, возрастающие пропорционально величине этих масс и квадрату частоты вращения привода, нагружают звенья механизмов-преобразователей, возбуждают крутильные колебания в передаточных механизмах приводов, создают вибрации рам машин. Это приводит к снижению надежности приводов, повышенному энергопотреблению, невозможности обеспечения необходимого скоростного режима работы, отрицательному воздействию на организм оператора.

Указанными исследованиями обоснованы различные способы уравновешивания инерционных сил, действующих на корпус машины и элементы приводов рабочих органов – в частности, при помощи противовесов, применением симметрично расположенных механизмов преобразователей приводов, маховиками, гасителями колебаний, при помощи других масс, движущихся в противофазе по тому же закону, введением в приводы передач с переменным моментом инерции амортизаторов, демпфирующих устройств.

Проведенные исследования в области механики рассмотренных приводов позволили разработать способы частичного, а для некоторых простых механизмов - полного уравновешивания главных векторов и моментов сил инерции звеньев механизмов-преобразователей на раме. Вопросам же динамики нагружения и гашения колебаний нагрузок в приводах рабочих органов колебательного движения уделялось мало внимания. Не достаточно раскрыта физическая сущность формирования и развтия колебаний нагрузок в приводах рабочих органов при различных режимах их работы, не разработаны эффективные меры их гашения.

При выборе путей дальнейшего увеличения уравновешенности системы очистки следует учесть, что в вышеприведенных конструкциях уравновешивание механизмов и приводов решается путем перераспределения масс звеньев, устраняя воздействие привода на раму машины. Данный метод, однако, не решает проблемы нагруженности самого привода, следствием чего являются его малая долговечность, повышенные нагрузки в шарнирах и вибрации рамы.

Помимо перечисленных известных методов уравновешивания, существуют также два метода снижения нагруженности приводов с колеблющимися рабочими органами, воздействующие на сам источник возмущений, позволяющих существенно ослабить или полностью погасить его действие на привод [8, 9].

Первый метод, называемый кинематическим, состоит во введении в привод дополнительного источника колебаний с определенными характеристиками, гасящего существующий источник. Например, описано использование данного метода для снижения нагруженности привода режущего аппарата косилки-плющилки [10] и карданного привода [8].

Второй метод, называемый силовым, заключается в установке в привод специальных динамических разгружателей, настраиваемых на частоту источников колебаний (рабочих органов). Такой подход к решению поставленной задачи позволяет локализовать механическую энергию источника колебаний внутри неконсервативной колебательной системы [11].

Для выбора рационального метода снижения нагруженности привода путем уравновешивания механизма системы очистки зерноуборочного комплекса, необходимо выполнить его кинематический и кинетостатический расчеты. На основании результатов выполненных расчетов механизма выбрать необходимые меры для снижения воздействия привода на раму машины (путем перераспределения колеблющихся масс), а также для снижения нагруженности самого привода механизма (путем применения кинематического либо силового метода снижения динамической нагруженности приводов).

Литература

1.Эпов, Н.В. О кинематике пространственных кривошипно-ползунных механизмов режущих аппаратов уборочных машин / Н.В. Эпов // Исследование рабочих органов сельскохозяйственных машин. – Ростов-на-Дону, 1965. – С. 84-85.

2.Левитский Н.И. Теория механизмов и машин / Н.И. Левитский. – М.: Наука, 1979. – 590 с.

3.Турбин, Б.И. К выбору привода ножа режущих аппаратов косилок. / Б.И. Турбин // Доклады ТСХА. – Вып. 81. – М., 1963. – С. 175-185.

4.Васильев, Г.К. Применение кулачкового механизма в режущих аппаратах сельскохозяйственных машин / Г.К. Васильев // Тракторы и сельхозмашины. – М.: 1963. - № 12. – С. 23-25.

5.Викторов, В.Н. Исследование динамики и прочности ножа режущего аппарата уборочных машин: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.06.01/ Ростов-на-Дону институт с/х машиностроения. – Ростов-на-Дону, 1982. – 29 с.

6.Ходосевич, В.И. Исследование динамических нагрузок в приводе грохотов картофелеуборочного агрегата: дис. … канд. техн. наук: 05.20.04. – Минск, 1971 – 155 с.

7.Геронимус, Я.Л. О применении методов Чебышева к задаче уравновешивания механизмов / Я.Л. Геронимус. – ОГИЗ Гостехиздат, 1948. – 148 с.

8.17 Бойко, Л.И. Механика приводов колеблющихся рабочих органов машин / Л.И. Бойко. – Минск : ООО “Мэджик Бук”, 2003. – 240с.

9.Пути совершенствования приводов режущих аппаратов уборочных машин. Серия 55.03.14. Проектирование, конструирование и расчет машин и механизмов / Л. И. Бойко [и др]. – Минск : БелНИИНТИ, 1990. – 56 с. – (Обзорная информация / Белорусский науч.-исслед. ин-т науч.-техн. информ. и технико-экономических исследований Госплана БССР).
10.Ходосевич, В.И. Гашение крутильных колебаний привода режущего аппарата / В.И. Ходосевич, Л.И. Бойко, Т.В. Бойко // Улучшение эксплуатационных качеств и конструкций тракторов и сельскохозяйственных машин : сборник научных трудов / Белорусская сельскохозяйственная академия – Горки, 1976. – Вып. 84. – С. 76-83.
11.Бойко, Л.И. К построению автоколебательной системы в приводах рабочих органов машин / Л.И. Бойко, А.М. Гоман, Н.Л. Ракова // Вести Академии Наук Беларуси. Сер. физ-техн. наук. – 1999. – № 1. – С. 24-29.

69. В.С. Корко, к.т.н., доцент, П.В. Кардашов, к.т.н., доцент, И.Б. Дубодел, к.т.н., доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

На кафедре «Электротехнологии» УО «БГАТУ» разработан ряд энергоэффективных способов обработки кормовых материалов путем объемного ввода электрической энергии с помощью электродов: электрозапаривание картофеля, электроподогрев мелассы, электротермохимическая обработка соломы, электрогидротермическая обработка фуражного зерна [1, 2].

Технологический процесс обработки, например зерна, включает плющение, смешивание с раствором химических реагентов (поваренной соли, карбамида, микроэлементов и др.), уплотнение полученной влажной массы и обработку электрическим током в электродной камере (рисунок 1) до 80 ^{0}С.

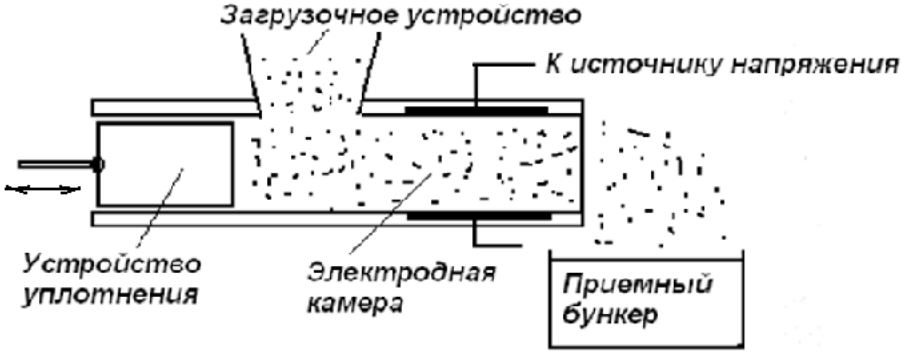


Рис. 1. Схема установки электрогидротермической обработки фуражного зерна

Для достижения технологического эффекта (повышения переваримости, вкусовых качеств, изменения других свойств) в этих технологиях в той или иной степени используется комплекс технологических действий электрического тока, протекающего в кормовой массе: термические, электрофизикохимические, биологические.

Вышеуказанные способы обработки фуражного зерна и соломы на 15…20% более эффективные по увеличению переваримости питательных веществ и в 1,5…2 раза менее энергоемкие по сравнению с традиционными термическими способами (пропариванием, поджариванием, микронизацией, экструдированием и т.п.) [1, 2]. Вместе с тем, в силу необходимости температурного воздействия (80…100 ^{0}С), например, для преобразования в более легкоусвояемые формы крахмала или лигнина, в структуре энергозатрат имеет место значительное преобладание расхода электроэнергии на нагрев корма. По этой причине энергоемкость этих процессов достигает 80…120 кВт.ч/т.

Для дальнейшего повышения эффективности разработан ряд технологий, использующих для достижения технологического эффекта электромембранные процессы: непосредственную обработку жидких или высоковлажных сред в электрохимическом реакторе или получение электроактивированных растворов на месте производства с целью дальнейшего их применения в технологических процессах для изменения свойств и качественных характеристик обрабатываемых материалов.

Основной движущей силой электромембранного процесса (электродиализ, электрокоагуляция, электроактивация и др.) является градиент электрического потенциала[3…5]. Электромембранные технологии реализуют процессы мембранного электролитического разделения, концентрирования и очистки жидких и газовых сред. Электродная камера электролизера (рисунок 2), разделена ионообменной мембраной, практически непроницаемой для газов и жидкостей.

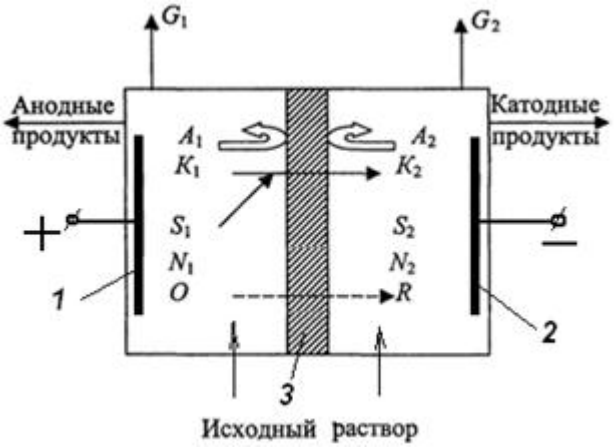


Рис. 2. Принципиальная схема мембранного электролизера:
1 – анод; 2 – катод; 3 – мембрана

Под действием электрического тока катион K_1 перемещается через мембрану к катоду, захватывая при этом растворитель S_1. Катион K_2 может перемещаться в катодную камеру только за счет диффузии, электрическое поле этому движению препятствует. Анионы A_1 и A_2, недиссоциированные соединения N_1 и N_2, растворитель S_2 через мембрану практически не переносят. За счет электродных реакций в анодном пространстве электролизера происходит образование продукта окисления O и возможно выделение газа G_1. В катодном пространстве образуется продукт восстановления R и возможно выделение газа G_2. Если продукт окисления O в анодной камере является катионом, он также может переноситься через мембрану в катодную камеру. Достигается в одном технологическом аппарате высокая избирательность и достаточная чистота целевых продуктов.

При электролизе с разделительной мембраной слабоминерализованных водных растворов соли NaCl обеспечивается активация сред в прианодном и прикатодном пространствах: анолит обогащается оксидантами ($HClO$, Cl_2O, ClO_2, Cl, O_2, O_3, OH) и приобретает кислотный показатель, а католит насыщается щелочными элементами ($NaON$, OH, H_3O_2, HO_2, H_2O_2, O_2). Наряду с кислотностью и щелочностью исходного раствора изменяются химическая и биологическая активность растворов, их физические свойства, происходит ***активация водных растворов.*** Анолит обладает моющими, бактерицидными свойствами, католит стимулирует процессы регенерации и развития клеток, активирует биологические процессы [3].

Примерами получения непосредственно на месте производства электроактивированных растворов с целью дальнейшего их применения в технологических процессах являются способы обработки, апробированные в производственных условиях авторами: а) с применением анолита: консервирования силоса или влажного зерна; обеззараживания различных сред и материалов; повышения

сохранности фруктов и плодоовощной продукции; б) с использованием католита: поения животных и птицы, повышения всхожести семян различных культур и энергии роста растений.

Способ электротермохимической обработки фуражного зерна включает плющение сухого зерна, увлажнение 1%-ным раствором *NaCl* в соотношении 1:1,2, перемещение смеси в электродную камеру (схема установки подобна изображенной на рисунке 1) с разделительной мембраной и обработку до достижения в катодной области *pH* =10…11. Комплексное электрохимическое и термическое действия электрического тока в щелочной среде обеспечивают в сравнении с другими способами значительное увеличение переваримости зерна (на 15…20%) при снижении конечной температуры обработки до 60 ^{0}С и энергоемкости в 1,5 раза по сравнению с электрогидротермической обработкой.

Технологический процесс электрокоагуляции белков картофельного сока (или молочной сыворотки) включает подачу исходного продукта в электродные камеры с разделительной мембраной электрокоагулятора (рисунок 3). Под действием электрического тока в анодной камере образуется кислая среда (*pH*=4,8…5,0), способствующая коагуляции белка. Обработанный продукт из анодной камеры в дальнейшем поступает в центрифугу для выделения коагулянта, а из катодной камеры – в сборник 1 для повторной обработки.

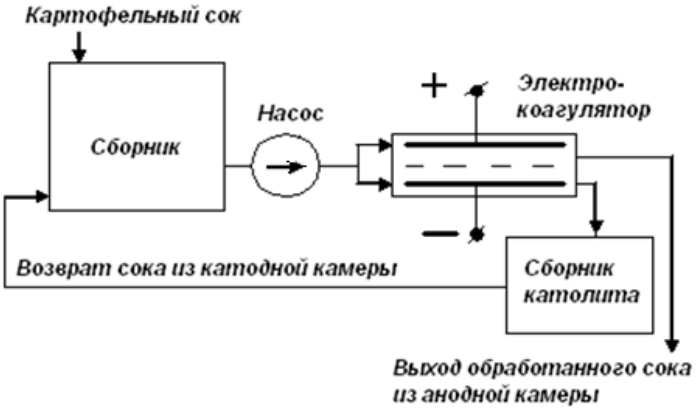


Рис. 2. Схема технологической линии электрокоагуляции белков картофельного сока

В результате испытаний выход белка картофельного сока достигал 93…95% (на 15…50% выше традиционных способов), степень осветления сока 0,5…07, энергоемкость – 14…15 кВт.ч/т.

Таким образом, кормовые материалы посредством обработки электрическим током при сравнительно небольших затратах электроэнергии могут быть эффективно переработаны с целью повышения переваримости и усвояемости. Органические жидкости, растворы, используемые в кормопроизводстве, с использованием электромембранных технологий непосредственно в месте потребления могут быть преобразованы в эффективные технологические растворы без использования специальных химических реагентов. Их применение позволяет существенно ускорить, упростить и удешевить традиционные технологические процессы при одновременном повышении качества конечного продукта и уменьшении энергоемкости и загрязненности среды.

Литература

1. Корко, В.С. Повышение эффективности процессов переработки и контроля влагосодержания злаков электрофизическими методами: монография / В.С. Корко – Минск: БГАТУ, 2006. – 349с.

2. Электротехнологии: пособие / И.Б. Дубодел, Е.М. Заяц, П.В. Кардашов, В.С. Корко, Е.А. Городецкая. - Минск: БГАТУ, 2014. – 252с.
3. Корко, В.С. Электрофизические методы стимуляции растительных объектов: монография / В.С. Корко, Е.А. Городецкая – Минск: БГАТУ, 2013. – 232с.
4. Вурдова, Н.Г. Электродиализ природных и сточных вод / Н.Г. Вурдова, В.Т. Фомичев. - Москва: АСВ, 2001. - 144с.
5. Рогов, В.М. Электрохимическая технология изменения свойств воды / В.М.Рогов, В.Л. Филипчук. - Львов: Выща школа, 1989. - 128 с.

70. П.В. Кардашов, к.т.н., доцент , В.С. Корко, к.т.н., доцент, И.Б. Дубодел, к.т.н., доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Обеспечение населения продуктами животноводства – одна из важнейших задач сельскохозяйственного производства. Решить эту задачу возможно созданием прочной кормовой базы путем эффективного использования питательного потенциала заготавливаемых кормов.

Корма занимают основную долю затрат в производстве животноводческой продукции. В получении молока на них приходится 55% затрат, свинины – 54%, говядины – 68%. Существенное снижение себестоимости продукции может быть достигнуто снижением стоимости кормов и повышением эффективности их использования.

В условиях сложной экономической ситуации, рациональное использование кормовых материалов требует более совершенных методов их обработки и подготовки к скармливанию.

В настоящее время известно множество различных способов подготовки фуражного зерна к скармливанию: механическая, гидромеханическая, гидротермическая обработка, флакирование, экструдирование, микронизация и другие.

Способы, использующие механические факторы воздействия (плющение, дробление, восстановление) малоэнергоемки, но незначительно повышают усвояемость зерна в результате разрушения оболочки зерна и увеличения общей площади соприкосновения с пищеварительными ферментами.

Использование питательной ценности зерна увеличено при обработке по способам, использующим термическое воздействие (пропаривание, экструдирование, поджаривание, микронизация), обеспечивающее расщепление, декстринизацию и желатинизацию крахмальных зерен и разрушение протеиновых оболочек. При этом, однако, требуются значительные энергетические затраты, а питательная ценность зерна увеличивается незначительно.

Известные способы повышения питательности зерна основаны в большинстве случаев на устаревших принципах тепловой обработки, требуют значительных энергетических затрат, не раскрывают в полной мере питательный потенциал, заложенный в зерне.

Новые возможности в повышении качества корма открывают электрофизические методы, которые широко внедрены в различных отраслях народного хозяйства, но пока мало применимы в сельскохозяйственном производстве и совсем не используются в стационарных процессах получения кормов, где электроэнергия составляет основную энергетическую базу.

На кафедре «Электротехнологии» УО «БГАТУ» разработаны теоретические и практические основы обработки электрическим током зернофуража. Более глубокое преобразование структуры зерна и повышение его питательности по сравнению с другими достигается по электрогидротермическому способу, в котором наряду с

термическим, используются электрофизикохимическое и бактерицидное проявления переменного электрического тока. Однако и этот способ достаточно энергоемок (около 270 МДж·т$^{-1}$) [1] и не позволяет использовать в полной мере питательный потенциал зерна.

Поэтому в последнее время разработан новый способ электротермохимической обработки (ЭТХО) фуражного зерна [2], в котором особенно выражено химическое действие электрического тока и снижена температура обработки.

Сущность разработанного способа состоит в следующем: для повышения питательной ценности фуражного зерна, которая заключается в клейстеризации крахмала, зерновую массу помещают между токоподводящими электродами, разделенными ионоселективной мембраной, и пропускают электрический ток определенных параметров. В результате прохождения электрического тока изменяется количество активных ионов в зерновой массе: в прианодной зоне накапливаются ионы $H^+(H_3O^+)$, в прикатодной – OH^-. Мембрана препятствует рекомбинации ионов. Далее эти ионы переносятся из приэлектродных областей в зерновую массу и вступают в реакцию ионного замещения с растительной тканью. Поток ионов, доставляемых к поверхности растительной ткани, образует электрический ток *I* (рис. 1), часть которого протекает через жидкостные каналы микропор растительной ткани не вступая во взаимодействие, другая часть вступает в реакцию ионного обмена с веществом растительной ткани, образуя фарадеевский ток, определяющий скорость этой реакции, а ее глубина, по закону Фарадея, пропорциональна количеству электричества, протекающему через зерновую массу.

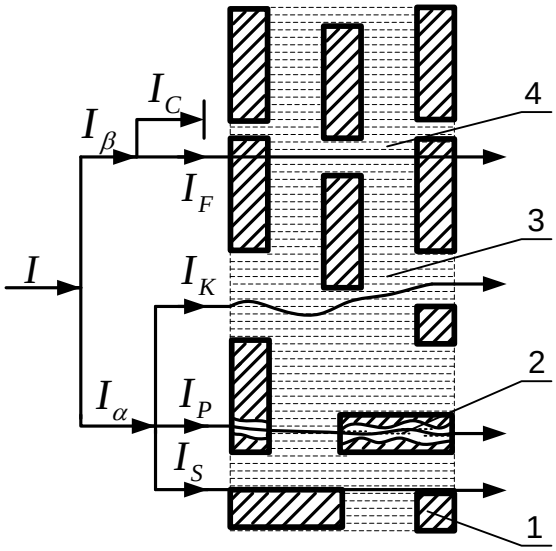


Рис. 1. Упрощенная схема токов в зерновой массе при электрообработке: 1 – элемент растительной ткани; 2 – микропоры растительной ткани; 3 – сплошные жидкостные мостики между токоподводящими электродами; 4 – жидкостные прослойки между элементами растительной ткани; I_C – ток перезарядки двойного слоя; I_F– фарадеевский ток; I_K – ток сквозной проводимости по жидкостным мостикам; I_P – ток по микропорам растительной ткани; I_S – ток поверхностной проводимости ткани

Механизм электрохимического повышения переваримости фуражного зерна основан на воздействии электрического тока определенных параметров на измельченное и увлажненное зерно, расположенное между токоподводящими электродами, разделенными мембраной, который изменяет температуру, концентрацию ионов H^+, OH^-, pH среды, скорость и глубину клейстеризации крахмала и в конечном счете питательную ценность зерна.

Результаты исследований, проведенные совместно с Белорусским научно-исследовательским институтом животноводства (БелНИИЖ) по определению переваримости сухого вещества опытных образцов зерна, плющеного и обработанного электрическим током представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты переваримости сухого вещества зерна ячменя, обработанного различными способами

Способ обработки	Коэффициент переваримости, %
Электротермохимический	85,9
Электрогидротермический	77,2
Плющение	71,6

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что самая высокая переваримость оказалась при электротермохимическом способе обработке, по сравнению с электрогидротермическим она выше на 10,13 %, с плющением на 16,64 %.

Таким образом, обработка электрическим током фуражного зерна, при сравнительно небольших затратах электроэнергии, приводит к увеличению питательного потенциала и соответственно к снижению себестоимости продукции.

Литература

1. Пашинский, В.А. Обоснование параметров и режимов работы установки для поточной электрогидротермической обработки фуражного зерна. Дис. … канд. техн. наук. – Киев.: УСХА, 1985. – 254 с.

2. Патент № 3815 С2. Способ обработки зерна на корм / Заяц Е.М., Николаенок М.М., Кардашов П.В. и др.; Заявл. 09.02.1998; Опубл. 09.02.2001 // Афіцыйны бюлетэнь /Дзярж.пат.ведамства Рэсп.Беларусь. – 2001. - № 28. – с. 146.

71. И.Б. Дубодел, к.т.н., доцент, П.В. Кардашов, к.т.н., доцент, Е.А. Городецкая, к.т.н., доцент, Белорусский государственный аграрный технический университет

КИНЕТИКА КОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВ КАРТОФЕЛЬНОГО СОКА

Эффективность использования кормовых материалов в значительной мере зависит от совершенства методов их обработки и подготовке к скармливанию. Одним из путей использования в полной мере питательного потенциала белков, содержащихся в картофельном соке, является их электрокоагуляция.

Исследования показали, что энергия коагуляции зависит от величины электрокинетического потенциала (ζ-потенциала), на который оказывает воздействие pH среды. Изменить водородный показатель возможно при помощи постоянного электрического тока, регулируя вводимое количество электричества *Q*. Поэтому необходимо выяснить влияние количества электричества и pH среды на суммарную энергию взаимодействия белковых молекул. Для чего необходимо определить зависимости *Q*и ζ-потенциала от pH, дать их математическое описание.

Необходимые зависимости были найдены экспериментально при помощи электрофоретического разделения белковых смесей по способу Лэмли/1/, основанном на концентрировании белкового образца большого объема в узкую полоску на границе концентрирующего и разделяющего гелей.

Данные электрофоретического разделения позволили сделать вывод, что белок картофельного сока – это гетерогенная смесь полипептидов и определить величину ζ-потенциала, который определяли в зависимости от pH картофельного сока, который варьировали в пределах $(0…70)\cdot10^{-3}$ В (таблица 1). Точка, где ζ = 0, соответствует изоэлектрическому состоянию (pH = 0). В этой точке белки наименее устойчивы. Дальнейшее уменьшение водородного показателя не оказывает влияние на величину электрокинетического потенциала и сохраняет свое значение равное нулю.

Обработка экспериментальных данных позволила получить зависимость ζ-потенциала от pH:

$$\zeta = -0{,}085 + 0{,}039\text{pH}.$$

Изменение pH связано с вводимым в сок количеством электричества, регулируя которое возможно перевести белок в изоэлектрическое состояние, создавая тем самым условия наиболее благоприятные для коагуляции. Зависимость pH от колтчества электричества описывается уравнением

$$\text{pH} = 6{,}5 - 0{,}006Q.$$

Тогда устойчивость картофельного сока, помещенного в постоянное электрическое поле, определится формулой

$$W = 16\varepsilon_0\varepsilon_c\left(\frac{RT}{F}\right)^2 \text{th}^2\left(\frac{0{,}069 - 0{,}0002Qz_ie}{4kT}\right)a\frac{e^{-\chi a(S-2)}}{S} - \frac{A}{6}\left(\frac{2}{S^2-4} + \frac{2}{S^2} + \ln\frac{S^2-4}{S^2}\right),$$

где W – суммарная энергия взаимодействия белковых молекул, Дж; ε_0 – электрическая постоянная, Ф/м; ε_c – диэлектрическая проницаемость картофельного сока; R – газовая постоянная, Дж/(моль·К); T – температура, К; F – число Фарадея, Кл/моль; k –постоянная Больцмана; z_i – валентность иона; e – заряд электрона, Кл; χ –параметр Дебая-Гюккеля, 1/м; $S = h/a + 2$ – относительное расстояние между частицами, h – расстояние между частицами,м; a – радиус частицы, м; A – постоянная Гамакера, Дж.

Литература

1. Laemli U.K. Gleavage of structuriel proteins during the assembly of the head bacteriophage T4 Nature, Vol 277 №4: 1970

72. В.В. Голдыбан, к.т.н, доцент, А.С. Воробей, к.т.н, И.А. Барановский, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОИСК РЯДКА В КОМБАЙНЕ ТЕРЕБИЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ УБОРКИ МОРКОВИ КТМ-1

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в Республике Беларусь посевная площадь, занятая под возделывание моркови, превышает 3 тыс. га [1]. Для своевременной и качественной уборки урожая с этих площадей учеными РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан и рекомендован к постановке на производство комбайн теребильного типа для уборки моркови КТМ-1. Комбайн (рисунок 1, 2)предназначен для уборки в бункер одного рядка моркови, возделываемой на гребневой поверхности с однострочной или двухстрочной схемами посева, с последующей выгрузкой корнеплодов в транспортное средство. Агрегатируется с тракторами класса 2,0–3,0, вместительность бункера до 4 тонн, производительность за 1 час сменного времени 0,12 га.

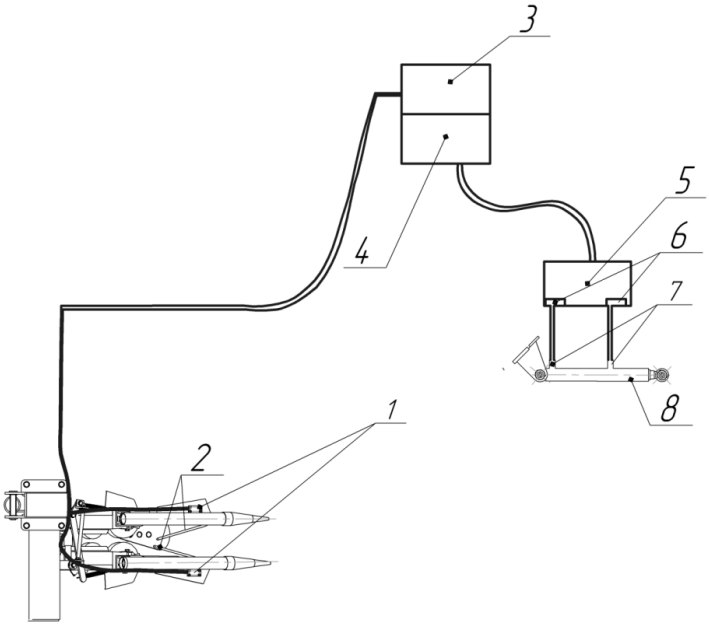
Рис.1. Комбайн КТМ-1 в работе (вид спереди)

Бункер комбайна (рисунок 1б) обеспечивает приемку, хранение и дальнейшую выгрузку корнеплодов моркови в кузов транспортного средства. Днище бункера и разгрузочный борт выполнены подвижными.

Рис. 2 Комбайн КТМ-1 в работе (вид сзади)

Управление работой комбайна осуществляется трактористом из кабины, с помощью пульта комбайна, контрольных и измерительных приборов трактора.

Процесс уборки моркови комбайном осуществляется следующим образом. При движении комбайна по полю активные ботвоподъемники направляют ботву моркови в устье двух, вращающихся навстречу друг другу бесконечных теребильных ремней, при этом подкапывающий лемех, продвигаясь под рядком моркови, нарушает связь корнеплодов с почвой.В это время включается в работу механизм автоматического поиска рядка теребильной секции (рисунок 3).



1- датчики; 2- копиры; 3- контроллер; 4 - блок управления; 5- гидрораспределитель; 6- заслонки секции; 7 - штоковая или поршневая полость; 8-гидроцилиндр

Рис. 3. Устройство для автоматического поиска рядка комбайна КТМ - 1

Механические копиры рядка 2, расположены между ботвоподъемниками. Два датчика 1 расположенны по концам механических копиров рядка 2, передают сигнал на контроллер 3, обрабатывающий информацию и направляющий сигнал на блок управления 4, который отправляет электрический сигнал на гидрораспределитель 5 с заслонками секции 6, при открытии которых поток масла направляется в штоковую или поршневую полости 7 гидроцилиндра 8 при отклонении от условной осевой линии (центра) рядка корнеплодов (моркови).

Ремни теребильного конвейера, зажав ботву, извлекают морковь из почвы и доставляют ее к ботвоотделителям для отминки ботвы. Отделённые от ботвы корнеплоды поступают на поперечный, а с него на выгрузной элеваторы и далее в бункер. После отделения корнеплодов ботва, которая всё ещё зажата ремнями, транспортируется к выгрузному участку, где сбрасывается на поверхность поля

По данным испытательного центра ГУ «Белорусская МИС» комбайн в условиях эксплуатации (РУЭСХП «Восход» Минского района и КФХ «Пакуша И.А.» Молодеченского района) обеспечил 100 %-ную полноту выкапывания корнеплодов, повреждения отсутствовали, потери стандартных корнеплодов при скорости 1,0 км/ч составили 3,7 %, количество необрезанных корнеплодов при скорости 2,5 км/ч составило 2,3 %.

Комбайн КТМ-1 награжден дипломом победителя конкурса «Качество дизайна» в рамках 25-й Международной специализированной выставки «БЕЛАГРО – 2015».

Литература

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы: утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь 11.03.2016 № 196 .– Минск, 20016.– 96 с.

73. А.С. Воробей, к.т.н, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Н.Л.Ракова, к.т.н, доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУХОЙ ОЧИСТКИ КАРТОФЕЛЯ

Картофель – один из важнейших источников питания для человека. Среди источников энергии, получаемой людьми с пищей, в питании людей картофель занимает пятое место после пшеницы, кукурузы, риса и ячменя. Благодаря содержанию физиологически ценных веществ, он играет важную роль в профилактике различных заболеваний и является диетическим продуктом.

Картофель является также важной технической культурой: из 1 т можно получить 112 л спирта, 55 кг жидкой углекислоты, 80 кг глюкозы и ряд других компонентов, которые широко используются в пищевой промышленности. Важная роль принадлежит картофелю и в системе кормления сельскохозяйственных животных [1].

Беларусь входит в число стран с оптимальными для развития картофелеводства почвенно-климатическими условиями. Государственной программой развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы в Республике Беларусь предусмотрено производство картофеля к концу 2020 года в объеме 5,6 млн тонн в хозяйствах всех категорий, из них в общественном секторе – 1,6 млн тонн.

Техническое переоснащение крупнотоварных организаций по выращиванию картофеля современной сельскохозяйственной техникой и технологическим оборудованием для его послеуборочной доработки и предреализационной подготовки позволит снизить затраты труда на 30–70 %, а также будет способствовать повышению эффективности отрасли и конкурентоспособности белорусского продукта на внешних рынках [2].

Сегодня проблема состоит не только в том, как произвести картофель, а и в том, как его реализовать с максимальной выгодой для производителя. Рыночные отношения предъявляют повышенные требования к качеству продаваемого продукта, его товарному

виду, упаковке. Отсортированный картофель с чистой кожурой без следов повреждений, уложенный в современные упаковочные материалы, реализуетсяпо более высокой цене, принося дополнительный доход производителю, пользуется повышенным спросом у оптовых покупателей.

Существует два способа очистки картофеля: сухой и мокрый. Наибольшее применение получил сухой способ очистки, так как после него картофель лучше сохраняется. Мокрым способом очищают в основном картофель, который идет на корм скоту.

Механический способ сухой очистки заключается в том, что с наружного покрова картофеля убираются почвенные загрязнения при сохранении целостности клубня и его первоначального внешнего вида. Этот способ практически осуществляется в машинах для сухой очистки картофеля и используется для предреализационной подготовки картофеля с поставкой его к месту реализации без дополнительной доработки (в торговую сеть).

Из всех возможных средств механизации процесса сухой очистки картофеля наиболее приемлемым является щеточный очиститель, так как он позволяет достигать высокой степени отделения загрязнений при сравнительно невысоком проценте повреждаемости.

Результаты экспериментальных исследований, которые проводились в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» для сухой очистки картофеля со щеточными рабочими органами, подтверждают перспективность ее применения. Картофель, очищенный сухим способом, приобретает более привлекательный товарный вид, повышается качество продукции и интерес к ней покупателей.

Картофель, поступающий как с поля в период уборки, так и из хранилищ или буртов в период хранения, имеет загрязненность различными типами примесей от 5,8 до 27,9 % [3].

Проанализировано, что на процесс очистки оказывает влияние тип почвы, на которой выращивают картофель. Так, на суглинистых почвах загрязненность в основном концентрируется во впадинах клубней, что вызывает значительные трудности при их очистке. Здесь же следует также учесть тот факт, что сила сцепления суглинистых почв с поверхностью корнеплодов значительно выше, чем у других типов почв.

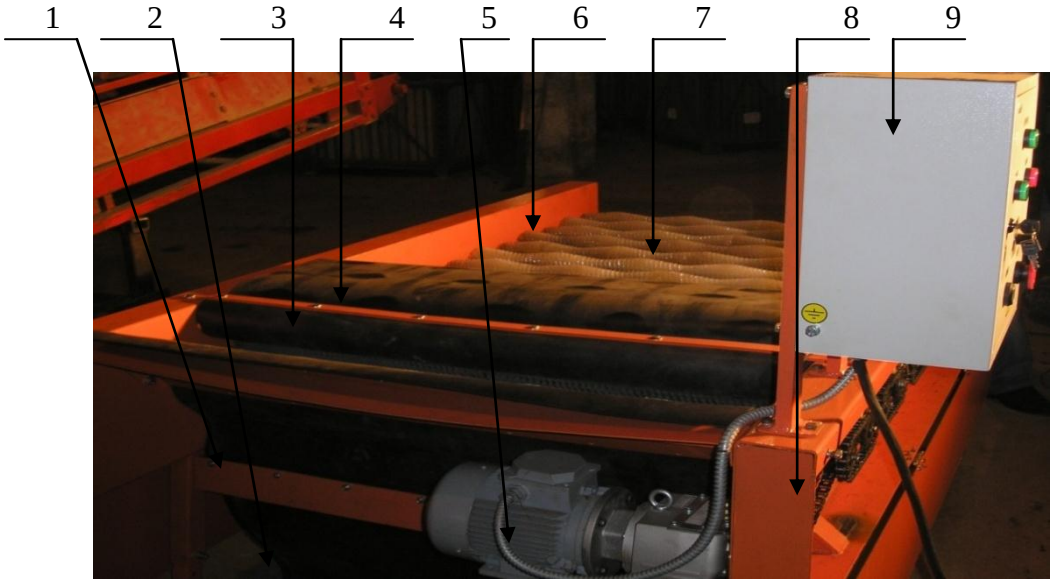
Поэтому при организации очистки корнеплодов от примесей необходимо учитывать тип почвы, влажность, ее физико-механические свойства, а также физико-механические свойства примесей.

При сухом способе очистки почвенные загрязнения с поверхности клубней, почвенные комки, камни и растительные остатки убираются с помощью различных рабочих органов: просеивающего типа, транспортерно-щеточных, ударного взаимодействия, вибрационных, пневматических, горок с пальчатой поверхностью и др. При этом сохраняется целостность клубня и его первоначальный внешний вид. Сухой картофель хорошо хранится.

Известны разные способы сухой очистки клубней от прилипшей почвы: на вальцах-роликах, спиралях, щетками, в барабанах с роликами, установленными по образующим барабанов и вращающимися вокруг своей оси, а также в емкостях с наполнителями (в виде шариков и др.) определенной концентрации. Учеными РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана, успешно прошла государственные приемочные испытания и освоена в производстве машина для сухой очистки картофеля МСОК-5.

Машина для сухой очистки картофеля (рис.1) устанавливается на ровную площадку. После этого ее подключают к сети переменного тока мощностью 380 В. Путем изменения высоты машины задается угол наклона. От пульта управления 9 устанавливается частота вращения вальцов с капроновым покрытием 7. Картофель подается в загрузочную часть бункера 3, затем накрывается прорезиненным полотном 4. От электродвигателя 5 через приводные звездочки 8, соединенные при помощи цепей, приходят в действие вальцы с капроновым покрытием 7. Картофель от загрузочного

бункера 3 начинает движение по вальцам с капроновым покрытием 7 под действием силы равной 24Н, создаваемой прорезиненным полотном 4. Крутящий момент от электродвигателя 5 передается каждой звездочке 8 при помощи соединительных цепей. Это обеспечивает бесперебойную работу машины. Пройдя всю рабочую щеточную поверхность, очищенный картофель затаривается в сетки и уходит на реализацию.



1–опорные стойки; 2 –колеса; 3 – загрузочный бункер; 4 – прорезиненное полотно; 5 – электродвигатель; 6 – рама; 7 – вальцы; 8 – приводные звездочки; 9–пульт управления

Рис. 1. Общий вид машины

Технологический процесс очистки картофеля выполняется МСОК-5 качественно и с минимальными потерями. Внедрение этой машины в технологическую линию по уборке картофеля решает важную экологическую проблему сохранения большого количества плодородной почвы, что особенно актуально в современных условиях.

Машина сухой очистки картофеля мобильна и легко может быть доставлена в любой пункт переработки картофеля. Она, прежде всего, рассчитана на применение в хранилищах, на оптовых базах по переработке картофеля и в фермерских хозяйствах. Производительность машины за час основного времени –4…9 тонн, степень очистки картофеля – более 90 %.

Литература

1. Картофель. Возделывание, уборка, хранение / Д. Шпаар [и др.]. – Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 466 с.

2. Ярохович, А. Н. Белорусскому картофелеводству – инновационный путь развития / А. Н. Ярохович // Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 8-10.

3. Гурченко, А.П. Механико-технологические предпосылки совершенствования процесса очистки корнеплодов от примесей / А. П. Гурченко, В. М. Булгаков, В. Н. Барановский // Земледельческая механика и программирование урожая. – Волгоград, 1990. – С. 173-175.

74. Д.А. Жданко, к.т.н, доцент, Д.И.Сушко, аспирант,старший преподаватель, Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Беларусь

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ АГРЕГАТОВ ГИДРОПРИВОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

В современных мобильных энергетических средствах производства Республики Беларусь и зарубежных крутящий момент от двигателя к рабочим механизмам передается, как правило, гидрообъемными приводами, состоящими из регулируемых и

нерегулируемых аксиально-плунжерных гидроагрегатов, техническое состояние которых напрямую влияет на работоспособность техники в целом.

Наиболее уязвимыми агрегатами гидропривода являются аксиально-плунжерные мотор и насос, включающие прецизионные детали и составляющие боле 90% стоимости всего привода.

Как правило, из-за отсутствия диагностического оборудования, как на эксплуатирующих предприятиях, так и на ремонтных, оба агрегата отправляются в ремонт без предварительной их диагностики. Такая практика сложилась давно и продолжает действовать и поныне. Ремонтные предприятия мотивируют необходимость отправки в ремонт обоих агрегатов, что, работая в паре,- они имеют одинаковый остаточный ресурс.

Имеющиеся результаты исследований показывают, что более, чем в 40% случаев ремонту подвергаются агрегаты, которым он не требуется.

Основная часть

Оценить техническое состояние основных агрегатов гидропривода мобильных энергосредств возможно по полному КПД [1-6].

Объемные энергетические потери, как показывают практический опыт и результаты многочисленных исследований, являются основным критерием отказа насосов, моторов, распределителей, клапанов, а зачастую и цилиндров. Поэтому объемный КПД принят повсеместно в качестве основного диагностического параметра [1- 6].

$$\eta_o = \frac{Q_m - q_{ут}}{Q_m} = 1 - \frac{q_{ут}}{V_o n_н}. \qquad (1)$$

где Q_m – теоретическая производительность насоса;

V_o – рабочий объем насоса (мотора);

$n_н$– частота вращения вала насоса (мотора);

$q_{ут}$ – утечки жидкости в насосе (моторе).

При оценке технического состояния насоса (мотора) его нагружают до номинальных параметров ($n=n_н=const$, $V_o=V_{omax}=const$).

В связи с этим разработка стенда и метода оценки технического состояния агрегатов гидравлического привода мобильных энергетических средств для повышения функциональной надежности и эффективности технического обслуживания, предупреждения отказов при эксплуатации гидропривода и обеспечения прогнозирования остаточного ресурса агрегатов на задаваемых интервалах наработки остается актуальным вопросом.

Суть метода состоит в том, что в проверяемом гидроагрегате с помощью насоса с электроприводом создается давление номинального значения, и рабочая жидкость при этом давлении запирается в системе гидроаккумулятора, путем прекращения подачи жидкости в проверяемый агрегат посредством гидрораспределителя. Оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса гидронасоса (гидромотора) проводится по объемному КПД, который определяется по скорости падения давления за единицу времени рабочей жидкости, запертой в гидросистеме через дренажное отверстие. Отсюда следует вывод, что утечки жидкости в диагностируемом насосе (моторе) равны изменению объема газа гидроаккумулятора ΔV.

$$q_{ут} = \Delta V, \qquad (2)$$

где ΔV – изменение объема газа гидроаккумулятора.

Применяемые для измерения изменения объема газа гидроаккумулятора ΔV уравнения зависят от влияния времени на процесс зарядки или разрядки. В качестве практического правила для применения соответствующего уравнения может послужить следующее ограничение:

– продолжительность цикла < 1-й минуты – изменение без теплообмена;

– продолжительность цикла > 3-х минут – изотермическое изменение;

– продолжительность цикла между 1-й и 3-й минутами – политропное изменение состояния.

Универсальная зависимость для нахождения изменения объема газа гидроаккумулятора ΔV запишется в следующем виде:

$$\Delta V = V_{0_г}\left[\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}}\right], \qquad (3)$$

где $V_{ог}$ – эффективный объем газа при наддуве;

P_o– давление наддува газовой камеры без нагружения давлением камеры с жидкостью;

P_1 – минимальное рабочее давление гидросистемы;

P_2 – номинальное рабочее давление гидросистемы;

n – показатель политропы сжатия. n=1,0…1,4.

Приведенная зависимость (3) действует только при условии, что в наличии будет идеальная характеристика газа. Различные газы отклоняются от идеальных законов газовой динамики прежде всего при более высоких давлениях. Такие свойства обозначаются как "реальные" или "идеальные". Математическая взаимосвязь между параметрами состояния (p, T и V) для реальной характеристики газа может подаваться только в виде приближенного уравнения.

На основании этого вытекает, что объем при изотермическом изменении состояния составляет

$$V_{реал} = C_i \cdot V_{o_г}\ , \qquad (4)$$

где $V_{реал}$ – «реальный» объем газа;

C_i – коэффициент коррекции при изотермическом изменении.

При изменении состояния без изменения теплообмена

$$V_{реал} = C_a \cdot V_{o_г}\ , \qquad (5)$$

где C_a – коэффициент коррекции без изменения теплообмена.

Коэффициенты коррекции C_i и C_a в уравнениях (4) и (5) могут заимствоваться непосредственно из диаграмм (рисунки 1 и 2) в зависимости от отношения давлений P_2/P_1 и максимального рабочего избыточного давления.

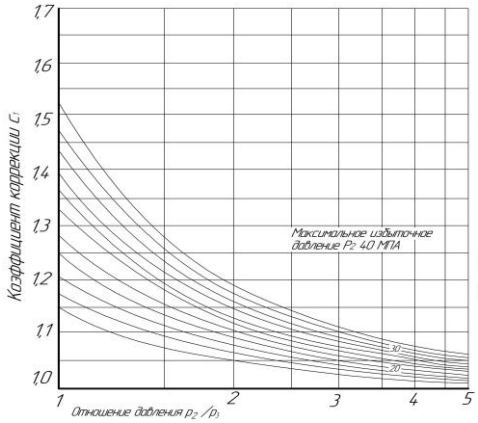


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента коррекции C_i от отношения давлений P_2/P_1 для изотермического изменения состояния

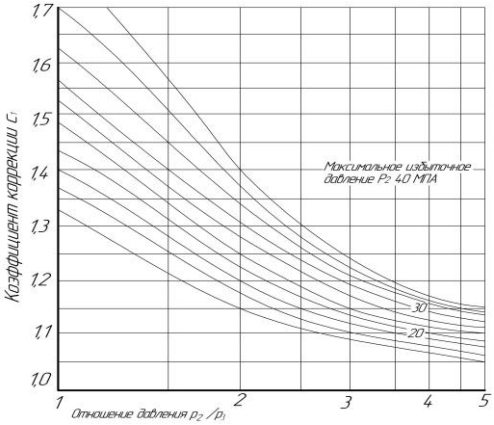


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента коррекции C_a от отношения давлений P_2/P_1 для изменения состояния без изменения объема

Тогда зависимость (1) запишется в следующем виде:

– при изотермическом изменении состояния

$$\eta_o = 1 - \frac{C_i V_{0_c} \left[\left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{V_o n_н}, \quad (6)$$

– при изменении состояния без изменения теплообмена

$$\eta_o = 1 - \frac{C_a V_{0_c} \left[\left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{V_o n_н}, \quad (7)$$

Учитывая тот факт, что вал диагностируемого гидроагрегата гидравлически заторможен, то зависимости (6 и 7) следует уточнить для статического метода определения объемного КПД введя коэффициент, показывающий степень влияния частоты вращения вала гидроагрегата на внутренние перетечки

– при изотермическом изменении состояния

$$\eta_o = 1 - \frac{a C_i V_{0_c} \left[\left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{V_o n_н}, \quad (8)$$

– при изменении состояния без изменения теплообмена

$$\eta_o = 1 - \frac{a C_a V_{0_c} \left[\left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{V_o n_н}, \quad (9)$$

где a – коэффициент, показывающий степень влияние частоты вращения вала гидроагрегата на внутренние перетечки.

$$a = \frac{q_{ут}^{н}}{q_{ут}^{0}}, \quad (10)$$

где $q_{ут}^{н}$ – внутренние утечки жидкости в насосе (моторе) при номинальной частоте вращения, устанавливаемой стандартами и нормативами;

$q_{ут}^{0}$ – внутренние утечки жидкости в насосе (моторе) при гидравлически заторможенном вале.

Заключение

1. Объемные энергетические потери, как показывают практический опыт и результаты многочисленных исследований, являются основным критерием отказа насосов, моторов, распределителей, клапанов, а зачастую и цилиндров. Поэтому объемный КПД принят повсеместно в качестве основногодиагностического параметра.

2. Расход утечек в контурах гидропривода и гидроприводе в целом прямо пропорционален перепаду давления рабочей жидкости.

Список литературы

1. Сенин, А.П. Технология ремонта регулируемых аксиально-поршневых гидромашин восстановлением ресурсолимитирующих соединений: дис. канд. техн. наук. Саранск, ФГБОУВПО МГУ им. Н.П. Огарева, 2012. – 242 с.

2. Столяров, А.В. Повышение долговечности аксиально-поршневого гидронасоса с наклонным блоком восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей: автореф. дис. канд. техн. наук. Саранск, МГУ им. Н.П. Огарева, 2009. – 18 с.

3. Алексеенко, А.П. Совершенствование технологии диагностирования гидропривода одноковшовых строительных экскаваторов по объемному коэффициенту полезного

действия: дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2001. – 180 с.
4. Жданко, Д.А. Оценка технического состояния агрегатов гидростатической трансмиссии по значению объемного КПД / Д.А. Жданко, Д.И. Сушко, И.В. Загородских // Агропанорама. – 2015. - №2. – С. 5-9.
5. Тимошенко, В.Я. Предремонтное диагностирование агрегатов гидростатической трансмиссии / В.Я. Тимошенко, Д.А. Жданко, А.В. Новиков, Д.И. Сушко, И.В. Загородских // Изобретатель. – 2014. - №3. – С. 42-44.

75. О.В. Блезнюк, к.т.н., доцент, В.В. Трощенко, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН НА ПІДПРИЄМСТВІ

Розглядаючи експлуатацію мобільних машин в аспекті складових витрат матеріальних та фінансових ресурсів визначено, що витрати на підтримку машини в працездатному стані, технічне обслуговування та ремонт є найбільш вагомими в структурі експлуатаційних витрат. Відповідно система технічного обслуговування повинна забезпечувати підвищення продуктивності мобільних машин і забезпечення виконання технологічного процесу в оптимальні агротехнічні строки, при цьому витрати на технічне обслуговування (ТО) повинні компенсуватися збільшенням продуктивності машин[1].

Розробники мобільних машин всіляко намагаються підвищити ресурс, строк служби, а також знизити кількість відмов, трудомісткість технічного обслуговування, ремонту та витрат на їх виконання. Головними чинниками, що визначають ресурс машини є експлуатаційні навантаження, їх рівень і частота повторень, розсіювання характеристик зносостійкості і втомлюваності конструктивних елементів, якість обслуговування та ремонту [2]. Вихідною інформацією, щодо підвищення ресурсу можуть слугувати результати дослідів та комп'ютерного моделювання експлуатаційних спектрів навантаження та процесів дій з відновлення. При проведенні комп'ютерного моделювання слід максимально реалізувати еквівалентність програми реальним умовам навантаження на агрегати та системи. Процес дій з відновлення слід моделювати на підставі двохпараметричного рівняння, що оцінює витрати на технічне обслуговування та ремонт у виді закономірності:

$$C_{rm} = RF1 \cdot \left(\frac{h}{1000} \right)^{RF2}, \qquad (1)$$

де C_{rm} – витрати на технічне обслуговування і ремонт; h – строк служби машини; $RF1$, $RF2$ – безрозмірні коефіцієнти які впливають на форму інтерполяційної кривої.

Коефіцієнт $RF1$ описує обсяг витрат на ТО і Р в той час як $RF2$ являє собою розподіл витрат на ТО і Р за розрахунковий строк служби машини. На даний час цей стандарт використовується на міжнародному рівні як ASAE D497.7 [3]. Для встановлення числових показників даних коефіцієнтів слід досліджувати питання формування системи технічного обслуговування на підприємстві. Перед системою технічного обслуговування виникають задачі спрямовані на визначення способів своєчасного попередження відмов і відновлення технічного стану мобільної машини.Технічний стан мобільних машин в процесі експлуатації зазнає певних змін під дією сукупності факторів, що погіршують технічний стан, їх дію можна представити функцією:

$$y = \varphi(c, s, d, m), \qquad (2)$$

де c, s, d, m – відповідно старіння, зношування, деформування, міцність,

та факторів, що відновлюють технічний стан, дія яких може бути представлено функцією:

$$z = \psi(k, p, v, r) \qquad (3)$$

де k, p, v, r – відповідно контроль, профілактика, усунення відмови, ремонт.

У загальному випадку контроль, перевірка, виконання профілактичних робіт та усунення несправностей формують зміст технології технічного обслуговування, в результаті якої встановлюється фактичний стан машини, уточнюється необхідність певних робіт та усувається негативний вплив експлуатаційних факторів на зниження рівня надійності.

Відтак процес експлуатації машини може бути представлений у вигляді відрізків часу $t_i, t_2, ...$ справного стану, що чергуються з періодами часу $t_{B1}, t_{B2}, ...$ простою машини на усуненні відмов. Закономірність зміни технічного стану машини x протягом напрацювання t матиме загальний вигляд:

$$dx/dt = H(x, y, z, t) \quad . \tag{4}$$

З вище наведеного випливає, що в процесі використання мобільних машин в систему ТО поступають вимоги на обслуговування. У зв'язку з тим, що об'єктів в системі ТО декілька (заправники, агрегати ТО та ін.), обслуговування машин здійснюється, в загальному випадку по ряду каналів. Крім того, якщо у момент надходження вимог всі канали зайняті обслуговуванням машин, що раніше поступили, то машина, що знов поступила, стає в чергу на обслуговування.

Виходячи з цього положення, система ТО машин повинна бути економічно доцільною. У зв'язку з цим, необхідно оптимізувати кількість засобів ТО з урахуванням їх зони обслуговування і рівня концентрації системи ТО, витрат на розвиток технічного сервісу і втрат, пов'язаних з простоями машин. При цьому необхідно врахувати рівень надійності машин, від якого залежить, в першу чергу, інтенсивність потоку вимог, що поступають в систему ТО, форму власності і організаційну структуру підприємства.При цьому, очевидно, необхідно вирішувати компромісну задачу.

Розглянемо систему ТО і ремонту машин як замкнуту систему масового обслуговування з очікуванням. Кожна машина породжує потік заявок на ТО і ремонт. При експлуатації машини потік заявок на усунення несправностей і відмов поступає до оператора. Під час зупинки машини оператор виявляє несправність або відмову. Якщо можливо, він усуває несправність або відмову з ймовірністю P_{01}. У разі неможливості цього зробити оператор повідомляє про це майстра-налагоджувача, тобто виконує функцію диспетчера. Потім майстер-налагоджувач проводить діагностику машини, після чого усуває несправність або відмову з ймовірністю P_{02}. У складній ситуації він через керівника або диспетчера підприємства звертається за допомогою до виїзної ланки ремонтно-обслуговуючого підприємства, яка усуває відмову з ймовірністю P_{03}. Якщо машина знаходиться на гарантійному обслуговуванні, то запрошується представник заводу-виробника. При одночасній експлуатації декількох машин виникає ряд заявок. В цьому випадку можлива черга на обслуговування. Сумарний потік (Λ) вимог на технічне обслуговування і ремонт від всіх машин підприємства, можна представити у вигляді:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^{n} \lambda_{ЩТО_i} m_i + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{TO-1_i} m_i + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{TO-2_i} m_i + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{TO-3_i} m_i + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{P_i} m_i \ , \tag{5}$$

де $\lambda_{ЩТО_i}$, λ_{TO-1_i}, λ_{TO-2_i}, λ_{TO-3_i} – відповідно потік вимог на i-е щозмінне, перше, друге і трете ТО; λ_{P_i} – потік вимог на ремонт i -ї машини; m_i – число машин i-ї марки в парку; n – число машин.

Сумарна щільність потоку λ складатиметься з відмов машин різних марок. При цьому необхідно врахувати, що частина відмов, як правило, відмов третьої групи складності, усувають майстри-налагоджувачі виїзної ланки.

В цьому випадку сумарна щільність потоку дорівнює:

$$\lambda = k_{от}\left(\frac{m_1}{t_{01}} + \frac{m_2}{t_{02}} + ... + \frac{m_n}{t_{0n}}\right), \quad (6)$$

де $k_{от}$ – частка відмов машин, що усуваються виїзною ланкою; t_{01}, t_{02}, t_{0n} – відповідно середні напрацювання на відмову машини 1-й, 2-й n-й марки.

Інтенсивність обслуговування визначається з виразу:

$$\mu = 1/\bar{t}_{об}, \quad (7)$$

де $\bar{t}_{об}$ – середня тривалість усунення однієї відмови.

Для мобільних засобів ТО і ремонту:

$$\bar{t}_{об} = \bar{t}_з + \bar{t}_п + \bar{t}_{пер} + \bar{t}_в = \bar{t}_з + \bar{t}_п + \bar{l}_{пер}/\bar{V}_{пер} + \bar{t}_в, \quad (8)$$

де $\bar{t}_з$ – час від виникнення відмови до надходження заявки; $\bar{t}_п$ – час підготовки ланки до виїзду; $\bar{t}_{пер}$ – тривалість переїзду; $\bar{t}_в$ – тривалість відновлення працездатного стану; $\bar{l}_{пер}$ і $\bar{V}_{пер}$ – відстань і швидкість переїзду ланки.

Максимальний радіус обслуговування машин пересувним агрегатом технічного обслуговування визначається за формулою:

$$R_{АТО} = 0{,}5 T_{СМ} \tau_{АТО} V_{АТО}, \quad (9)$$

де $\tau_{АТО}$ – коефіцієнт використання часу зміни $T_{СМ}$ агрегатом технічного обслуговування; $V_{АТО}$ – середня швидкість агрегату технічного обслуговування.

Ймовірність надходження вимог за проміжок часу t:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (10)$$

де k – число вимог за проміжок часу t.

Час очікування машиною початку обслуговування $t_{чек}$ визначається залежністю:

$$t_{чек} = \frac{M\rho^{M+1}}{\lambda M!(M-\rho)^2} P_0, \quad (11)$$

де M – число каналів обслуговування; P_0 – ймовірність того, що у момент надходження зернозбирального комбайна на обслуговування всі канали системи виявляться вільними.

Для визначення виробничої потужності системи ТО при різних варіантах річному навантаження на одну машину необхідно зіставити втрати із-за простою машини і витрати на систему обслуговування. Позначимо C_k втрати від простою машини протягом години, а $C_{АТО}$ вартість утримання одного каналу обслуговування також протягом години. Тоді оптимальна виробнича потужність системи ТО повинна задовольняти наступній умові:

$$C_k \lambda \theta + C_k \lambda t_{чек} + C_{АТО} M = \min, \quad (12)$$

де θ – тривалість обслуговування; M – число каналів обслуговування в системі.

Перший додаток характеризує середні втрати від простою машини, що безпосередньо піддаються обслуговуванню. Другим додатком оцінюються втрати від простою машини в очікуванні обслуговування. Третім визначають витрати на систему обслуговування, які прийняті пропорційними числу каналів в системі.

Побудувавши залежності за даною умовою для різних варіантів середнього річного навантаження на одну машину, можна виявити навантаження на машину, при якому будуть мінімальні сумарні витрати на ТО. Крім того, дані залежності дозволять визначити число пересувних засобів ТО при різних варіаціях кількості машин на підприємстві.

Список літератури

1. Блезнюк О.В. Методичні підходи визначення витрат на відновлення працездатного стану зернозбиральних машин / О.В.Блезнюк, Р.Р.Бей // Технологии XXI века: Сборник тезисов по материалам 23-й международной научной конференции (11-16 сентября 2017г.). Ч.1. – Сумы: СНАУ, 2017. – С. 45-46.
2. Козаченко О.В. Зовнішнє навантаження як фактор впливу на надійність сільськогосподарських машин / О.В. Козаченко, О.В. Блезнюк // Технічний сервіс машин для рослинництва. Технічні системи і технології тваринництва. Вісник ХНТУСГ. – Харків: Віронець А.П. «Апостроф», 2016. – Вип. 170. – С. 119 – 123.
3. ASAE STANDARDS, 58th ed. 2011. D497.7: Agricultural machinery management data. St. Joseph, Mich.: ASABE.

76. С.Н. Бондарев, А.В. Китун, д.т.н., професор, Ф.Д. Сапожников, В.М. Колончук, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», В.И. Передня, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ

Аннотация:От физико-механических свойств сосковой резины доильного стакана, входящего в состав доильного аппарата, зависит не только ее срок службы и пригодность к машинному доению, но в первую очередь качество и количество выдаиваемого молока, здоровье лактирующего животного и успех процесса доения в целом.

Ключевые слова: сосковая резина, молока, эластичность, твердость, упругость, доильный аппарат, физико-механические свойства, срок службы.

Введение

В процессе эксплуатации сосковая резина теряет свойства упругости и прочности. Кроме того, она впитывает в себя молочный жир, разбухает, становится жесткой и менее эластичной, а также вытягивается и деформируется, изменяя свою форму. Все это приводит к изменению ее физико-механических свойств, увеличению жесткости и твердости, в результате чего животное испытывает неприятные или даже болевые раздражения. При сжатии соска бочкообразная резина производит хлопок, из-за чего на соске могут образовываться мозоли, что в скором времени вызывает у животного заболевание маститом. Также изменение физико-механических свойств сосковой резины доильного стакана, приводят к повышению бактериальной обсемененности молока, снижению его качества (в частности, массовой доли жира), повышению вероятности инфицирования вымени и снижению продуктивности животных. Также увеличиваются затраты электроэнергии на технологический процесс доения. [1,2].

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что физико-механические свойства сосковой резины (твердость, упругость, эластичность), которые во время эксплуатации значительно изменяются, оказывают прямое воздействие не только на качество и количество выдаиваемого молока, но также и на здоровье лактирующего животного в целом. Поэтому, для сохранения здоровья животного и получения наибольшей прибыли необходимо изучение изменения физико-механических свойств сосковой резины в процессе работы[3,4].

Целью проводимых исследований являлось изучение физико-механических свойств новой и использованной сосковой резины с разными часами наработки для выявления причин, приводящих к ее преждевременному выходу из строя.

Материал и методы исследований

Исследования физико-механических свойств сосковой резины проводились в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в лаборатории механизации процессов производства молока и говядины на сосковой резине от отечественных и зарубежных производителей.

В процессе доения с соском животного контактирует сосковая трубка сосковой резины (рисунок 1). От характера ее работы зависит здоровье вымени животного. Она работает в тяжелых условиях, а именно сжимается 40-60 раз в минуту, подвергается воздействию молока во время доения и кислотно-щелочных растворов в процессе технического обслуживания. В результате в процессе работы происходит изменение ее физико-механических свойств, а соответственно и характер воздействия на сосок вымени животного. Поэтому исследования физико-механических свойств, проводились на сосковой трубке по всей ее длине в точках 1-4 (рисунок 1).

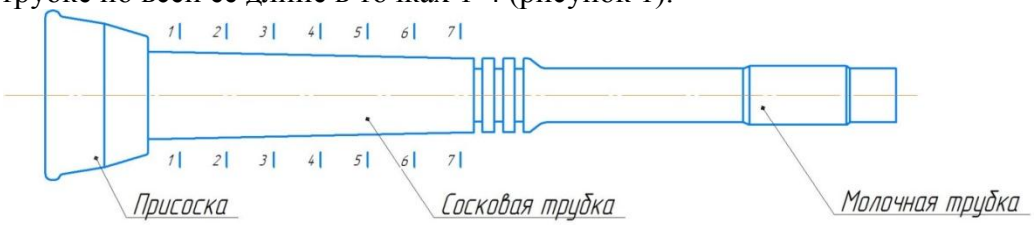


Рис. 1. Расположение сечений для снятия показателей исследуемой сосковой резины

Исследования проводились с помощью прибора «Импульс – 1Р». Для исследования физико-механических свойств сосковой резины брали как новые образцы, так и образцы из разных хозяйств с разными часами наработки.

Численные значения исследуемых физико-механических свойств (твердость по Шору, упругость и эластичность) для новой сосковой резины различных марок представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Результаты измерений физико-механических показателей новой сосковой резины от разных производителей

Марка	Показатель	Номер измеряемого сечения					
		1	2	3	4	5	6
BelSiliconFarm Ø21-28	Твердость по Шору	54,3	52,1	52,2	51,9	52,1	51,9
	Эластичность	120,8	117,8	115,2	112,1	114,3	118,8
	Упругость	1,80E-03	1,72E-03	1,65E-03	1,49E-03	1,60E-03	1,78E-03
Westfalia Classic Pro 7029-2725-000 Ø21-27	Твердость по Шору	61,3	60,9	61,5	60,5	60,4	60,6
	Эластичность	95,3	94,7	94,5	95,1	94,8	95,2
	Упругость	1,39E-03	1,37E-03	1,38E-03	1,37E-03	1,37E-03	1,37E-03
0-528	Твердость по Шору	71	71,8	71,1	71,4	72	71,9
	Эластичность	55,3	54,9	55,4	55	54,8	55,2
	Упругость	7,22E-04	7,31E-04	7,33E-04	7,22E-04	7,31E-04	7,32E-04

Таблица 2 – Результаты измерений физико-механических свойств использованной сосковой резины с разными часами наработки

Марка	Показатель	Номер измеряемого сечения					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
BelSiliconFarm Ø21-28	Тверд. по Шору	61,3	62,6	63,5	64,1	63,7	62,8

(КУСП "Березовское" 1500ч)	Эластичность	94	91,1	88,1	89,2	91,3	92,1
	Упругость	1,38E-03	1,30E-03	1,27E-03	1,25E-03	1,31E-03	1,31E-03
Westfalia Classic Pro Ø21-27 (СПК "Жуховичи-Агро" 2000ч)	Тверд. по Шору	61	61,4	63,5	64,2	62,9	61,4
	Эластичность	92	88,5	87,6	85,4	87,1	90,2
	Упругость	1,34E-03	1,28E-03	1,28E-03	1,26E-03	1,29E-03	1,31E-03
1	2	3	4	5	6	7	8
0-528 (ОАО "Снитово-Агро" 2500ч)	Тверд. по Шору	59,2	61,7	62,3	63,4	61,9	59,8
	Эластичность	93,3	91,1	87,2	85,6	88,1	91,3
	Упругость	1,35E-03	1,29E-03	1,23E-03	1,16E-03	1,26E-03	1,31E-03

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ полученных данных показал, что в процессе эксплуатации сосковой резины наибольшее изменение ее физико-механических свойств, происходит в сечениях 2–5, т.е. в ее срединной поверхности, которая служит для сжатия соска и стимуляции кровообращения в нем в процессе доения. Как видно из полученных данных, при наработке в 1500 часов, твердость сосковой резины начинает значительно увеличиваться, а упругость и эластичность – снижаться. Увеличение твердости стенок сосковой резины приводит к более жесткому контакту сосковой резины с соском вымени животного, при котором возрастает вероятность травмирования последнего. При снижении эластичности и упругости сосковой резины происходит неполноценное копирование формы соска, сосковая резина перестает предохранять сосок вымени животного от воздействия вакуума в процессе такта сжатия, в результате чего возрастает риск заболеваемости животного маститом и гиперкератозом.

Таким образом, исследуемые марки сосковых резин, имеют ряд существенных недостатков, которые остаются не решенными, такие как уменьшение эластичности и упругости во время эксплуатации, а также увеличение твердости, что не соответствует обеспечению комфортного режима доения животных. Одним из известных недостатков, является то, что сосковая резина не обеспечивает полноценного копирования формы соска животного из - за однородности своих физико-механических свойств, так как геометрические размеры сосков животных носят индивидуальный характер.

Выводы

1. От физико-механических свойств сосковой резины зависит не только ее работоспособность и успех протекания процесса доения, но также качество и количество выдаиваемого молока и здоровье лактирующего животного;
2. В процессе работы физико-механические свойства сосковой резины изменяются, так жесткость стенок сосковой резины увеличивается, а упругость и эластичность снижается;
3. Наибольшему изменению физико-механических свойств подвержена срединная часть сосковой резины;

Список использованных источников

1. Курак, А. Сосковая резина – заботливые руки доильного аппарата / А. Курак // Белорусское сельское хозяйство. – №2 (130) Февраль 2013. – с 79-83.
2. Антошук, С., Сорокин Э. Сосковая резина. Менять или обслуживать. / С. Антошук, Э. Сорокин // Белорусское сельское хозяйство. – 2014. с. 115-117.
3. Соловьев, С.А., Карташов, Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». Екатеринбург: УрО РАН, 2001.

4. Передня, В.И. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока / В.И. Передня, В.А. Шаршунов, А.В. Китун – пособие – Минск, Минсанта, 2016. – 975 с.

77. В.М. Збродыга, к.т.н., доцент, А.И. Зеленькевич, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНЫХ ПОТОКОВ И МДС В ТРАНСФОРМАТОРЕ «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ»

При выборе способов и средств повышения качества электроэнергии в электроустановках сельскохозяйственного назначения авторы считают наиболее целесообразным применение относительно не дорогостоящих, простых и надежных по конструктивному исполнения устройств, которые не требуют особых условий эксплуатации и не предъявляют высоких требований к квалификации обслуживающего персонала.

В частности, для снижения несимметрии и несинусоидальности напряжений на подстанциях 10/0,4 кВ применяют силовые трансформаторов со схемой «звезда-зигзаг с нулевым проводом». Но они имеют одиннадцатую группу соединения обмоток и не могут работать параллельно с трансформаторами «звезда-звезда с нулевым проводом» и «звезда-звезда с нулевым проводом с симметрирующим устройством» имеющим нулевую группу соединений.

Для решения этой проблемы авторами предлагается использовать трансформатор со специальной схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» с четной группой соединения обмоток [1, 2].

Особенность схемы состоит в том, что вторичные фазные обмотки состоят из трех частей с соотношением количества витков $1/2W_2$:$1/4W_2$:$1/4W_2$, размещенных на разных стержнях магнитопровода и соединенных последовательно.

Предлагаемый трансформатор устойчив к искажающим воздействиям со стороны нагрузки и имеет нулевую группу соединения обмоток, что дает возможность включать его на параллельную работу с наиболее часто применяемыми трансформаторами «звезда-звезда с нулевым проводом» с нулевой группой соединения.

В нагрузочном режиме результирующее магнитное поле трансформатора создается совместно первичной и вторичной обмотками. А МДС в стержнях магнитопровода фаз «А», «В» «С», с учетом направления намотки и маркировки выводов частей вторичных фазных обмоток будут равны соответственно:

$$\begin{aligned} f_A &= i_{A\mu}W_1 = i_A W_1 + i_a \frac{W_2}{2} - i_b \frac{W_2}{4} - i_c \frac{W_2}{4}, \\ f_B &= i_{B\mu}W_1 = i_B W_1 + i_b \frac{W_2}{2} - i_a \frac{W_2}{4} - i_c \frac{W_2}{4}, \\ f_C &= i_{C\mu}W_1 = i_C W_1 + i_c \frac{W_2}{2} - i_a \frac{W_2}{4} - i_b \frac{W_2}{4}, \end{aligned} \qquad (1)$$

где – i_A, i_B, i_C – мгновенные значения фазных токов первичной обмотки, А; i_a, i_b, i_c - мгновенные значения фазных токов вторичной обмотки, А; $i_{A\mu}, i_{B\mu}, i_{C\mu}$ - мгновенные значения намагничивающих токов трех фаз, А; W_1, W_2 – количество витков в одной фазе первичной и вторичной обмоток, шт.

Первичные фазные обмотки оказывают намагничивающее действие на стержни магнитопровода, половины обмоток этих же фаз – размагничивающее, а четверти

обмоток двух других фаз часть периода изменения тока подмагничивают стержни, а часть периода - размагничивают.

Если рассматривать трехстержневой магнитопровод в целом, то результирующая МДС первичной обмотки оказывают намагничивающее действие на трансформатор, а МДС вторичной обмотки - размагничивающее. При этом результирующее магнитное поле не зависит от величины нагрузки, потому что пропорционально изменению вторичных токов изменяются токи первичной обмотки, а изменение размагничивающего действия вторичной обмотки компенсируется пропорциональным изменением намагничивающего действия первичной обмотки.

МДС вызывают магнитные потоки. На рисунке 1 представлена схема распределения МДС и магнитных потоков трансформатора в момент времени, соответствующий заданному направлению токов в обмотках.

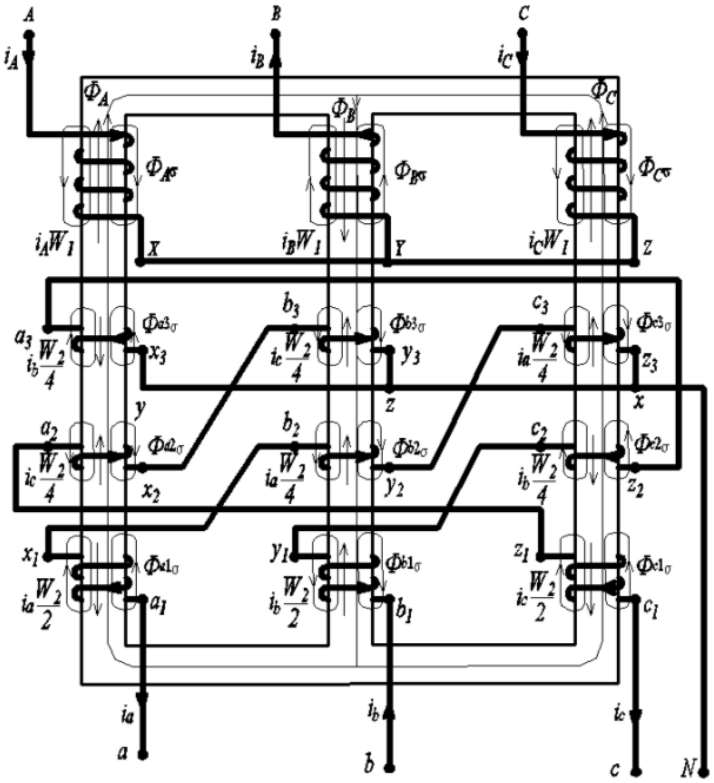


Рис. 1. Схема распределения МДС и магнитных потоков трансформатора

Основные магнитные потоки замыкаются по магнитопроводу по пути наименьшего магнитного сопротивления и равны:

$$\Phi_A = \frac{f_A}{R_{A\mu}}; \Phi_B = \frac{f_B}{R_{B\mu}}; \Phi_C = \frac{f_C}{R_{C\mu}}, \qquad (2)$$

где $R_{A\mu}, R_{B\mu}, R_{C\mu}$ – сопротивления магнитных цепей соответствующих фаз, Гн$^{-1}$.

Так как МДС трансформатора не зависит от величины нагрузки, то основной магнитный поток и индуцируемые им ЭДС в обмотках также не зависят от нее.

Магнитное поле трансформатора имеет пространственное распределение. Поэтому часть его силовых линий замыкается, минуя магнитопровод и создавая потоки рассеяния первичной обмотки $\Phi_{A\sigma}, \Phi_{B\sigma}, \Phi_{C\sigma}$, а также частей вторичной обмотки $\Phi_{a1\sigma}, \Phi_{a2\sigma}, \Phi_{a3\sigma}, \Phi_{b1\sigma}, \Phi_{b2\sigma}, \Phi_{b3\sigma}, \Phi_{c1\sigma}, \Phi_{c2\sigma}, \Phi_{c3\sigma}$. Магнитные потоки рассеяния в основном сцеплены с создающими их обмотками и индуцируют в них ЭДС рассеяния.

Заключение.

Магнитное поле вторичной обмотки трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» создается тремя частями каждой

из ее фаз, размещенных на разных стержнях магнитопровода.Половины вторичных фазных обмоток размагничивают стержни, на которых они расположены, а четверти - за период изменения тока попеременно оказывают и намагничивающее и размагничивающее действие.

Результирующее магнитное поле трансформатора не зависит от нагрузки, так как изменение размагничивающего действия вторичной обмотки компенсируется пропорциональным изменением намагничивающего действия первичной обмотки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент №16008 Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток: / А.И. Зеленькевич, В.М. Збродыга; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № а 20100121; заявл. 2010.02.01; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 180-181.
2. Збродыга В.М., Зеленькевич А.И., Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11-ой международной научно-технической конференции, Минск, 2013 г. т.1 / БНТУ; редкол. Б.М. Хрусталев [и др.]. – Минск, 2013. С. 62.

78. В.М. Збродыга, к.т.н., доцент, А.И. Зеленькевич, Учреждение образования«Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ГАРМОНИК КРАТНЫХ ТРЕМ В ТРАНСФОРМАТОРЕ «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ»

Высшие гармоники токов и напряжений снижают эффективность процессов генерации, передачи и использования электроэнергии. Уменьшение уровней высших гармоник можно обеспечить рациональным построением схемы электрической сети и применением специальных корректирующих устройств: линейных дросселей, пассивных и активных фильтров высших гармоник, питающих трансформаторов со специальными схемами соединения обмоток. В частности, в сельских электрических сетях для этой цели авторы рассматривают возможность использования трансформаторов со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» [1].

При работе этого трансформатора на нелинейную нагрузку фазные токи кратных трем высших гармоник первичной обмотки и создаваемые ими МДС равны нулю:

$$i_{A(3n+3)} = 0, i_{B(3n+3)} = 0, i_{C(3n+3)} = 0, \quad (1)$$

$$i_{A(3n+3)} W_1 = 0; i_{B(3n+3)} W_1 = 0; i_{C(3n+3)} W_1 = 0, \quad (2)$$

где W_1 – количество витков в одной фазе первичной обмотки, шт.; n=0, 1, 2, 3, … .

Токи кратных трем гармоник вторичной обмотки равны по величине и имеют одинаковое направление во всех трех фазах в любой момент времени:

$$i_{a(3n+3)} = i_{b(3n+3)} = i_{c(3n+3)}. \quad (3)$$

С учетом направления намотки и маркировки выводов создаваемые ими МДС половин фаз вторичных обмоток и четвертей, расположенных на каждом из стержней магнитопровода, имеют противоположное направление (рисунок 1).

Результирующие МДС кратных трем гармоник в стержнях фаз «А», «В», «С» с учетом выражения (3) равны:

$$f_{A(3n+3)} = i_{a(3n+3)}\frac{W_2}{2} - i_{b(3n+3)}\frac{W_2}{4} - i_{c(3n+3)}\frac{W_2}{4} = 0,$$
$$f_{B(3n+3)} = i_{b(3n+3)}\frac{W_2}{2} - i_{a(3n+3)}\frac{W_2}{4} - i_{c(3n+3)}\frac{W_2}{4} = 0, \qquad (4)$$
$$f_{C(3n+3)} = i_{c(3n+3)}\frac{W_2}{2} - i_{a(3n+3)}\frac{W_2}{4} - i_{b(3n+3)}\frac{W_2}{4} = 0,$$

где W_2 – количество витков в одной фазе вторичной обмотки, шт.

Происходит компенсация МДС кратных трем гармоник, а их магнитные потоки в стержнях магнитопровода будут равны нулю:

$$\Phi_{A(3n+3)} = 0; \Phi_{B(3n+3)} = 0; \Phi_{C(3n+3)} = 0. \qquad (5)$$

МДС кратных трем гармоник вторичной обмотки могут создавать только потоки рассеяния $\Phi_{a1\sigma(3n+3)}, \Phi_{a2\sigma(3n+3)}, \Phi_{a3\sigma(3n+3)}, \Phi_{b1\sigma(3n+3)}, \Phi_{b2\sigma(3n+3)}, \Phi_{b3\sigma(3n+3)}, \Phi_{c1\sigma(3n+3)}, \Phi_{c2\sigma(3n+3)}, \Phi_{c3\sigma(3n+3)}$.

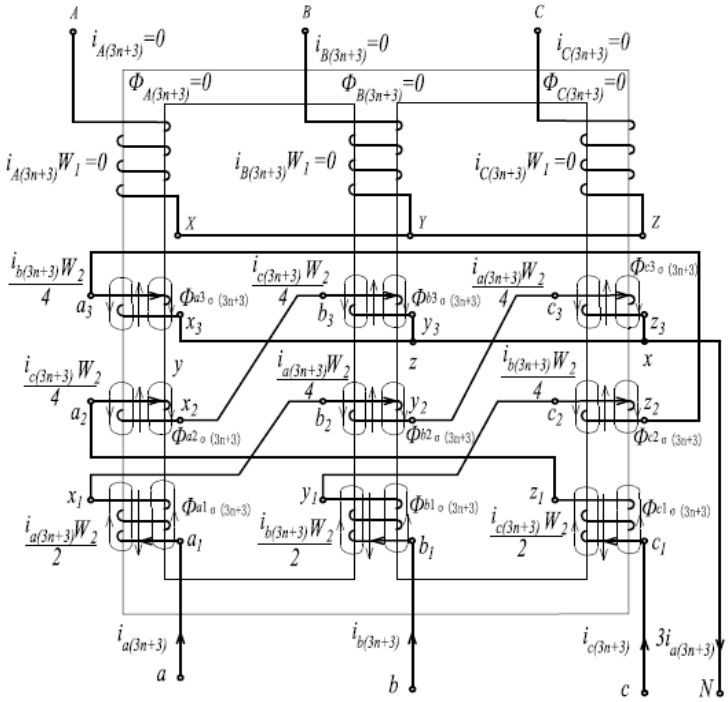


Рис. 1. Схема распределения МДС и магнитных потоков высших гармоник, кратных трем, в трансформаторе

Тогда ЭДС кратных трем гармоник обмоток равны нулю:

$$e_{A(3n+3)} = -W_1\frac{d\Phi_{A(3n+3)}}{dt} = 0; e_{B(3n+3)} = -W_1\frac{d\Phi_{B(3n+3)}}{dt} = 0;$$
$$e_{C(3n+3)} = -W_1\frac{d\Phi_{C(3n+3)}}{dt} = 0; e_{a(3n+3)} = -W_2\frac{d\Phi_{A(3n+3)}}{dt} = 0; \qquad (6)$$
$$e_{b(3n+3)} = -W_2\frac{d\Phi_{B(3n+3)}}{dt} = 0; e_{c(3n+3)} = -W_2\frac{d\Phi_{C(3n+3)}}{dt} = 0.$$

Кратные трем гармоники первичных напряжений, обусловленные нелинейной нагрузкой, равны:

$$u_{A(3n+3)} = -e_{A(3n+3)} = 0;$$
$$u_{B(3n+3)} = -e_{B(3n+3)} = 0; \qquad (7)$$
$$u_{C(3n+3)} = -e_{C(3n+3)} = 0.$$

Кратные трем гармоники напряжений вторичной обмотки незначительны и обусловлены только падениями напряжений от соответствующих токов на сопротивлениях фаз:

$$u_{a(3n+3)} = -i_{a(3n+3)} Z_{2(3n+3)};$$
$$u_{b(3n+3)} = -i_{b(3n+3)} Z_{2(3n+3)}; \qquad (8)$$
$$u_{c(3n+3)} = -i_{c(3n+3)} Z_{2(3n+3)},$$

где $Z_{2(3n+3)}$ - полные сопротивления фаз вторичной обмотки токам высших гармоник, кратных трем, Ом.

Заключение

Улучшение формы кривых вторичных напряжений трансформатора происходит вследствие компенсации кратных трем гармоник, а их остаточные значения обусловлены падениями напряжений от соответствующих токов на сопротивлениях фаз вторичной обмотки. При этом трансформатор не будет генерировать высшие гармоники напряжений нулевой последовательности, обусловленные нелинейной нагрузкой, в питающую сеть.

Вторичная обмотка самостоятельно уравновешивает свои намагничивающие силы кратных трем гармоник, устраняя процесс дополнительного подмагничивания ими магнитопровода, что уменьшает магнитные потери в трансформаторе и повышает его КПД.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток: пат. 16008 Респ. Беларусь, МПК7 H 01F 30/12 / А.И. Зеленькевич, В.М. Збродыга; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № а 20100121; заявл. 2010.02.01; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 180-181.

79. И.В. Протосовицкий, к.т.н., доцент, Д.И. Протосовицкий, УО «Белорусский Государственный Аграрный Технический Университет»

ПАРАМЕТРЫ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В ТРАНСФОРМАТОРАХ ТМГСУ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМАХ

На техническое состояние силовых трансформаторов в распределительных сетях значительное влияние оказывают условия окружающей среды и эксплуатационные параметры. Большинство силовых трансформаторов, эксплуатирующийся в сельских сетях 0,4-10 кВ, подвержено воздействию перенапряжений, сверхтоков, перегрузок, условий окружающей среды, температуры воздуха и солнечной радиации. Как следствие из-за воздействия данных факторов происходит снижение диэлектрической прочности изоляции трансформаторов.

Безотказность трансформаторов, установленных в сетях 10 кВ, в основном зависит от состояния внутренней изоляции (главная, витковая), отказы из-за дефектов которой составляют 70,8% от общей повреждаемости трансформаторов, а из-за дефектов витковой – 55,2%. Пробой изоляции при внутренних перенапряжениях составляет 34,4%, при грозовых – 20,8% [1].

Данная проблема наиболее характерна для потребителей с пониженным уровнем прочности изоляции, в частности для трансформаторов длительно находящихся в эксплуатации. В большом количестве публикаций подробно рассмотрены процессы, происходящие в обмотках трансформатора во время переходных процессов и определены

факторы оказывающие наибольшее влияние: схема соединения обмоток трансформатора, режим заземления нейтрали, количество фаз, на которые приходится волна перенапряжения, конструкции обмоток[2,3,4].

При этом не рассматривается вопрос влияния симметрирующей обмотки (получившей широкое распространение в сетях 0,4-10 кВ в трансформаторах ТМГСУ) на параметры перенапряжения в обмотке низкого напряжения (обмотка НН) трансформатора.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований влияния симметрирующей обмотки на примере трехфазного трансформатора малой мощности на характер распределения и амплитуду импульсов перенапряжения в обмотках НН.

В экспериментах использована физическая модель трехфазного трансформатора мощностью 0,63 кВА, количество витков в НВ обмотке – 510, в ВН обмотке - 880, симметрирующая обмотка – 170 витков, обмотка ВН соединена в «звезду», фазные обмотки НН соединены в «звезду с нулем» с возможностью коммутации симметрирующей обмотки. Отпайки для измерения напряжения в НВ обмотке выполнены для всех фаз в следующих витках: 51, 102, 204, 255, 306, 408, 459. Напряжение на первичные обмотки испытуемого трансформатора подается посредством трехфазного автотрансформатора с синусоидальным напряжением. Нагрузкой для вторичной обмотки служат резисторы переменного сопротивления. Регистрация длительности и амплитуд импульсов перенапряжений выполнялась анализатором качества электроэнергии FLUKE 435 одновременно для трех фаз и нейтрали.

Полученные из осциллограмм данные систематизированы и согласованы по виткам для всех фаз обмотки НН трансформаторов. При статистической обработке данных для оценки влияния симметрирующей обмотки на параметры перенапряжения в качестве основных критериев использовалось сравнение средних значений и дисперсий.

На рисунке 1 приведены сопоставления амплитуд импульсов перенапряжения для трансформаторов ТМГ и ТМГСу при коммутации несимметричной нагрузки.

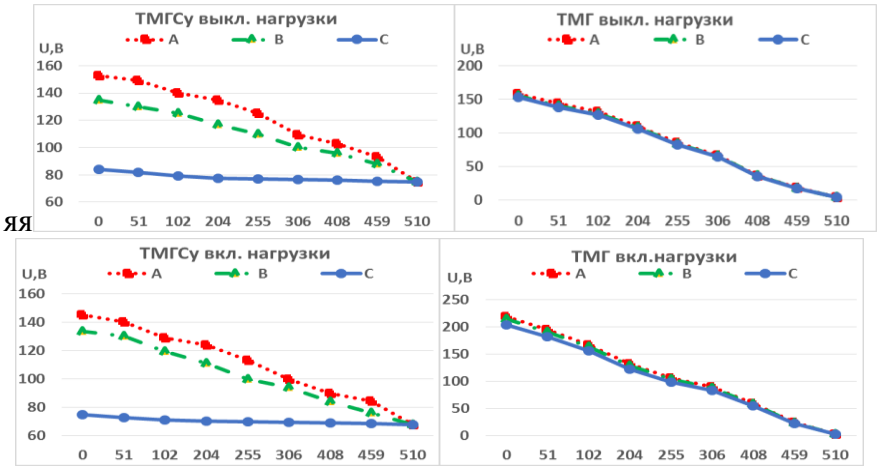


Рис. 1. Амплитуды импульсов перенапряжений при коммутации несимметричной нагрузки Ia=Ib=Iн; Ic=0.

На рисунке 2 приведены сопоставления амплитуд импульсов перенапряжения для трансформаторов ТМГСу при включении и выключении нагрузки с несимметрией в 25% и 50% и диаграммы амплитуд импульса перенапряжений для фазы С (In=0,25Iн..Iн).

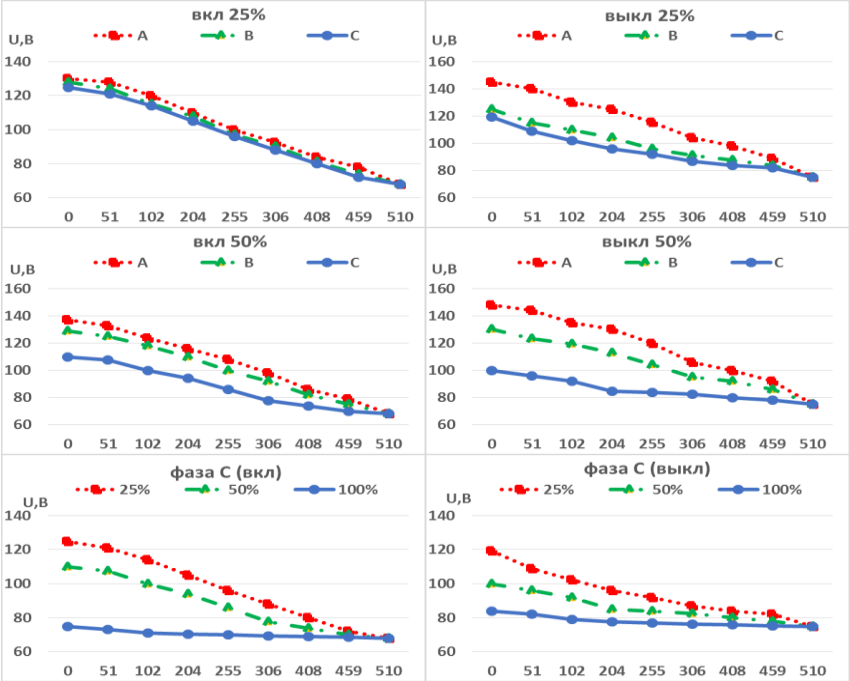


Рис. 2. Амплитуды импульсов перенапряжений при коммутации несимметричной нагрузки Ia=Ib=Iн; In=0,25Iн..Iн.

Из сопоставления осциллограмм амплитуд импульсов перенапряжений по всей длине обмоток можно отметить следующие принципиальные особенности:

1. При отсутствии симметрирующей обмотки амплитуды импульсов перенапряжений имеют приблизительно одинаковые значения во всех фазах трансформатора в независимости от нагрузки. В трансформаторах с симметрирующим устройством амплитуды импульсов перенапряжений пропорциональны нагрузке фазы.
2. Значения амплитуд импульсов перенапряжений в трансформаторах с симметрирующим устройством значительно ниже и зависят от величины нагрузки на фазу и несимметричности нагрузки на трансформаторе.
3. Для трансформаторов с симметрирующей обмоткой характерно более равномерное распределение напряжения по всей длине обмотки при прохождении переходного процесса, вызванного коммутацией нагрузки.
4. Значения амплитуд импульсов перенапряжений в нулевой точке трансформатора при отсутствии симметрирующей обмотки при коммутации несимметричной нагрузки выше в среднем в 1,7 раза.

Литература

1. Канюгин О.И., Макарова Н.Л. Стратегия обслуживания силовых трансформаторов в сельских электрических сетях 10 кВ по результатам диагностирования // Вестник Чувашского университета. – № 3. – С. 60.
2. Влияние режима нейтрали и схем включения обмоток силового трансформатора на его импульсные характеристики: Труды КНЦ вып.22 (Энергетика вып.8 3/2014(22))/ Ю.М.Невретдинов, А.В.Бурцев, Г.П.Фастий, КНЦ РАН, 2014, 20с.
3. В. Ф. Важов. Техника высоких напряжений: курс лекций / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 112 с..
4. Астафьева,О.В. Исследование перенапряжений и разработка системы защиты от них в сетях среднего и высокого классов напряжения металлургических заводов и комбинатов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.14.12: защищена 25.05.2007: утверждена

11.10.2007/Халилов Фирудип Халилович. – Спб., 2007 – 224с. – Библиогр.: с. 93–110. – 003069650.

80. А.Г. Вабищевич, к.т.н., доцент, Е.Н. Курак, М.Е. Шалоник, И.П. Вырвич, Д.А. Грибанов, студенты, Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск Республика Беларусь

КОМБИНИРОВАННЫЕ АГРЕГАТЫ ДЛЯ МЕЛКОТОВАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Одной из целей Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 г. является увеличение обьемов производства сельскохозяйственной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах, а также в подсобных хозяйствах граждан.

В Республике Беларусь функционирует около 3-х тысяч организаций малого агробизнеса, которые производят 2% сельскохозяйственной продукции. При этом, подсобные хозяйства граждан республики обеспечивают производство 20% продукции сельского хозяйства, в том числе: картофеля - 80%, овощей – 65%, плодов и ягод – 85%, молока, скота и птицы в живом весе – 6% [1].Данные категории хозяйств занимают свыше 15% общего количества посевных площадей, а имеющаяся материальная база не позволяет эффективно вести сельскохозяйственное производство. Как правило, крестьянские (фермерские) хозяйства имеют энергетические средства, однако далеко не в полной мере, они обеспечены прицепными и навесными орудиями, что ограничивает возможности их использования. Сдерживает развитие фермерских и личных подсобных хозяйств отсутствие дешевой малогабаритной сельскохозяйственной техники.

Дальнейшее повышение эффективности мелкотоварного производства возможно при создании комбинированных малогабаритных агрегатов совмещающих несколько операций. В большинстве случаев совмещение технологических операций повышает качество подготовки почвы, сокращает сроки проведения работ и число проходов агрегатов по полю, уменьшает вредное воздействие их ходовых устройств на почву, снижается общая энергоемкость работ, растет производительность труда, уменьшаются расход топлива и эксплуатационные затраты.

Ниже предлагаются возможные варианты компоновки экспериментальных комбинированных агрегатов для мелкотоварного производства на базе самоходного шасси и мини-трактора, совмещающие несколько операций.

Самоходное шасси является весьма удобной базой для составления комбинированных агрегатов, совмещающих несколько операций за один проход.

На рисунке 1 приведен **комбинированный агрегат для текущего ухода за пастбищами**[2]выполненный на базе самоходного шасси.

а)

б)

Рис.1. Комбинированный агрегат для ухода за пастбищами

а) с сеялкой, б) с разбрасывателем удобрений

Агрегат (рис. 1а) позволяет совместить подкашивание не съеденных животными остатков травостоя, подсев трав, внесение удобрений, аэрацию почвы, растаскивание кала животных и разравнивание кротовин. К раме шасси с правой стороны навешивается однобрусная косилка. В средней части между передними и задними колесами, на лонжеронах рамы располагается сеялка (рис. 1а) или разбрасыватель удобрений (рис. 1б). В варианте комплектования агрегата (рис. 1б) выполняется подкашивание не съеденных животными остатков травостоя, внесение удобрений, растаскивание кала животных и разравнивание кротовин.

В рассмотренных выше вариантах компоновки агрегатов использовано расположение машин посредине шасси между передними и задними колесами на лонжеронах рамы, а также сзади на гидравлической навеске. Кроме этого, возможны варианты компоновки комбинированных агрегатов на базе самоходного шасси с расположением машин не только на задней, но и на передней навеске.

Таким образом, самоходые шасси являются весьма удобной базой для комплектования комбинированных агрегатов свозможными вариантами компоновки сельскохозяйственных машин на задней, на передней навеске и в средней части на лонжеронах рамы.

Комбинированный агрегат для уборки сена позволяет совместить сгребание сена в валки подбора и перевозки небольших копен или рулонов сена, соломы. На рисунке 2 приведен комбинированный агрегат для сгребания и уборки сена. В агрегате к мини-трактору сзади прицепляются колесно-пальцевые грабли, а спереди крепится навесная волокуша.

Рис. 2. Комбинированный агрегат для уборки сена

При движении граблей пальцевые колеса соприкасаются с почвой, обеспечивая их вращение, а пружинные зубья захватывают массу и формируют валок по ходу движения агрегата при сгребания сена или осуществляют ворошение провяленной массы.

Волокуша предназначена для уборки сена, соломы из валков, подбора и перевозки копен сена, соломы и рулонов массой до 50 кг. При движении агрегата пальцы волокуши забирают массу из валка, копну сена или рулон. Разгрузка осуществляется при опускании волокуши на почву, при движении агрегата задним ходом за счет сцепления травяной массы с почвой. Комбинированный агрегатиспользуетсядля работы на приусадебных участках, подсобных хозяйствах и других мелкоконтурных участках.

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат (рис. 3) навешивается на мини-трактор класса 4 кН и предназначен для рыхления и выравнивания почвы, дробления комков и вычесывания сорняков. Агрегат состоит из сварной рамы с навесным

устройством. На раме смонтированы два ряда рыхлительных S-образных пружинных зубьев. На заднем брусе рамы крепятся прутковые катки и зубовые пружинные боронки.

Рис. 3. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат

При движении агрегата рыхлительные S-образные зубья обрабатывают почву на глубину 6…12 см, катки дробят крупные комки, выравнивают, а зубья пружинной боронки вычесывают сорняки и мелко рыхлят почву. Регулировку заданной глубины обработки почвы производят навеской трактора и перемещением стойки крепления катков. Ширину междуследияизменяют перемещением креплений S-образных пружинных зубьев и пружинных боронок на поперечном брусе. Агрегат наиболее эффективен при использовании на легких почвах в садах, огородах, приусадебных участках и теплицах.

Заключение

1. Комбинированные сельскохозяйственные агрегаты на базе самоходного шасси и мини-трактора за счет совмещения операций исключает многократность проходов трактора по полю, что значительно уменьшает уплотнение почвы и травмирование растительности, обеспечивают выполнение агротехнических требований в сжатые сроки, просты в устройстве, позволяют существенно снизить затраты труда и энергоемкость, повысить производительность, надежность, безопасность.

2. Самоходные шасси являются удобной базой для комплектования комбинированных агрегатов, которые обладают рядом преимуществ: расположение машины в поле зрениятракториста и, как следствие, более высокая точность вождения; более комфортные условия работы тракториста; рациональное распределение веса агрегата, обеспечивающее высокие тягово-сцепные свойства и экологическую совместимость ходовых колес с почвой, сокращение энергоемкости и снижение трудозатрат на обслуживание в 1,5…2 раза.

3. Эффективность использования комбинированных агрегатов в мелкотоварном производстве при производстве продукции крестьянскими (фермерскими) хозяйствами характеризуется относительно низкой ценой, доступными материалами, использованием основных узлов и деталей из выпускаемых и списанных сельскохозяйственных машин.

Литература

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 - 2020 годы. Постановление СМ РБ от 11.03.16 г. № 196.
2. А.Г. Вабищевич и др. Комбинированный агрегат для ухода за пастбищами. А.С. № 1457829 СССР от 15.10.1988 г.

81. С.І. Левко, О.М. Крупич, Львівський національний аграрний університет

ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМИ КАНАЛУ ГОЛОВКИ ПРЕСА РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ

На сучасному етапі виробництва енергії із сільськогосподарських матеріалів є важливим напрямком у забезпечення енергетичної незалежності сільськогосподарських господарств різних потужностей. Зокрема, перспективним напрямом є переробка рослинної маси у тверді паливні брикети (гранули) для подальшого їх використання як паливних елементів для різних галузей та потреб. Цим самим вирішується проблема не тільки енергетичної незалежності господарства, а й утилізації відходів від основного виробництва.

Однак переробка рослинної маси з метою отримання паливних брикетів на даний час стримується відсутністю надійних засобів механізації та високою енергомісткістю процесу. Тому питання зниження енергомісткості даного процесу є актуальними і потребує ширшого дослідження.

Проведений огляд та аналіз літературних джерел свідчить, що на процес ущільнення значний вплив мають не тільки конструктивні параметри шнека, а й особливості формувальної головки (форма, додаткові елементи, довжина). Вплив конструктивних параметрів шнеків на якісні показники процесу пресування досить широко досліджені у працях багатьох вчених [1-6].

Проведений аналіз літературних джерел дає змогу підсумувати, що на даний час більшість пресів для переробки різних матеріалів (керамічних, полімерних, харчових, кормових) мають формувальні головки та шнеки складної конструкції, переважно циліндричної та конічної форми. Власне, для виготовлення паливних брикетів застосовують преси із конічними шнеками та, відповідно, корпусами і формувальними головками переважно із вихідним циліндричним отвором. Така конструкція пресів недостатньо враховує особливості поведінки рослинної маси, що піддається ущільненню та не враховує збільшення опору переміщенню її у робочому та формувальному каналі, що в свою чергу негативно впливає на енергомісткість процесу[9,10].

Преси для виготовлення паливних брикетів, як технологічну систему можна розділити на три складових[9,10] (рис. 1).

Машина – частина обладнання, де рослинний матеріал подається, переміщується, пресується до певної щільності. В більшості випадків для шнекових пресів ця частина обладнання виконана у вигляді корпусу в якому за допомогою приводу обертається шнек.

Формувальна головка забезпечує до ущільнення матеріалу, надання йому форми та релаксації виробу. На даний час конструкції та функціональне значення їх є досить різноманітними.

Готовий виріб – брикет (гранула) повинен володіти певними якісними показниками, для подальшого його ефективного використання.

Формувальна головка, що встановлена на технологічному обладнанні (пресі), є частиною (елементом) системи, і відіграє важливу функцію у процесі виготовлення паливних брикетів. Для повного розуміння функцій головки преса необхідно більш детально розглянути технологічну систему.

До машини подається рослинна маса із певними вхідними параметрами: розміром частинок, вологістю, температурою, забрудненістю, щільністю. Завдяки технологічній дії «машини» на матеріал, у формувальну головку надходить маса із певними параметрами: щільністю, температурою, вологістю (проміжні параметри системи). У формувальній головці рослинна маса, завдяки конструктивній формі та елементам головки доущільнюється, набуває форми вихідного каналу, спікається, релаксує та виводиться в зовнішнє середовище у вигляді готового виробу, який у свою чергу також володіє певними якісними показниками (вихідними параметрами – щільністю, вологістю). Для забезпечення усіх перелічених технологічних процесів головка повинна володіти певними конструктивно-технологічними параметрами.

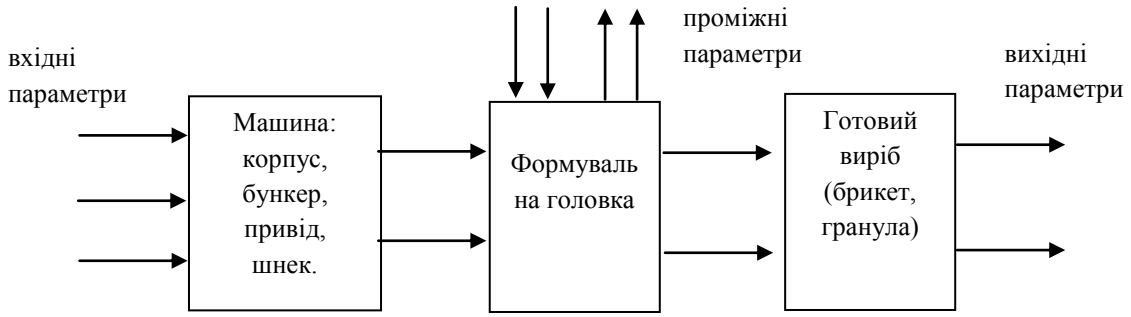


Рис. 1. Структура технологічної системи пресування рослинних матеріалів у паливні брикети

Робота, що затрачається на процес виготовлення паливних брикетів йде на подолання сил внутрішнього (між частинками) тертя; на ущільнення маси (пружна та пластична деформація частинок); подолання сил тертя по шнеку та корпусу преса; на подолання опору переміщенню маси у формувальній головці (сили тертя та проштовхування).

Ущільнення маси в каналах із постійним перерізом негативно впливає на процес формування виробу, оскільки фізико-механічні властивості маси не є постійними і змінюються. Опір такого каналу і, відповідно, щільність отриманих брикетів, не регулюється, що призводить до додаткових затрат енергії в процесі виробництва для досягнення необхідних якісних показників.

Більш доцільним є використання каналів із конічною формою, де опір на переміщення маси можна регулювати за рахунок поперечного перерізу. Що також дозволить регулювати щільність отриманих виробів. Проте негативним чинником використання каналів такої форми, є те що не в повній мірі враховані зміну реакцій стінок каналу на рослинну масу під час переміщення.

Тому, нами запропоновано виконати канал формувальної головки у вигляді певної кривизни. Зокрема, нами проведений аналіз ряд кривих, які використовують в різних галузях техніки для виготовлення органів [7,8]: експонента, спіраль Архімеда, логарифмічна спіраль, ланцюгова лінія. Всі ці криві застосовуються в різних галузях науки і техніки.

На наш погляд найкращою формою отвору буде поверхня, що утворена обертанням навколо осі трактриси. Запропонована крива є так званою «природною кривою з найменшим опором».

Внутрішня поверхня формувальної головки із твірною трактрисою дозволить більш рівномірно розподілити реакції стінок на масу, що піддається пресуванню. А також дозволить зменшити опір переміщенню ущільненого матеріалу завдяки розподілу сил тертя вздовж головки.

Така формувальна головка дозволить доущільнювати рослинну масу і завдяки своїй кривизні поступово зменшувати опір переміщенню маси по довжині. Завдяки особливостям такої кривої, запропоновану конструкцію головки можна використовувати для різних матеріалів та галузей.

Проведений аналіз існуючих пресів, зокрема каналів формувальних пристроїв дозволив виявити ряд недоліків та запропонувати криволінійну форму отвору каналу головки, яка описуються трактрисою. Запропонована формувальна головка дозволить зменшити затрати енергії на ущільнення маси. Також запропонована конструкція головки дає можливість більш універсально використовувати шнекові преси, не тільки для виготовлення паливних брикетів із рослинної маси, але й кормо виробництві, харчовій та переробній галузях

Бібліографічний список:

1. Федоренко И.Я., Наумов И.А. Метод определения коэффициентов основного уравнения прессования. / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – №8 (34). – с. 52-55.
2. Брагин А.В., Ганапольський С.Г. Исследование процесса прессования топливных брикетов из древесных отходов. / Актуальные проблемы лесного комплекса. / Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции.Выпуск 22. - Брянск: БГИТА, 2009. – 299 с. [Електронний ресурс]http://waste.ua/cooperation/2004/thesis/index.html
3. Карманов В.В. Энергосберегающая технология и оборудование для получения топливных гранул, профилей (брикетов) из отходов растительного сырья / Карманов В.В., Михайлик В.Д., Костюнин Н.Л. // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2010 №1(16). С. 72-76.
4. Соколов А.Я. Совершенствование конструкции матриц грануляторов. / Соколов А.Я., Полищук В.Ю., Овдиенко М.Л. // Механизация и электрефикация сельського хозяйства, 1983, №11.
5. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов. – М.: Агропромиздат., 1987. – С. 195-213.
6. Савелов А.А. Плоские кривые. Систематика, свойства, применения (справочное руководство). М.: Госиздат., 1960. – 220-227 с.
7. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: «Наука» 1977, 872 с
8. Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. / Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. // М.: Агропромиздат, 1985, 503 с., 8-10, 83-95
9. Аналітичний огляд процесів і засобів для виготовлення паливних брикетів з рослинних матеріалів / Д.В. Кузенко, Л.М. Кузенко, О.М. Крупич, С.І. Левко // Збірник праць V Міжнародної науково–технічної конференції "MOTROL–2011 "т.13D– с.258–268.
10. Кузенко Д.В. Обґрунтування конструкції формувальної головки преса для рослинних матеріалів / Д. В. Кузенко, С. І. Левко / Вісник Львів. НАУ «Агроінженерні дослідження». – №16, Львів, 2012 – с. 246-253.

82. М.А. Бойко, В.В. Мацкело, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ТЕПЛИЧНЫХ КОМБИНАТОВ

Ключевые слова: тепличное производство, дренажная вода, электроимпульсная технология, источник питания электроэнергии, конденсатор.

Аннотация

В докладе представлена электроимпульсная технология обеззараживания дренажных вод тепличных комбинатов. Ее преимущества перед широко применяемым методом ультрафиолетового обеззараживания. А также описано устройство источника питания электроэнергии для лабораторных исследований.

Тепличное производство в настоящее время развивается как динамичная и эффективная отрасль сельского хозяйства, имеющая значение для снабжения населения свежими и богатыми витаминами овощами, а также цветами в период, когда из открытого грунта не поступает продукция.

В строительство и эксплуатацию остекленных теплиц вложены значительные средства. Кроме того, на фоне усиливающегося кризиса тепличное производство является одним из наиболее энергоемких в сельском хозяйстве. В настоящее время перед тепличными комбинатами стоит задача повышения эффективности производства. Эта задача может быть решена только путем реконструкции, модернизации и применения новых технологий.

По своей природе загрязнения сточных вод подразделяются на органические, минеральные, биологические. Органические загрязнения - это примеси растительного и животного происхождения. Минеральные загрязнения - это кварцевый песок, глина, щелочи, минеральные кислоты и их соли, минеральные масла и т. д. Биологические и бактериальные загрязнения - это различные микроорганизмы: дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли и бактерии, в том числе болезнетворные - возбудители брюшного тифа, паратифа, дизентерии и др.

В овощеводстве опасность представляют инфекционные заболевания растений. К ним относят вирусные болезни, бактериальные и грибные. При гидропонном способе выращивания растений эти болезни могут передаваться через стоки дренажа, а их возбудители обитать в самом субстрате.

Как и любая биологическая среда, вода обладает определенными электромагнитными свойствами – электропроводностью, диэлектрической и магнитной проницаемостью, оптическими характеристиками. В результате воздействий на стоки электрических и электромагнитных полей происходят изменения химических, физических свойств воды, электрических зарядов находящихся в ней компонентов. Это позволяет значительную часть процессов обработки стоков осуществлять электротехнологическими способами, как наиболее эффективными. При этом могут применяться источники энергии постоянного или переменного тока в зависимости от способа и целей обработки.

Электроимпульсная технология (ЭИТ) основана на воздействии на обрабатываемую жидкость ударных волн, генерируемых импульсным электрическим разрядом и вызывающих дезинтеграцию и гибель микроорганизмов. Использование ее при обеззараживании воды состоит в следующем: в объеме, занимаемом водой, формируется электрический разряд с помощью погруженных электродов специальной формы, питающихся от импульсного источника электроэнергии.

Электрический разряд формирует ударную волну, которая распространяется в объеме воды. Кратковременность электрического импульса позволяет реализовать ударную волну, толщина фронта которой меньше размера микроорганизмов, в результате чего в объеме, занимаемом микроорганизмом, при прохождении ударной волны возникает мгновенный градиент давления, который приводит к механическому уничтожению его.

В настоящее время известны две безреагентные технологии обеззараживания воды, имеющие низкую энергоемкость: ЭИТ и УФ технология. Однако, ЭИТ позволит обеспечить более высокую надежность при больших расходах, возможность обеззараживания непрозрачной воды и меньшие эксплуатационные расходы.

Преимущества ЭИТ состоят в следующем:

– высокая экологическая чистота при обеззараживании воды;
– возможность использования при обработке непрозрачных жидкостей, в т.ч. молока и т.п.
– низкая удельная энергоемкость (в десятки раз ниже по сравнению с тепловыми методами стерилизации).
– сохранение термически нестойких компонентов (витаминов и т.п.) за счет исключения из технологического процесса теплового нагрева.

В ходе лабораторных исследований разряда в пробе дренажной воды тепличных комбинатов было установлено, что при пропускании высокого напряжения через слабо соленый раствор в первый момент времени (порядка 60мкс) сопротивление проводящей среды в сотни раз больше, чем в момент самого разряда. Этот фактор и объясняет различие напряжения пробоя на конденсаторе и начального напряжения его заряда. Появилась возможность создания разряда и при напряжении, практически равном напряжению заряженного конденсатора. Для этого потребовалось поддерживать

напряжение на электродах более 10 мс. В первые 5-6 мс всей длительности импульса, из-за высокого сопротивления среды, ток, проходящий через нее, значительно меньше, чем в момент разряда. Данная особенность обрабатываемой жидкости и позволила реализовать ее обеззараживание при более низком напряжении, не пребегая к дорогостоящим компонентам установки для повышения напряжения разряда. В итоге требовалось создать источник питания, который будет обеспечивать непрерывную подачу высокого напряжения (2,5 кВ) при малом токе (порядка 0,6 А) и кратковременно при токе около (2-3 кА).

Основной источник высокого напряжения представляет собой кластер, состоящий из 4-х последовательно соединённых, устройств удвоения напряжения. Используя данный способ удалось избежать применения высоковольтных трансформаторов. Применены унифицированные трансформаторы мощностью 250 - 360 Вт и напряжением вторичной обмотки 220-240 В. При этом исчезла необходимость применения высоковольтных конденсаторов. В экспериментальной установке используются 8 конденсаторов емкостью 150,0 мкФ на напряжение 450 В. Рабочее напряжение на каждом из конденсаторов не превышает 340 В. Для обеспечения крутого фронта ипульса при коммутации был применён быстродействующий (скорость наростания более 300 А\мкс) тиристор типа Т173-1250-40, с номинальным обратным напряжением 3000 В, и кратковременным (60мс) током до 20 кА.

Таким образом стало возможным изменять длительность ипульса разряда, добиваясь более высокого КПД установки , одновременно повышая эффективность обеззараживания.

Показатели при обеззараживании сточной воды в большей степени зависят от характера разряда. Наибольшее нарастание тока, а также мгновенной мощности в камере имеет место при затухающем периодическом разряде.

Список литературы

1. Колесников, В.А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод [Текст] / В.А. Колесников, Н.В. Меньшутина. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 266с.

2. Обеззараживание сточных вод машинных дворов продуктами электрохимической активации [Текст]: материалы международной научно-технической конференции. Перспективы и направления развития энергетики АПК. / А.В. Крутов, М.А. Бойко. – Мн.: БГАТУ, 2007. – 392 с.

3. АЛЕКОН [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://alecon.co.il/technology/ochistka-stochnyx-vod-v-selskom-xozyajstve.html (23.10.2017)

83. В.И. Передня, д.т.н., професор, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Д.В. Касперович, А.В. Китун, д.т.н., профессор, Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-ПИТАТЕЛЯ ТРУДНОСЫПУЧИХ КОМПОНЕНТОВ КРМОВЫХ ДОБАВОК

Введение.Известно, что в себестоимости животноводческой продукции стоимость кормов составляет 60-75%. В последние годы все больше животноводческих хозяйств решают задачу организации производства полнорационных комбикормов непосредственно на месте. Производство сбалансированных по всем питательным веществам комбикормов, которые полностью удовлетворяли бы потребностям производителей животноводческой продукции, требует использования сложных технологических приемов и многих десятков видов сырья [1].

Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования процесса приема и выдачи трудносыпучих материалов является применение питателей-накопителей.

Недостатком существующих питателей кормов является большая удельная энергоемкость и металлоемкость выполнения технологического процесса, так как для их измельчения необходимо дополнительно устанавливать измельчитель кормов и подающий транспортер [2].

Основная часть. Накопительные емкости, питатели и дозаторы компонентов кормов являются обязательным оборудованием линии приготовления белково-витаминно-минеральных добавок и по своим техническим характеристикам определяют технический уровень и удельные показатели компонента оборудования в целом.

Питатель-накопитель предназначен для создания определенного запаса кормов и дозированной подачи их на дальнейшую обработку.

Недостатком существующих питателей кормов является большая удельная энергоемкость и металлоемкость выполнения технологического процесса подготовки кормов к скармливанию, так как для их измельчения необходимо дополнительно устанавливать измельчитель кормов и подающий транспортер.

В настоящее время известны следующие питатели-дозаторы: КТУ-20, ПЗМ-1,5, БДК-Ф-70, ПДК-10. Технические характеристики питателей-дозаторов приведены в таблице [3].

Анализ технического уровня и технико-экономических показателей питателей-дозаторов позволил выявить следующее. Питатели требуют для загрузки грейферный погрузчик, имеют небольшую емкость и не удовлетворяет требованиям по качеству дозирования. Кроме того, питатели-дозаторы обладает низкой производительностью, недостаточной надежностью.

Для решение данного недостатка, нами предлагается в питателе кормов (рисунок 1), дополнительно установить измельчитель (рисунок 2) . Измельчитель представляет собой шнек, по длине которого, необходимо выполнить разрывы шнековой навивки, между которыми установить ножи, по обе стороны которых на кожухе шнека, неподвижно, закрепить противорежущие пластины, торцевые грани которых расположить параллельно направлению результирующей скорости движения корма по смежной плоскости витка шнека.

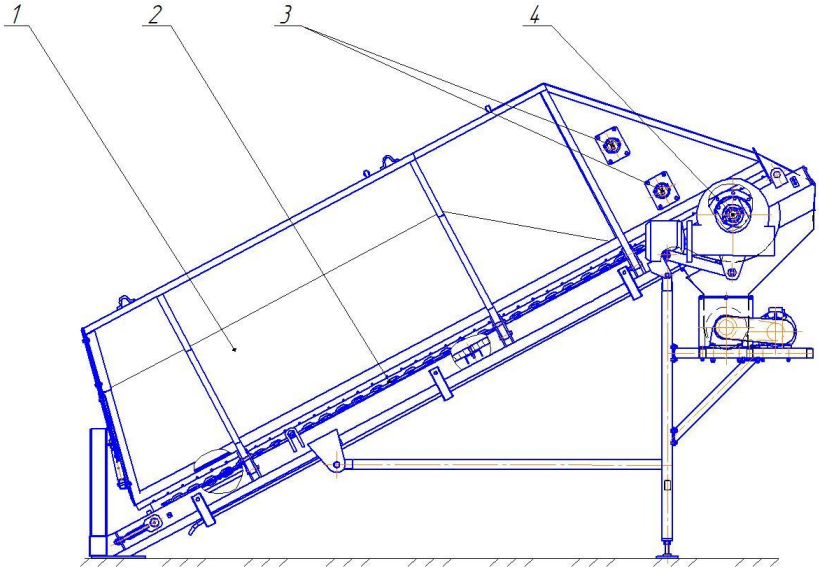


Рис. 1. Общий вид питателя-измельчителя кормов

1 – бункер; 2 – подающий транспортер; 3 – блок битеров; 4 – измельчитель

Так как шнек разделен ножами на несколько измельчающих аппаратов, то образуются несколько рабочих зон. В первую I рабочую зону шнека поступает только неизмельченный корм, а в рабочую зону II, III, IV как измельченный, так и исходный корм.

При работе шнека витки первой I части перемещают корм в рабочую зону ножей, закрепленных на валу шнека и противорежущих элементов, закрепленных на внутренней поверхности кожуха. По мере перемещения корма витками шнека в первой I рабочей зоне происходит его частичное уплотнение, поэтому масса корма, проходя между ножами и противорежущими элементами первого измельчающего аппарата частично измельчается, с минимальными затратами энергии.

Так как витки первой I части шнека обеспечивают постоянную подачу корма, то измельченные частицы после первой ступени, попадают в рабочую зону витков шнека второй II зоны.

Одновременно во вторую II зону шнека обеспечивается подача исходного корма с питателя, размер частиц которого больше поступающих с первой I зоны. Следовательно, при перемещении всей массы корма происходит смешивание измельченного и исходного корма при этом более мелкие частицы заполняют полости между крупными частицами, образуя более плотную массу корма.

Данная смесь витками шнека перемещается ко второму измельчающему аппарату, ножи которого, ввиду плотного образования массы осуществляют процесс резания при минимальных затратах энергии. В зонах III и IV процесс перемещения и измельчения повторяется.

Кроме того, так как масса представляет собой более плотное образование, то происходит выравнивание гранулометрического состава конечного, измельченного продукта.

Так как витки шнека расположены под углом к вертикальной плоскости, то следовательно, корма перемещаются под действием переносной и относительной скоростей, результирующая скорость которых направлена вдоль плоскости витка шнека.

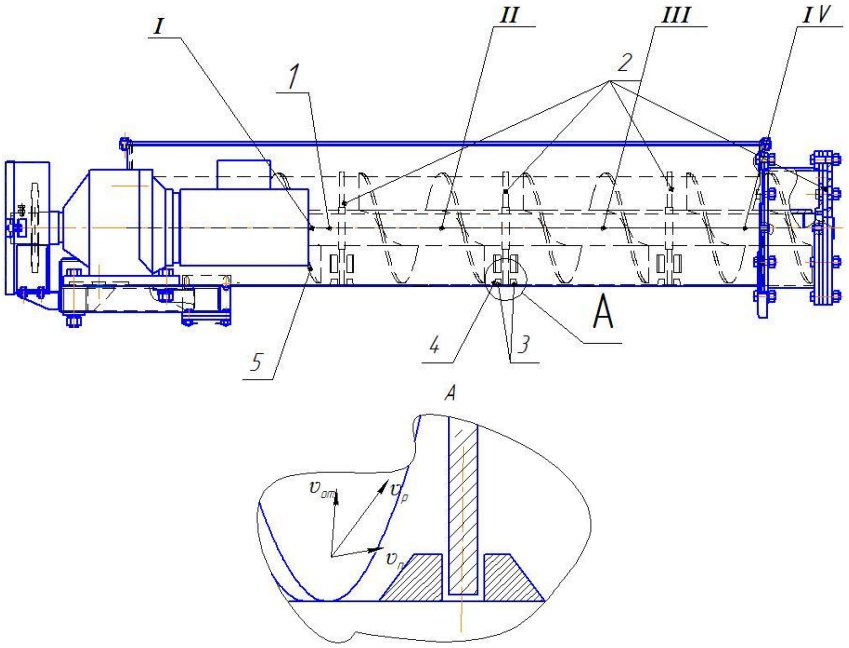


Рис. 2. Общий вид измельчителя кормов и схема сил действующих на частицу корма в шнеке

1– шнек; 2– ножи; 3 – противорежущий элемент; 4 – фронтальная грань противорежущего элемента; 5 – навивка шнека

Поскольку торцевые грани противорежущей пластины расположены параллельно направлению результирующей скорости движения корма по смежной плоскости витка шнека, то кормовой поток перемещается по наклонной грани торцевой поверхности с минимальным сопротивлением, а следовательно, затраты энергии на выполняемый процесс снижаются.

Так как процесс перемещения корма с витков шнека на торцевую поверхность противорежущей пластины происходит с минимальным сопротивление, то исключается накопление перед противорежущей пластиной корма, в результате чего не происходит разрыв частиц корма, что улучшает качество конечного продукта.

Заключение. Таким образом, использование измельчающего устройства в питателе трудносыпучих компонентов БВМД позволит уменьшить удельную энергоемкость и металлоемкость выполняемого технологического процесса подготовки кормов к скармливанию, так как для их измельчения нет необходимости дополнительно устанавливать измельчитель и подающий транспортер.

Список использованной литературы

1. Передня, В.И. Механизация приготовления кормосмесей на фермах крупного рогатого скота/ В.И. Передня – Мн.: Ураджай, 1990. – 152 с.
2. Передня, В.И. Малозатратные технологические процессы – основы получения конкурентоспособной продукции: к 80- летию со дня рождения и к 55-летию творческой деятельности / В.И. Передня. – Мн.: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 132 с.
3. Сыроватка, В.И. Механизация приготовления кормов: справочник/ В.И. Сыроватка, А.В. Демин, А.Х. Джалилов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 368 с.

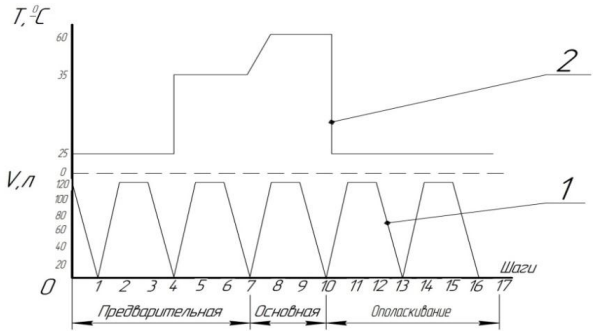
84. В.В. Захаров, С.А. Костюкевич, к.с-х.н., доцент, С.А. Баль, студент, «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь

МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ ПЛОЩАДКА ЛИНИИ ПРОМЫВКИ ДОИЛЬЙНОЙ УСТАНОВКИ УДА-16Е

В Республике Беларусь в настоящее время эксплуатируется более 10 марок доильного оборудования для беспривязного содержания как отечественных так и зарубежных компаний. Головным отечественным предприятием по производству доильного оборудования является ОАО “Гомельагрокомплект”, который выпускает большой спектр оборудования для беспривязного содержания коров, в число которых и входит рассматриваемая в статье доильная установка УДА-16Е. Расположение доильных мест в которой, по отношению к проходу операторов машинного доения, находится под углом – 30^0 [1].

Санитарно-техническая обработка молочных путей доильно-молочного оборудования автоматизированных доильных установок проводится после каждой дойки и эпизодически - при пуске в эксплуатацию, подготовке раствора основной промывки и окончании цикла основной промывки. После ввода в эксплуатацию промывка производится после каждой дойки. Промываются молочные трубопроводы и доильные аппараты.

Промывка молокопроводящих путей доильной установки УДА-16Е производитсячерез доильные аппараты, доильные стаканы, которых, установлены на промывочных площадках в три этапа: предварительная промывка, санитарная обработка и ополаскивание, процессами, которых управляет блок управления EMNMiniWash. Согласно этапов промывки составлена диаграмма санитарной обработки молочных трубопроводов доильной установки (рисунок 1).

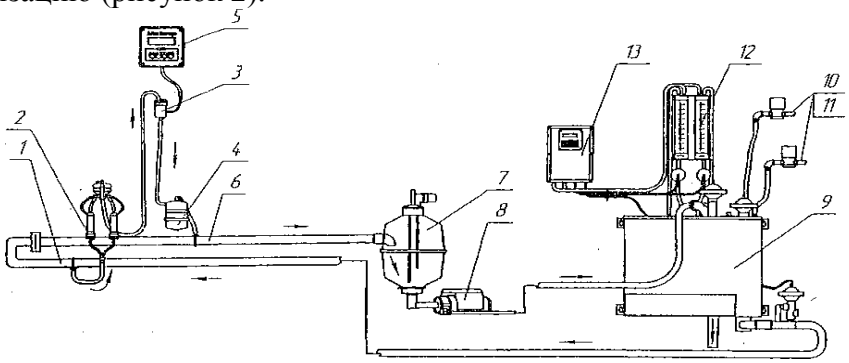


1 – изменение массы промывочной жидкости, 2 – температура жидкости

Рис. 1. Диаграмма санитарной обработки молочных трубопроводов

Первая стадия - ополаскивание водой внутренних поверхностей оборудования (молочных трубопроводов, доильных аппаратов.) после окончания дойки. Для ополаскивания используется вода, подогретая до температуры 35-45°С. При более высокой температуре промывочной воды (65°С) альбумины и некоторые соли молока выпадают в осадок и прочно прилипают к поверхности. Более низкая температура промывочной воды содействует переходу жира в твердое состояние, увеличению вязкости молока и затруднению смыва его остатков. Вторая основная стадия - промывка молочных путей горячими моющими растворами с целью удаления загрязнения. Горячая вода быстрее смывает остатки химических веществ, убивает большинство бактерий, не образующих спор, исключая потребность дезинфекции оборудования. Третья стадия - промывка дезинфицирующими растворами с целью уничтожения микробов, находящихся в молочном камне и его порах. Их высокая химическая активность способствует ускоренному связыванию различных загрязнений и органических веществ. Кроме того, они энергично соединяют соли молока, очищая оборудование от молочного камня. Реагируя с неорганическими и органическими нерастворимыми солями молочного камня (или пригара), они действуют на соли, удаляемые водой. Аналогичным образом кислоты действуют и на соли жесткости воды, также переводя их в растворимое состояние. Однако после промывки часть раствора может остаться на поверхности оборудования. Для полного удаления моющего раствора предназначена четвертая стадия - промывка теплой водой перед началом очередного доения [2].

Последовательность движения омывающей жидкости заключается в следующем: моющий раствор отсасывается из напорного трубопровода системы промывки и поступает через промывочную головку площадки в доильный стакан далее по молочным патрубкам в коллектор из него общим потоком в потокомер, далее в счетчик молока, а из него в молокопровод который приведет омывающую жидкость в молокоопорожнитель. Из него моющий раствор насосом перекачивается в автомат промывки. Проходя через его циркуляционный клапан жидкость, направляется либо обратно на циркуляцию, либо сливается в канализацию (рисунок 2).



1 – трубопровод промывки; 2 – промывочная головка 3 – датчик-потокомер; 4 – счетчик молока; 5 – пульт управления модуля; 6 – молокопровод; 7 – молокоопорожнитель; 8 – молочный насос; 9 – автомат промывки,

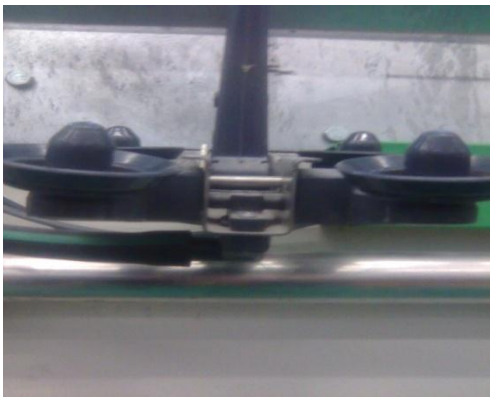
10, 11 – трубопровод холодной и горячей воды; 12 – дозатор концентратов моющих средств; 13 – пульт управления автомата промывки

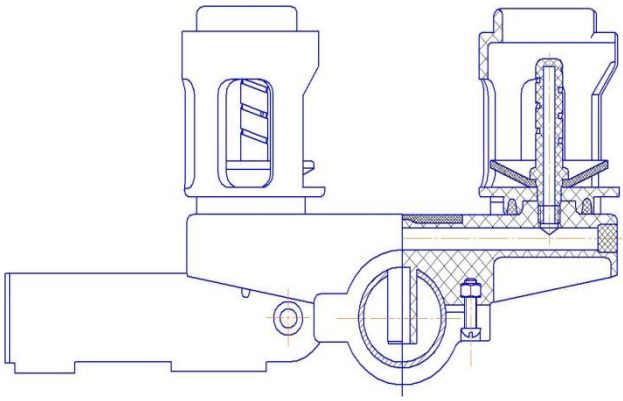
Рис. 2. Принципиальная схема работы доильной установки при промывке

Недостатком представленной системы промывки доильной установки УДА-16Е является плохая промывка участков доильной установки: деталей коллектора молока, счетчика молока, доильного стакана, фильтров для молока, а так же кранов и соединительной арматуры резервуаров для молока, ввиду нестандартной геометрии и повышенной шероховатости последних, которые впоследствии нужно промывать вручную [3]. Остатки жира легко абсорбируются на резиновых деталях, если жир своевременно не удалить, он легко проникает через поры вглубь деталей и они теряют эластичность, трескаются.

Появление микротрещин на внутренней поверхности резины, способствует накоплению молочных жиров и появлению микроорганизмов, которых практически невозможно уничтожить из-за затруднения промывки.Продолжительность использования такой сосковой резины резко уменьшается, что ведет к преждевременным затратам на замену [4].

На промывку после доения тратиться от 25 до 40 минут в зависимости от выбранного режима работы автомата промывки, которые можно снизить путем изменения конструкции некоторых узлов. Этот недостаток увеличивает трудозатраты рабочего времени персонала, а так же затраты энергии работы линии промывки. Чтобы решить вышеописанные недостатки такой системы промывки была предложена модернизация существующей промывочной площадки(рисунок.3).





а)

б)

а) до модернизации б) после модернизации

Рис. 3. Промывочная площадка

Для более полной объемной и качественной промывки головки, чулка, молочной трубки сосковой резины мы изменили форму распылителя (рисунок 4). Она стала длиннее существующей в два раза и на ее поверхности появилось спиральное углубление в пазу которого высверлены 3 отверстия с расположением в 120° друг от друга по отношению к центральной оси головки. Отверстия располагаются равномерно по всей высоте распылителя.

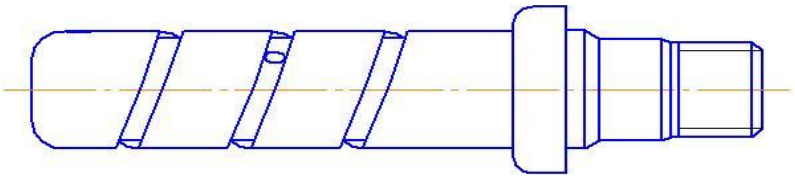


Рис. 4. Распылитель

Эта модернизация единовременно повышает:

- Охватываемую площадь контакта омывающей жидкостью внутренних стенок сосковой резины.

- Уменьшает время прохождения омывающей жидкостью внутренних полостей чулка сосковой резины, при такте сжатия, за счет спиральных каналов, которые создают вихревое движение омывающей жидкости, тем самым уменьшая время промывки всего молокопровода на 10%. Раскручиваясь по спирали, моющий раствор создает гидромеханическое воздействие обусловленное напряжением сдвига на жировые частицы и белковые соединения, находящиеся на стенках сосковой резины. Происходит объемная и тщательная промывка сосковой резины, ведущая к увеличению ее срока эксплуатации на 7% и увеличению качества молока выходящего из доильных стаканов.

Литература

1.Вагин Ю.Т. Техническое обеспечение производства молока. Современное оборудование для доения: практическое пособие / Ю.Т. Вагин [и др.].-Минск: Эволайн,2012.-208с.

2. Протокол №109-204 государственных приемочных испытаний опытного образца адаптированного автомата промывки доильного оборудования с электронагревателем ГУ БелМИС 2004 г.

3.Панин А.А. Совершенствование системы промывки и контроля состояния внутренней поверхности молокопровода доильной установки /ПанинА.А.// Нч. Труд ФГБОУ ВПО Оренбургский ГАУ, 2012.- 122 с.

4.Казаровец И.В. Технологии , оборудование и технический сервис в молочном животноводстве: монография / Н.В. Казаровец, В.П. Миклуш, М.В. Колончук.- Минск: БГАТУ,2007. 556 с.

5. Костюкевич С.А., Кольга Д.Ф., Захаров В.В. Модернизированная технология промывки оборудования для доения коров// Сельское хозяйство - проблемы и перспективы:Сб. научных трудов.- Гродно: Гродненский государственный аграрный университет .-2017.- Том 37.- С. 128-134

85. В.Н. Дашков, д.т.н, професор, «Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Институт энергетики НАН Беларуси», г. Минск, С.А. Антошук, к.т.н., доцент,«Белорусская Машиноиспытательная станция» п. Привольный, Минский район, Республика Беларусь, В.В. Захаров, «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКИ КАК СПОСОБ СОКРАЩЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МОЛОКА.

По состоянию на 01.01.2018 года Республика Беларусь произвела 7322 тыс. тонн молока. На сегодняшний день Беларусь поставляет на внешний рынок около 60% всей молочной продукции, производимой в стране. Поголовье коров молочного стада составляет 1426 тыс. на 01.01.2018 г. Начиная с 2016 года численность поголовья - снижается но обьемы производства молока растут (рисунок 1) .

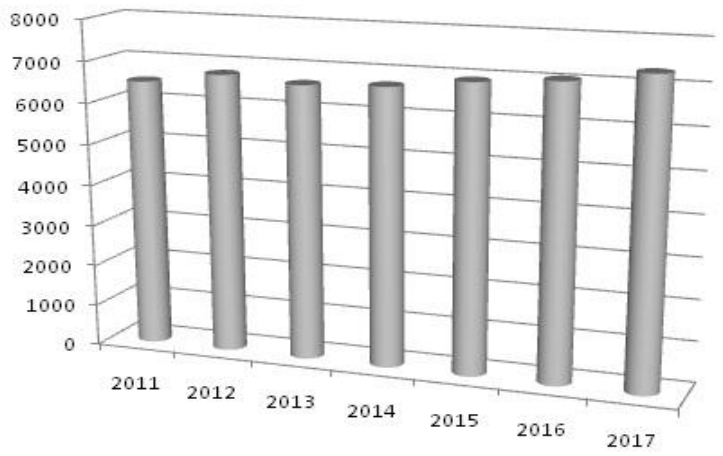


Рис. 1. Поголовье дойного стада 2011-2017 гг.(тыс. гол.)

Возросшая молокоотдача от одной коровы уже перешагнула рубеж в 5000 килограмм за год [1].

В Республике Беларусь проектами молочных ферм, как правило, предусматриваются стойлово-пастбищная система содержания коров летом и стойлово-выгульная зимой. В значительной степени применяется также стойлово-лагерная система содержания животных, которая, естественно, требует дополнительных капиталовложений на строительство и оборудование летнего лагеря, содержание его в надлежащем состоянии и охрану в зимний период.

Учитывая, что только естественные луга занимают более 1/3 площади сельскохозяйственных угодий нашей страны, а стадо может находится на нем более 5-ти месяцев в год пастбищная система содержания животных все больше применяется в Республике.Пастбища – значительный резерв снижения себестоимости молока. Растущие травы в 2-3 раза дешевле любого другого корма. При урожайности 90-120 ц/га зеленой массы ее себестоимость составляет 0,12-0,16 руб./ц. [2].

К сожалению в настоящее время в Республике используется 3740 передвижных доильных установок отечественного и зарубежного производства, первые из которых довольно наглядно уступают по автоматизации и производительности зарубежным доильным установкам . Только 9,1% процента из которых соответствуют современным требованиям (доение в молокопровод ,автоматизация процессов доения).Напомним, что наилучшим вариантом для пастбищного содержания является использование того же способа доения ,что и при стойловом содержании [3].

С внедрением интенсивных технологий ряд хозяйств перешел на круглогодичное стойловое содержание коров с однородным силосно-концентратным типом кормления. При этом стало организационно проще использовать доильные залы. Однако данная технология имеет значительный недостаток по сравнению с выпасом на пастбищах, позволяющим значительно снижать себестоимость молока. В то же время одним из недостатков стойлово-пастбищной и стойлово-лагерной систем содержания животных является несовершенство используемых в летний период мобильных доильных установок. Производительность одного оператора при доении коров на пастбищах составляет 15 *коров/ч,* при доении в молокопровод на установках УДС-3Б, ПДУ-8М и УДИМ-8 - 22 *коров/ч.* Для доильных площадок этот показатель значительно выше и составляет порядка 35-45 *коров/ч.*[4].

Принципиальный недостаток старых доильных установок является применение в них мембранных механических пульсаторов в которых происходит синхронное изменение частоты пульсаций в зависимости от величины вакуумметрического давления стало одной из причин нарушения стереотипа доения, частого срыва рефлекса молокоотдачи и снижения эффективности машинного доения. По данным исследований

В.Ф. Ужика отклонение частоты пульсаций от дойки к дойке лишь на 5-10%, колебания вакуума в подсосковой камере доильного стакана свыше 5..6 кПа приводят к торможению продуцирования молока, удой уменьшается на 3-4% при использовании доильных аппаратов с пневматическими пульсаторами мембранного типа.

Работа на пастбищных доильных установках не отличается комфортностью. Конструкция станков - проходного типа, операторы и животные находятся на одной площадке и на одном уровне, отсутствуют устройства автоматизации доения и промывки, устройства подогрева промывочной жидкости и подачи концентрированных кормов в кормушки животным во время доения. Кроме того, правилами машинного доения установлено, что на молочных фермах доильные установки, используемые в доильном зале, родильном отделении, а также на пастбищах должны оборудоваться доильными аппаратами одной и той же марки. Немаловажным является, очевидно, и стереотип доения. Целью данной работы является создание доильной установки, отвечающей этим требованиям.

Основная часть

Дальнейшее повышение производительности доильных установок и труда за рубежом и в нашей стране идет по пути перехода от индивидуального обслуживания каждого животного (АДС-А, УМД-200, УДА-8А, ПДУ-8, ПДУ-8М, УДПМ-8) к групповому, более производительному обслуживанию (доильные установки типа «Елочка», «Тандем», «Параллель», «Карусель»)(таблица 1.1).

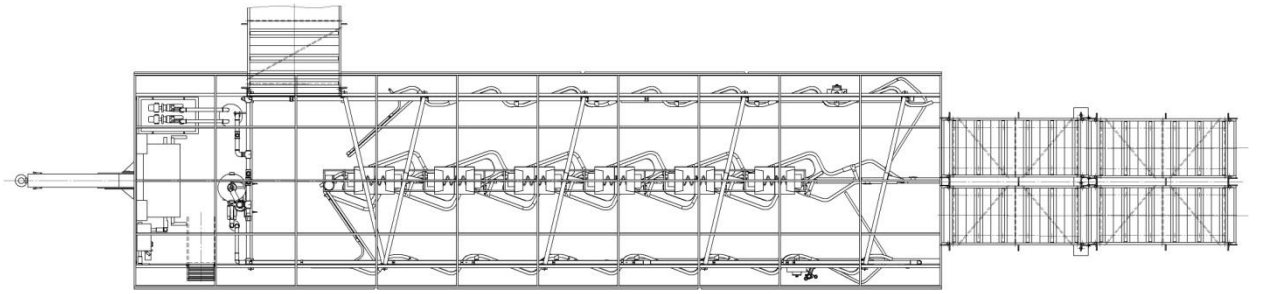
Вторым направлением повышения производительности труда при работе на пастбищных доильных установках является автоматизация ряда операций, проводимых в настоящее время вручную. К ним относятся массаж вымени, определение момента окончания доения каждого животного, съем доильных аппаратов, учет молока, промывка молокопроводящих путей установки.

На основании анализа зарубежных и отечественных доильных установок, их конструкций с учетом условий применения, разработана технологическая схема и конструкция передвижной автоматизированной установки для доения коров на пастбищах. Тип сконструированной доильной установки аналогичен доильной установке «Елочка». Основанием установки служит платформа транспортировки кормов ПТК-10 производства ДП «Вороновская сельхозтехника» грузоподъемностью 10 *т,* длиной 13800 мм, шириной 2500 мм, высотой 4000 мм, массой 4 *т.* Установка используется совместно с блоком охлаждения молока КПДО-8-2000 производства ОАО «Ивановский райагросервис».

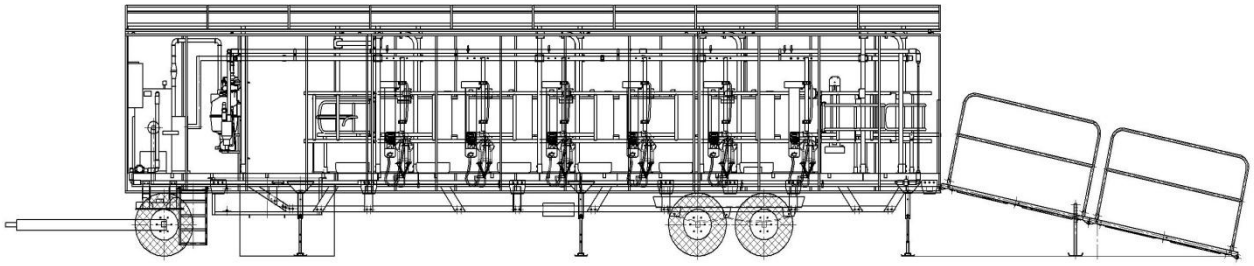
Таблица 1.**1** Техническая характеристика отечественных передвижных установок для доения коров в условиях пастбищ.

Показатели	ПДУ-8 (в переносные ведра)	ПДУ-8М (в молокопровод)	УДЛЛ-8	УДЛ-Ф-12	УДС-3Б	УДПМ-8С	МДУ-12
Тип	передвижная	передвижная	передвижная	передвижная	передвижная	передвижная	**передвижная**
Количество дояров	4	4	4	4	2-4	4	**2**
Количество обслуживаемых коров	100	100	8	200	200	8	**100-200**
Производительность установки, коров/ч	60	80	80	100	50-60	80	**70**
Максимальное количество одновременно доящихся коров	8	8	8	12	8	8	**12**
Количество доильных аппаратов, шт.	8	8	8	12	8	8	**12**
Установленная мощность, кВт, не более	4	4	4	18,8	5,5	2,7-5,4	**5**
Рабочее вакуумметрическое давление, кПа	48	48	48	47	48	48	**48**
Производительность вакуумной станции, $м^3$/ч, не менее	60	60	70	55	50	70-140	**120**

Пастбищная доильная установка имеет отделение для доения и молочное отделение. Она состоит из мобильной платформы, станочного оборудования, вакуум-провода с вакуумной станцией, молокопровода с молокоприемником, дозаторов, устройств управления доением, устройства промывки с автоматом промывки, линии подкормки животных, линии обмыва вымени, сходней, тента, бака для воды, насоса и шлангов для промывки оборудования(рисунок 2).



а)



б)

Рис. 2. Общий вид автоматизированной передвижной доильной установки а) вид сверху, б) вид с боку

Станочное оборудование типа «Елочка» расположено в 2 ряда по 6 доильных станков [5]. Поскольку ширина ряда доильных мест в стационарной доильной установке с учетом габаритов коров составляет 1,45 м, а половина ширины прицепа - 1,25 м, стойки ограждения вынесены за наружную часть прицепа, что позволило освободить примерно

100 *мм* ширины, а также изготовлено зигзагообразное переднее ограждение с переходом через осевую линию прицепа на 100 мм. Таким образом, длина стойла получилась такой же, как в стационарной доильной установке «Елочка». Для получения зигзагообразного ограждения левый ряд стойл относительно правого ряда сдвинут вперед на 600 *мм* (на половину ширины доильного места). Пол в доильных местах и проходе покрыт резиновыми ковриками.

Вакуумная линия состоит из спаренной из двух вакуумных насосов станции общей производительностью 120 $м^3/ч$, вакуум-провода из труб с условным проходом 50 мм, вакуум-регулятора, вакуумметра и штуцеров отбора вакуума. Наряду с основным вакуум-проводом диаметром 50 *мм* установка укомплектована дополнительным вакуум - проводом диаметром 25 *мм* для доения больных и новотельных коров в доильные ведра.

Молокопровод состоит из молокоприемника с молочным насосом, трубы молокопровода из нержавеющей стали диаметром 50 мм, доильных аппаратов попарного доения, сдвоенного фильтра и напорного рукава для подачи молока в молочный танк, штуцеров для подачи молока от доильного аппарата в молокопровод, устройства управления доением типа «Майстар». Для уменьшения габаритных размеров доильной установки устройства управления доением «Майстар» перенесены по ограждению внутрь зигзагообразного ограждения, а в связи с верхним расположением молокопровода счетчики перенесены вверх. «Майстры» укомплектованы пневмоцилиндрами для автоматического снятия доильных аппаратов.

Устройство промывки состоит из автомата промывки, трубопровода промывки, промывочных головок, закрепленных под кронштейном крепления доильных аппаратов. В конце установки молокопровод и труба промывочная соединены шлангом для обеспечения промывки молокопровода.

Линия подкормки животных состоит из бункеров для концентратов с приводом, кормопроводов и кормушек. Высота расположения бункеров от пола - 1600 мм. Каждый бункер разделен перегородкой. При вращении привода бункеров по часовой стрелке заполняется левый ряд кормушек, при вращении против часовой стрелки - правый. Разделение перегородкой позволяет дояркам засыпать в бункеры и подавать корм в кормушки от своих кнопок управления.

Линия обмыва вымени состоит из полимерной трубы, проложенной сверху станков, и четырех пистолетов. Вода подается из емкостей, установленных под платформой доильной установки, а также на прицепе холодильной установки, с помощью насосов.

Сходни шириной 900 *мм* на входе и 1000 *мм* на выходе, длиной до 5 м, складывающиеся, поднимаются в транспортное положение лебедками с системой блоков, имеют опоры, ограждения и катки.

Тент с каркасом. Участки тента в рабочем положении поднимаются вверх, образуя крышу для защиты обслуживающего персонала от непогоды.

Такая конструкция доильной установки позволяет быстро проводить ее подготовку к доению (опускание сходен с помощью лебедок, установку заземлителей), подключение доильных аппаратов (как и у обычной установки «Елочка»), автоматическое доение с одновременным транспортированием молока в молочное помещение, замер количества выдоенного молока от каждой коровы за одно доение, выполняемое устройствами управления доением «Майстар», групповой учет молока, выдоенного каждым оператором, выполняемый дозаторами молока и счетчиками УММ-2, фильтрацию молока, автоматическую промывку и дезинфекцию доильной установки.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что данная доильная установка, исходя из производительности, автоматизации процессов доения и промывки, возможности сохранения качества молока путем доения здоровых и больных коров в разные емкости, индивидуального и группового учета молока, сохранения стереотипа

доения, применения подогретого моющего раствора и автоматического дозирования моющих компонентов, позволит с минимальными издержками выполнять процесс доения на пастбищах, в летних лагерях и на фермах.

Литература

1.Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] Минск 1998-2018 URL:http://www.belstat.gov.by/ (Дата обращения 16.03.2018)
2.Дашков В.Н., Антошук С.А., Захаров В.В. К вопросу совершенствования передвижных доильных установок.//Материалы XVI Международного симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных (Минск-Гомель 27-29 июня 2012г.).-Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации с/х.,2012 г. С. 136-142.
3.Дашков В.Н., Антошук С.А., Захаров В.В. Обоснование требований к управляемому вакуумному режиму передвижной доильной установки.// Научно- технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы международной научно-технической конференции (Минск 10-11 октября 2012 г.): в 3-х т.- Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации с/х.-2012 г. – Т. 3.- С. 150-155.
4.Китиков В.О., Антошук С.А., Сорокин Э.П. Результаты исследований и разработки оборудования для автоматизированного доения коров на пастбищах.// Научно - технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы международной научно-технической конференции (Минск 16-17 октября 2013 г.): в 3-х т.- Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации с/х.-2013 г. – Т. 2.- С. 26-32.
5. Руководство по эксплуатации. Мобильная доильная установка МДУ-12. ОАО «Ивановский райагросервис» г. Иваново, 2013. - 54 с.

86. Ю.А. Башко, «РУП научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», С.А. Костюкевич, , к.с-х.н., доцент, В. Захаров, «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН САМОХОДНОГО СМЕСИТЕЛЯ РАЗДАТЧИКА КОРМОВ

В себестоимости продукции животноводства 50-80% составляют расходы на корма. Поэтому одним из основных направлений повышения конкурентоспособности отечественной продукции животноводства является снижение себестоимости ее производства за счет эффективного использования кормовых ресурсов.

Для приготовления и раздачи кормов применяются как серийно выпускаемые машины, так и оригинальные разработки. В Европе насчитывается около 30 производителей, выпускающих комбинированные машины и агрегаты для приготовления кормов на основе инновационных научно-технических решений [1].

Разработанный ОАО АМКАДОР совместно с РУП НПЦ НАН по механизации сельского хозяйства и ОАО Бобруйскагромаш самоходный смеситель-раздатчик кормов ССР-12 (рисунок 1), одним из главных достоинств которого стало автономность передвижения, загрузки, смешивания и раздачи кормовых смесей высокой энергии питательных, биологически активных веществ. Для этого конструктора и разработчики позаботились о качественной, быстрой загрузке кормов, а так же смешивания и доизмельчения поступивших кормов в бункер и равномерную раздачу получившегося сбалансированного рациона кормосмеси крупному рогатому скоту в кормушки.

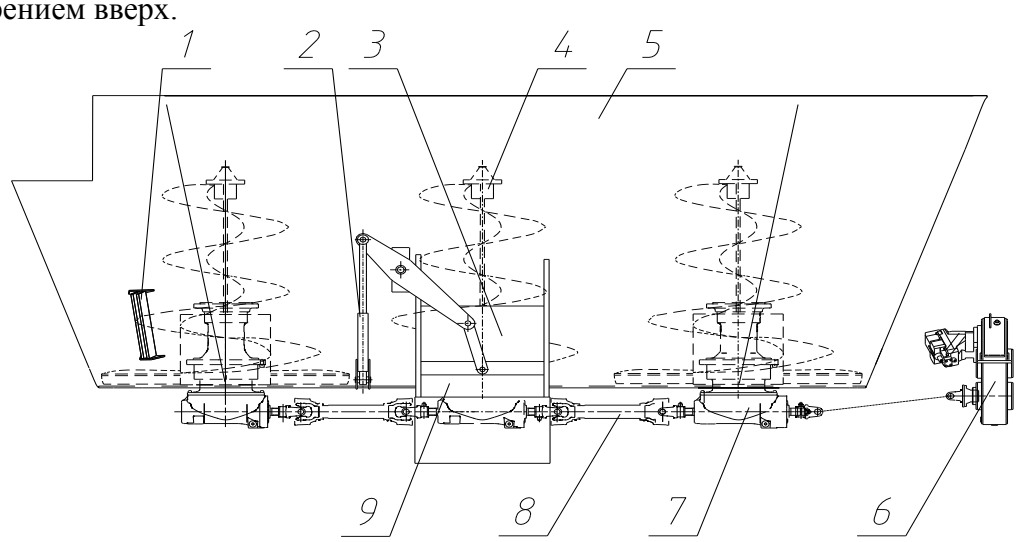
1 - шасси Амкодор; 2 – бункер; 3 – фреза; 4 - конвейер.

Рис. 1. Общий вид смесителя-раздатчика кормов самоходного ССР-12

Смеситель-раздатчик кормов самоходный ССР-12 (в дальнейшем смеситель-раздатчик) предназначен для самозагрузки стебельчатых (силос, сенаж, сено, солома), сыпучих (концентрированный корм, плющеное зерно) кормов с измерением их массы, смешивания всех кормовых компонентов и нормированной раздачи кормовой смеси животным на фермах КРС с поголовьем в 600 и более голов.

Смеситель-раздатчик состоит из шасси 1, бункера 2 с тремя шнеками, загрузочного устройства, в составе которого фреза 3 и конвейер 4 [2].

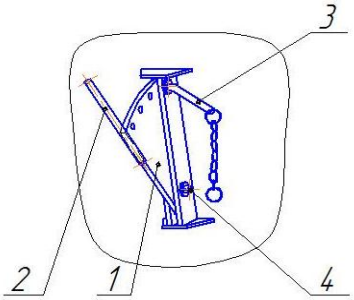
Бункер предназначен для загрузки различных компонентов грубых кормов, смешивания, измельчения и последующей выгрузки готовой кормовой смеси. Бункер представляет сварную конструкцию (рисунок 2), в горизонтальной плоскости имеет овальную форму, а в вертикальной поперечной плоскости – призматическую форму с расширением вверх.



1 – противорежущие пластины; 2 – гидроцилиндр шибера;
3 – шибер; 4 – шнек; 5 – бункер; 6 – редуктор привода шнеков;
7 – редуктор шнека; 8 – карданный вал; 9 –лоток выгрузной (с левой стороны).

Рис. 4.2. Бункер (вид слева)

Для регулировки параметров измельчения и смешивания бункер оборудован двумя противорезами. Чтобы при перемешивании достичь оптимального результата, противорезы, в зависимости от смешиваемого материала, вводятся в бункер или выводятся из него. В соответствии с рисунком 3 противорез состоит из противорежущей пластины 1 и ручки 2. Для фиксирования противореза в определенном положении применяется палец 3.



1 – противорежущая пластина; 2 - ручка; 3 – палец; 4 – опора.

Рис. 3. Противорез

За время работы на молочно-товарных фермах Республики Беларусь смесителя раздатчика кормов выявился следующий недостаток машины:

- ввиду наличия трех вертикальных шнеков с 10-ю ножами сегментной формы (рисунок 4) на каждом, при смешивании сухих кормовых компонентов со структурой средней длины (до 100 мм) и 5–ю ножами для кормов с повышенной влажностью устанавливаемыми через один начиная с нижнего, недостаточно доизмельчался корм. В общей массе кормосмеси до 15 % длина грубостебельных, а так же сочных кормов превышала 100 мм, что плохо влияет по зоотехническим нормам на поедаемость и перевариваемость кормосмеси, уменьшая при этом надои молока от животных в целом по ферме.

С целью повышения поедаемости кормосмеси (увеличения качества измельчения кормовой массы), а так же уменьшения удельной энергоемкости процесса смешивания и доизмельчения массы в смесителе раздатчике кормов. Нами была предложена другая форма ножевого сегмента (рисунок 5)

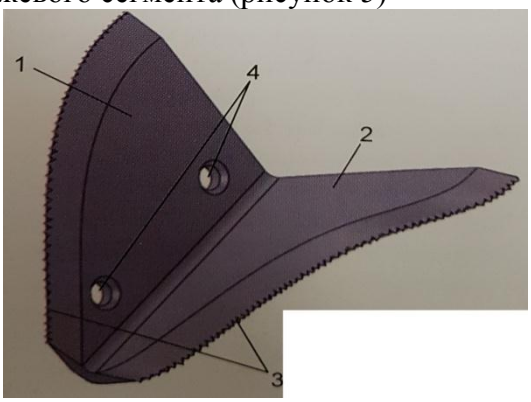


Рис. 5. Двухплоскостной ножевой сегмент **Рис. 4. Плоский ножевой сегмент**

1 – горизонтальная плоскость ,2 – вертикальная плоскость,3 – режущая кромка, 4 – отверстия для крепления

В результате установки двухплоскостных ножевых сегментов криволинейной формой кромки лезвия ножа, в которых обьеденены вращательное и поступательное движения ножа со скользящим многоплоскостным резанием, наличие кривизны у режущей кромки лопастей дает возможность захвата корма, постепенного его уплотнения и плавного перерезания. Предлагаемый рабочий орган с новыми режущими сегментами посравнению с заводскими ножами имеют следующие преимущества :

- Воздействие на материал в различных направлениях ввиду хаотичной ориентации стеблей в кормовом монолите (многоплоскостное резание, в частности, продольно-поперечное)

- Улучшение качества измельчения согласно зоотехническим нормам

- Сокращение совокупности потребляемой энергии при измельчении и времени смешивания кормовой смеси повышенной влажности на 8%[3].

Режущий сегмент воздействует на кормовой материал следующим образом. Корм, подлежащий измельчению, попадая на зубчатую режущую кромку 3 (рисунок 4) горизонтальной плоскости 1 вначале уплотняется до определенного предела, а затем перерезается. При уплотнении корма возникает боковая сила , которая совпадает по направлению с боковым усилием, возникающим при резании, в результате чего возрастает доля скользящего резания и , как следствие, снижение расхода энергии на измельчение корма. Мелкозубчатая режущая кромка 3 вертикальной плоскости 2 захватывает кормовой материал, уплотняет его до определенного предела и за счет скольжения по зубчатой кромке перерезает его.

С учетом того, что часть передаваемого усилия на входе режущего сегмента в кормовую массу гасится дуговым профилем его лопасти снижаются ударные нагрузки вибрации, а следовательно, повышается срок службы измельчителя.

Литература

1. Китун, А.В. Машины и оборудование в животноводстве : учеб. пособие А.В. Китун, В.И. Передня. Н.Н. Романюк- Минск : ИВЦ Минфина, 2016.-382 с.

2.Ю.А. Башко, И.А. Ступчик .Руководство по эксплуатации ССР-12 00.00.000 РЭ РУП НПЦ НАН Беларуси Мн.- 2016г.34 с.

3.Фролов В.Ю. К вопросу совершенствования работы кормораздатчиков с вертикальным шнековым рабочим органом: статья / В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х.Журтов. – Техника и оборудование для села № 4 .-2015г. 40-41с.

4.Вагин Ю.Т. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства: Учебное пособие: 2 изд. / Вагин Ю.Т., Добышев А.С., Курдеко А.П. .; Под общ. ред. Ю.Т.Вагина Мн.:ИВЦ Минфина-2013г.-640 с.

87. О.В. Бондарчук, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

СТИМУЛИРОВАНИЕ ПРОРАСТАНИЯ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ВЫСОКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

Из-за расхода сухих веществ на развитие ростков, корешков и дыхание зародыша производство солода связано с их значительной потерей. Эти процессы взаимозависимы, и подавление дыхания неизбежно вызывает торможение роста. Поэтому способы стимулирования прорастания пивоваренного ячменя связаны, прежде всего, с факторами, влияющими на эти процессы [1].

В настоящее время существуют различные химические и биологические способы воздействия на зерно для повышения экстрактивности солода:

- перезамачивание зерна;
- использование активаторов роста и ингибиторов при проращивании;
- добавление в замочную воду щелочных растворов ускоряющих процесс замачивания ячменя;
- введение отдельных ферментов или их комплексов в замочную воду.

В практическом отношении представляет интерес воздействие на ячмень переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности [2].

Наши исследования показали, что при обработке ячменя переменным неоднородным электрическим полем напряженностью 1,2-1,3 МВ/м [3] происходит увеличение амилолитической активности солода в процессе солодоращения на пятые сутки в среднем на 40%, и сокращение времени солодоращения на 1-2 суток.

Исследования по определению энергии прорастания, длины и количества корешков, а также амилолитической активности солода проводились в НИАЛ БГАТУ согласно [4] и технологическому графику для получения солода из пивоваренного ячменя по методу Виндиша-Кольбаха.

1. Определение энергии прорастания, длины и количества корешков. Были отобраны восемь проб по 500 зерен каждая. Из них четыре образца контрольных и четыре экспериментальных. Активацию роста семян осуществляли с помощью неоднородного электрического поля высокой напряженности.

Первое исследование проводилось через 36 часов, второе - через 48 часов, третье - через 60 часов и последнее - через 72 часа после начала эксперимента.

Энергию прорастания каждой аналитической пробы (X) вычисляли по формуле, %:

$$X = \frac{500 - n}{500} \cdot 100, \quad (1)$$

где n – количество не проросших зерен, шт.

500 – количество зерен в аналитической пробе, шт.

Количество проросших корешков определяли путем подсчета в каждой проросшей зерновке. Длину корешков измеряли линейкой. Затем высчитывали среднее количество корешков и среднюю их длину в каждой аналитической пробе. Данные по энергии прорастания, среднему количеству и средней длине корешков приведены в таблице 1 по средним показателям за три эксперимента.

Таблица 1. Энергия прорастания, среднее количество и средняя длина корешков.

Показатели	Контрольная проба				Опытная проба			
	36ч	48ч	60ч	72ч	36ч	48ч	60ч	72ч
	Средние значения за три эксперимента							
Энергия прорастания, %	37,8	63,1	83,7	85,0	52,1	74,8	84,9	86,0
Средняя длина, мм	1,06	3,24	5,43	8,41	1,26	3,96	5,97	8,69
Среднее количество, шт	0,54	1,5	2,84	3,33	0,82	1,78	3,23	3,61

Достоверность различия при данном числе наблюдений через 36 часов после начала эксперимента определили, применив разностный метод обработки результатов, заключающийся в сравнении различия в энергии прорастания, длине и количестве корешков [4]. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Разностный метод обработки результатов.

Образцы	Контрольные	Опытные	Разность	Д	$Д^2$
Энергия прорастания через 36 часов, %					
1	16,6	37,8	+21,2	+6,9	47,6
2	48,6	61,2	+12,6	-1,7	2,9
3	48,2	57,2	+9	-5,3	28,1
Σ	113,4	156,2	42,8	-	78,6
M	37,8	52,1	14,3	-	-
Длина корешков через 36 часов, мм					
1	0,288	0,766	+0,478	+0,058	0,0034
2	0,972	1,14	+0,168	-0,252	0,0635
3	1,932	2,548	+0,616	+0,196	0,0384
Σ	3,192	3,78	1,262	-	0,10532
M	1,06	1,26	0,42	-	-
Количество корешков через 36 часов, шт					
1	0,176	0,458	+0,282	+0,001	0,000001
2	0,854	1,246	+0,392	+0,111	0,012321
3	0,582	0,750	+0,168	-0,113	0,012769
Σ	1,612	2,454	0,842	-	0,025091
M	0,537	0,818	0,281	-	-

Д - отклонение от средней разности.

Значение средней ошибки определяем по формуле:

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum Д^2}{(n-1)n}}, \qquad (2)$$

где n – количество экспериментов.

Показатель существенности разности:

$$t = \frac{M}{m}. \qquad (3)$$

Для энергии прорастания

$$m = \pm\sqrt{\frac{78,6}{6}} = \pm 3,62;$$

$$t = \frac{14,3}{3,62} = 3,95.$$

$t_{st} = 3,182$ при вероятности возможной ошибки P<0,05. Из расчетов следует, что применение неоднородного переменного электрического поля высокой напряженности для обработки ячменя достоверно (P<0,05) увеличивает энергию прорастания, длину и количество корешков через 36 часов после начала эксперимента.

Аналогично производили расчеты для длины и количества корешков.

2. Определение амилолитической активности солода. Отбирались пробы: контроль; ячмень, обработанный неоднородным электрическим полем высокой напряженности до замачивания; ячмень, обработанный тем же способом после замачивания.

Одним из основных требований, предъявляемых к пивоваренному солоду, является его быстрая самоосахариваемость. Поэтому, и о качестве свежепроросшего солода можно в достаточной степени судить по активности его амилолитических ферментов.

Амилолитическая активность солода выражается количеством мальтозы (в г), образовавшейся из крахмала под действием ферментов 100 г солода.

Средние результаты за эксперименты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Средние результаты экспериментов.

№ образца	Характеристика образца	Амилолитическая активность (в условных единицах Виндиша-Кольбаха), ед./г			
		24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
1	Зерно* без обработки **(контроль)**	177,22	175,1	243,32	283,0
2	Зерно*, обработанное за 20 часов до замачивания	173,49	214,8	**306,5**	**424,0**
3	Зерно*, обработанное после замачивания	208,81	192,46	273,75	351,0

Зерно* – ячмень пивоваренный, сорт «Атаман»: крупность -84%, влажность – 14,1%, содержание белка – 11,38%.

Достоверность различия при данном числе наблюдений через 96 часов после начала эксперимента определили, применив разностный метод обработки результатов [4].

По результатам экспериментов видно, что стимулирование прорастания пивоваренного ячменя с помощью переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности увеличивает энергию прорастания, длину и количество корешков. Наиболее значительно это заметно через 36 часов после начала исследования, так как энергия прорастания на 38% превышает контрольное значение, среднее количество корешков на 52%, а средняя длина корешков на 19%.

Предлагаемый способ увеличивает амилолитическую активность солода. Наиболее значительно это заметно при обработке ячменя перед замачиванием, так как содержание

мальтозы через 72 часа после начала солодоращения составляет в среднем 306,5ед./г., а через 96 часов – 424ед./г., что соответствует амилолитической активности светлого и темного солода соответственно. А содержание мальтозы в контрольном образце ни через 72 часа – 243,32 , ни через 96 часов – 283ед/г не соответствует требуемым значениям. Что позволяет сократить сроки солодоращения в среднем на 40%.

Литература

1. Хорунжина С.В. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива. – М.: Колос, 1999. – 312 с.: ил.(Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
2. Электротехнология/ В.А. Карасенко, Е.М. Заяц, А.Н. Баран, В.С. Корко. – М.: Колос, 1992. – 304с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений).
3. В.А. Пашинский. Стимулирование прорастания пивоваренного ячменя. / В.А. Пашинский, О.В. Бондарчук // Агропанорама, №6, 2008. – С. 26-29.

Косминский Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. Лабораторный практикум по техническому контролю производства. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998, - 352 с.

88. Р.О. Крупич, Р.С. Шевчук, д.с.-г.н., доцент, О.М. Крупич, Львівський національний аграрний університет

ГОСПОДАРСЬКИХ ВИПРОБУВАНЬРУЧНОГО ВІБРОУДАРНОГО СТРУШУВАЧА ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ

Господарські випробування модернізованого ручного віброударного струшувача плодів проводились на базі Придністровської дослідної станції садівництва Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України (НААНУ) в садах волоського горіха сортів Буковинський 1, Чернівецький 1 і Яблунівський (рис.1.) [1-3].

Рис. 1. Модернізований ручний віброударний струшувач під час знімання горіхів

В конструкції струшувача реалізовано всі рекомендації отримані з результатів теоретичних і експериментальних досліджень (рис.2.).

Збір врожаю проводився за двофазною технологією, тобто горіхи струшувалися на попередньо підготовлене міжряддя саду або на розстелену вловлювальну поверхню. Працівник-збирач відповідно до розмірів дерев і розмірної групи скелетних гілок налаштовує струшувач на основні режими та умови роботи: встановлює початковий зазор між ковзними чашками ударного механізму; визначає частоту струшування, що змінюється важільцем паливоподачі в двигун внутрішнього згоряння та обмежується регулювальним диском змонтованого на задній рукоятці та місце захвату гілки першого

чи другого порядків. Підходить до скелетної гілки та визначає її місце захоплення; накидає вилчастий захват на гілку так щоб штанга струшувача була перпендикулярна до її повздовжньої осі і збільшує паливоподачу до забезпечення необхідної частоти струшування. Скелетній гілці передавались віброударні збурювальні зусилля, під дією яких генерувались агротехнічно необхідні прискорення струшування, горіхи осипались на землю і в подальшому підбирались та затарювались в ящики чи контейнери.

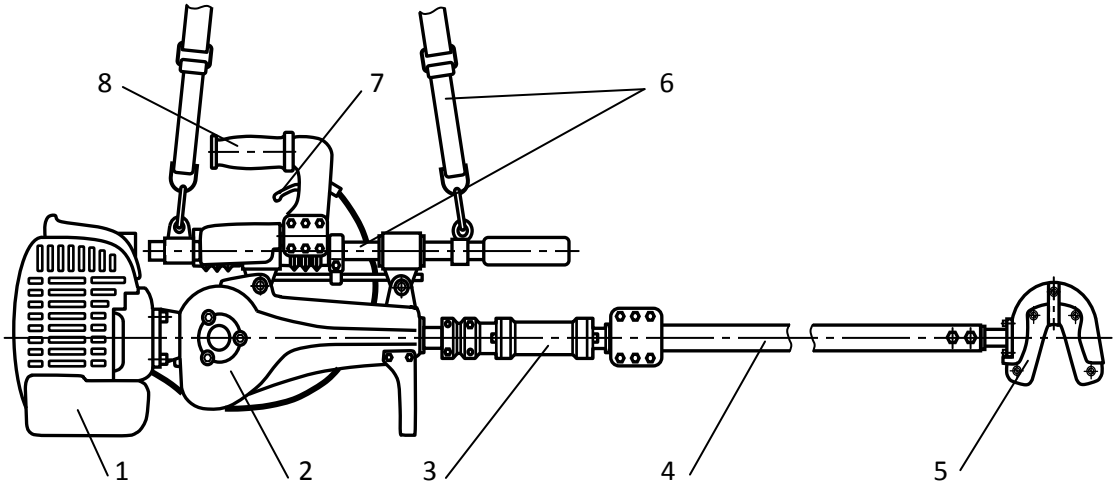


Рис. 2. Модернізований ручний віброударний струшувач волоських горіхів: 1 – двигун внутрішнього згоряння; 2 – збурювач вібраційних коливань; 3 – ударний механізм; 4 – штанга; 5 – вилчастий захват; 6 – механізм утримання і управління струшувачем; 7 – важілець управління системою подачі палива двигуна внутрішнього згоряння; 8 – рукоятка

Випробування проводились на деревах віком від 10 до 40 років в програму яких входило визначення повноти знімання горіхів, пошкодження кори в місці захвату гілки та наявність обламаних плодових гілочок, розрахунок продуктивності струшувача.

Пошкодження кори гілок оцінювалися за тріщинами, сколюваннями та здираннями, вм'ятинами та потемнінням зони контакту гумової подушки захвату з гілкою.

Хронометражем визначались затрати часу на знімання горіхів з однієї плодової гілки, тобто на: пошук місця захвату гілки; захват гілки; струшування горіхів; вивільнення гілки; переміщення до наступної скелетної гілки [4].

Сумарний час на обробку одного дерева розраховувався за формулою

$$t_{дер} = t_{зн}\, n + t_{п} + t_{відп},$$

де $t_{зн}$ – затрати часу за знімання горіхів з однієї скелетної гілки, хв;

n – кількість скелетних гілок на дереві, що обробляються, хв;

$t_{п}$ – підготовчий час, затрати часу на технічний огляд струшувача, підготовку до роботи, періодичне заливання палива в бачок, хв;

$t_{відп}$ – перерви на короткочасний відпочинок та перехід до наступного дерева, хв;

Експерименти проводилися на режимах та умовах роботи струшувача, що забезпечували 98 % знімання горіхів та визначені на основі теоретичних та експериментальних досліджень. Тобто, для скелетних гілок двох розмірних групи з діаметром в основі $D_г$ = 50 – 70 мм при відстані захвату $\ell_г$ = 1,25 – 1,75 м та $D_г$ = 70 – 90 мм при $\ell_г$ = 1,75 – 2,25 м. В ударному механізмі початковий зазор між ковзними чашками Δ_0 встановлювався дискретно 5, 7,5 та 10 мм, а частота струшування ω_c змінювалась в межах від 40 до 100 рад/с.

В ході господарських випробувань були встановлені технічні характеристики ручного віброударного струшувача плодів:

- продуктивність при збиранні волоських горіхів, дерев/год – 5-10;
- діаметр захоплюваних гілок, мм – 25-70;
- частота струшування, рад/с – 40-100;
- зазор в ударному меха- нізмі, мм – 5-10;
- повнота збирання волось- ких горіхів, % – 95-98;
- приводиться двигуном внутрішнього згоряння потужністю, кВт – 1,5;
- витрата палива, г/дерево – 20-30.

Господарські випробування ручного віброударного струшувача волоських горіхів забезпечують якісну оцінку його роботи та підтвердження основних теоретичних та експериментальних досліджень, а також визначення продуктивності.

Бібліографічний список джерел

1. Буряк, В. Грецький горіх / В. Буряк, В. Пахно // Сад, виноград і вино України. - 2014. - № 1/3. - С. 18-19.
2. Стрела, Т. Е. Орех грецкий : справочное пособие / Т. Е. Стрела; . - К. : Наукова думка, 1990. - 192 с.
3. Затоковий Ф. Т. Сорт грецького горіха Яблунівський / Ф. Т. Затоковий, В. І. Сайко, Л. Ф. Сатіна // Аграрна наука - виробництву. – 2013. – № 4. – С. 22.
4. Рибарук В.Я. Сільськогосподарські машини: Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів/ В.Я. Рибарук, І.І. Ріпка. – Львів: ЛДАУ. 1998. – 264 с.

89. А.М. Лисюк, В.М. Ночвай, к.т.н., доцент, Житомирський державний технологічний університет

ВІДНОВЛЕННЯ СПРАЦЬОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРА Т-150

Раціональні методи відновлення та зміцнення спрацьованих деталей тракторів – ефективний шлях здешевлення ремонту і підвищення якісних характеристик відновлених виробів. Їх вибір визначається величиною спрацювання деталі, її твердості, конфігурацією, розмірами та умовами роботи. Вченими розроблені ряд методів зміцнення нових і відновлення спрацьованих деталей. Найбільш ефективними з них є газотермічні методи нанесення покриттів. При виконанні ремонту пластин коробок преса вибрано метод електродугової металізації з використанням дротів марок: Нп-Г13А, Нп-40Х13. Твердість покриттів становить 24 HRC_e, 44 HRC_e відповідно [1, с. 37].

Відмітною рисою методу газополуменевого напилювання покриттів є простота, мобільність та невисока вартість основного та допоміжного обладнання. Автором роботи [2, с. 353] при виконанні ремонту газорозподільного вала двигуна внутрішнього згорання для розробки покриттів використано порошок марки ПГ-10Н01 та застосовано пальник ГН-2. Метод газополуменевого напилювання покриттів з використанням порошку марки ПГ-10Н01 застосовано також при виконанні ремонту валу ротора турбокомпресора типу ТКР-11Н-1 [3, с. 105]. При використанні порошків ПГ-10Н01, ПГ-12Н02 отримують покриття твердістю 55…62 HRC_e, 45…54 HRC_e відповідно [4, с. 6].

В результаті дослідження трактора Т-150 встановлено, що його деталі спрацьовуються нерівномірно, товщина спрацьованого шару деталей коливається від 1,5 до 2,0 міліметрів. Крім того, термін служби деталей знаходиться в межах від 12 до 18 місяців (табл. 1).

Приймаючи до уваги величину спрацювання деталей, їх твердість, конфігурацію, розміри з метою відновлення спрацьованих деталей трактора застосовано методи газополуменевого напилювання покриттів (ГНО) та електродугової металізації (ЕДМ). Для отримання покриттів вибрано порошок марки ПГ-12Н02 та дріт Нп-40Х13 (табл. 2). Для нанесення зносостійких покриттів вибрано основне обладнання: комплекс для металізації КДМ-2, установку газополуменевого напилювання мод. Л5405А, маніпулятор обертання деталі КНПА-1,2М, установку абразивноструменевої обробки деталей.

Таблиця 1

Номенклатура спрацьованих деталей трактора Т-150

№ з/п	Назва деталі (шифр креслення деталі)	Маса деталі, кг	Габаритні розміри, мм		Матеріал деталі	Спрацювання деталі, мм
			довжина	діаметр		
1.	Вал коробки зміни передач (150.37.104)	7,9	450	55	Сталь 25ХГТ	2,0
2.	Вал коробки зміни передач (150.37.037)	12,75	800	55	Сталь 40Х	2,0
3.	Вал коробки зміни передач (150.37.310)	8,0	350	100	Сталь 45	2,0
4.	Вал редуктора колісного (151.39.101)	15,5	1200	50	Сталь 38ХГС	2,0
5.	Вал опори задньої (150.36.104)	8,2	450	65	Сталь 38ХГС	2,0
6.	Вал-шестерня (150.38.103)	7,0	350	70	Сталь 20ХН3А	1,5
7.	Палець моста переднього (125.72.155)	1,1	200	30	Сталь 18ХГТ	2,0
8.	Вісь рами (151.30.045)	3,65	150	60	Сталь 30	1,5

Розроблений технологічний процес відновлення спрацьованих деталей складається з наступних основних операцій: підготовка порошку (дроту), підготовка деталей, нанесення покриття, механічна обробка відновленої поверхні, вихідний контроль.

Підготовка деталі полягає в знятті нерівномірного спрацювання поверхні деталі, знежирювання поверхні, формуванні шорсткості поверхні шляхом струменевої обробки.

Процес напилювання покриттів необхідно вести нормальним типом полум’я.

Таблиця 2

Матеріали покриттів та методи їх нанесення

№ з/п	Назва деталі (шифр креслення деталі)	Метод нанесення покриття	Марка матеріалу покриття	Твердість покриття
1.	Вал коробки зміни передач (150.37.104)	ГНО	Порошок ПГ-12Н02	45…54 HRC_e
2.	Вал коробки зміни передач (150.37.037)	ГНО	Порошок ПГ-12Н02	45…54 HRC_e
3.	Вал коробки зміни передач (150.37.310)	ЕДМ	Дріт Нп-40Х13	44 HRC_e
4.	Вал редуктора колісного (151.39.101)	ГНО	Порошок ПГ-12Н02	45…54 HRC_e
5.	Вал опори задньої (150.36.104)	ЕДМ	Дріт Нп-40Х13	44 HRC_e
6.	Вал-шестерня (150.38.103)	ЕДМ	Дріт Нп-40Х13	44 HRC_e
7.	Палець моста переднього (125.72.155)	ГНО	Порошок ПГ-12Н02	45…54 HRC_e
8.	Вісь рами (151.30.045)	ЕДМ	Дріт Нп-40Х13	44 HRC_e

Встановлення типу полум’я візуально по зовнішньому виду приводить до значних похибок. Тому для отримання нормального типу полум’я пальника застосовано розроблений метод та засіб контролю витрат кисню, які відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та горючого газу в пальній суміші пальника, який полягає в тому, що при незмінних витратах горючого газу витрати кисню збільшують з кроком h і визначають величину витрат кисню за спадом до нуля величини потоку випромінювання сажового вуглецю за межами ядра полум’я [5, с. 115-118].

Токарна обробка покриттів. (Режими чорнової обробки покриттів: V = 20...25 м/хв; S = 0,15…0,2 мм/об; t = 0,3…0,4 мм; матеріал інструменту – тверді сплави, ВК3, ВК4, гексаніт; режими фінішної обробки покриттів: V = 25...30 м/хв; S = 0,1…0,15 мм/об; t = 0,15…0,2 мм; матеріал інструменту – тверді сплави, гексаніт, ельбор-Р) [6, С. 3].

Режими шліфування: швидкість круга $V_к$ = 25...30 м/с; швидкість деталі $V_{дет}$ = 10...20 м/хв; глибина різання t = 0,015...0,030 мм; подача S = 5...10 мм/об).

Вихідний контроль. (Візуальний огляд; контроль твердості покриттів; контроль розмірів та форми вала; контроль шорсткості поверхонь).

Виробничі випробування показали, що ресурс роботи деталей з напиленими покриттями збільшується в 1,5...2 та більше разів.

Розроблена технологія ремонту та зміцнення деталей трактора Т-150 може бути застосована при виконанні ремонту деталей тракторної техніки інших моделей.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ночвай В.М. Рішення задачі надійності в процесі ремонту пластин коробок преса силікатної цегли // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – Житомир, 2017. – № 1 (79). – С. 36–40.
2. Ночвай В.М. Забезпечення надійності в процесі ремонту газорозподільного вала двигуна внутрішнього згорання // Вісник НУБіП / Техніка та енергетика АПК. – Київ, 2017. – № 258 – С. 351–358.
3. Ночвай В.М. Підвищення надійності в процесі ремонту ротора турбокомпресора двигуна внутрішнього згорання // Вісник ВПІ / Серія: Машинобудування і транспорт / – Вінниця, 2017. – № 3 (132). – С. 104–108.
4. Коломенцев А. Г. Опыт восстановления деталей газотермическими методами : обзорн. информ. / Коломенцев А. Г., Голубев И. Г., Свищев В. И. – М. : ЦНИИТЭИ, 1985. – 40 с.
5. Ночвай В.М., Петрук В.Г. Метод та засіб контролю витрат кисню пальника за потоком випромінювання полум’я : моногр. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 168 с.
6. Повышение производительности механической обработки изделий с износостойкими газотермическими покрытиями [Текст] : информационный листок / ЖЦНТИ. – Житомир, 1985. – 4 с.

90. М.О. Стецюк, В.М. Ночвай, к.т.н., доцент, Житомирський державний технологічний університет

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Існує багато різних технологічних методів відновлення спрацьованих деталей, таких як: механічна і слюсарно-механічна обробка; зварювання і наплавлення; металізація; електролітичне і хімічне нарощування; пластичне деформування; електричні методи; застосування при ремонті деталей полімерних матеріалів [1, с. 185].

Важливе місце серед них займає метод газополуменевого напилювання покриттів. Зокрема, цей метод застосовують з використанням пальника ГН-2 та порошку ПГ-10Н01 при виконанні ремонту валу ротора турбокомпресора типу ТКР-11Н-1 [2, с. 105] і при виконанні ремонту газорозподільного вала двигуна внутрішнього згорання [3, с. 353].

Приймаючи до уваги результати проведених досліджень деталей, приведених в таблиці 1, (величину спрацювання деталей, їх твердість, конфігурацію, розміри), задача відновлення спрацьованих деталей може бути вирішена застосуванням методу газополуменевого напилювання покриттів.

Таблиця 1

Номенклатура спрацьованих деталей сільськогосподарської техніки

№ з/п	Назва деталі (шифр креслення деталі)	Габаритні розміри, мм		Матеріал деталі	Спрацювання деталі, мм	Термін служби, міс.
		довжина	діаметр			
1.	Валик вилки двигуна СМД-14 (0162)	415	25	Сталь 45	0,21	12
2.	Вісь коромисла двигуна СМД-14 (06018)	275	24	Сталь 45	0,02…0,08	12
3.	Палець проміжної шестерні двигуна СМД-14 (2125)	100	40	Сталь 45	0,12	12
4.	Вісь сателіта заднього моста трактора МТЗ-5, ЮМЗ-6 (36-2403026)	86	30	Сталь 20Х	2,0	18
5.	Вал жатки сінозбирального комбайна (020615700)	1000	30	Сталь 40	1,0	12
6.	Вал проміжний сінозбирального комбайна (0203436400)	1940	50	Сталь 45	1,0…1,5	12
7	Ротор турбокомпресора двигуна СМД-60 (111.30006.20)	184	18	Сталь 45 Сталь 50Г	0,27	6…12

Для отримання покриттів із заданими властивостями вибрано самофлюсівні порошки марок ПГ-10Н01, ПГ-12Н01, ПГ-12Н02. Твердість напиленого шару покриття становить 55…62 HRC_e, 35…44 HRC_e, 45…54 HRC_e відповідно [4, с. 6].

Розроблений технологічний процес відновлення спрацьованих деталей, приведених в таблиці 1, методом газополуменевого напилювання складається з наступних основних операцій: підготовка порошку, підготовка деталей, нанесення покриття, механічна обробка відновленої поверхні, вихідний контроль.

Підготовка порошку полягає в просушуванні його при температурі 130…150 °С на протязі 2…3 годин з наступним розділенням на фракції на установці мод. 029.

Підготовка деталі для напилювання покриття полягає в знятті шару металу нерівномірного спрацювання поверхні деталі, знежирювання поверхні, активації і формуванні шорсткості поверхні із застосування струменевої обробки поверхонь корундом в герметичній камері при тиску стиснутого повітря 0,5…0,6 МПа і відстані сопла пістолета до оброблюваної поверхні 80…100 мм.

Для нанесення покриттів на деталі застосовано наступне основне обладнання: маніпулятор обертання деталі мод. КНПА-1,2М, газополуменеві пальники ГН-2 та ГАЛ-6.

До складу операції напилювання входить попереднє нагрівання деталі до температури 250…300 °С, нанесення шару покриття на поверхню деталі з врахуванням припуску на механічну обробку 0,5…1,0 мм, оплавлення напиленого покриття.

Процес напилювання покриттів необхідно вести нормальним типом полум’я. Встановлення типу полум’я візуально по зовнішньому виду приводить до значних похибок. Тому для отримання нормального (нейтрального) типу полум’я газового пальника необхідно застосовувати розроблений метод та засіб контролю витрат кисню, які відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та горючого газу в пальній суміші пальника, який полягає в тому, що при незмінних витратах горючого газу витрати кисню збільшують з кроком h і визначають величину витрат кисню за спадом до нуля величини потоку випромінювання частинок сажового вуглецю за межами ядра полум’я [5, с. 35-36; 6, с. 51; 7, с. 115-118].

Токарна обробка покриттів. (Режими чорнової обробки покриттів: V = 20...25 м/хв; S = 0,15…0,2 мм/об; t = 0,3…0,4 мм; матеріал різального інструменту (РІ) – тверді сплави, гексаніт; режими фінішної обробки покриттів: V = 25...30 м/хв; S = 0,1…0,15 мм/об; t = 0,15…0,2 мм; матеріал РІ – тверді сплави, гексаніт, ельбор-Р) [8, с. 3].

Обробка шліфуванням. (Корундові круги на м'якій основі зернистістю 46-60 марки Е60СМ; режими шліфування: швидкість круга $V_к$ = 25...30 м/с; швидкість деталі $V_{дет}$ = 10...20 м/хв; глибина різання t = 0,015...0,030 мм; подача S = 5...10 мм/об.).

Вихідний контроль (візуальний огляд; контроль твердості покриттів; контроль розмірів деталі; контроль шорсткості поверхонь; контроль форми).

Виробничі випробування показали, що ресурс роботи деталей з напиленими покриттями збільшується в 1,5...2 і більше разів. Розроблена та відпрацьована технологія ремонту та зміцнення деталей сільськогосподарської техніки, приведених в таблиці 1, може бути застосована при виконанні ремонту деталей машин та агрегатів інших моделей, в тому числі імпортного виробництва.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Чабанний, В.Я. Ремонт автомобілів :навч. посіб. / В.Я. Чабанний, С.О. Магопець, О.Й. Мажейка та ін. – Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 720 с.
2. Ночвай В.М. Підвищення надійності в процесі ремонту ротора турбокомпресора двигуна внутрішнього згорання // Вісник ВПІ / Серія: Машинобудування і транспорт / – Вінниця, 2017. – № 3 (132). – С. 104–108.
3. Ночвай В.М. Забезпечення надійності в процесі ремонту газорозподільного вала двигуна внутрішнього згорання // Вісник НУБіП / Техніка та енергетика АПК. – Київ, 2017. – № 258 – С. 351–358.
4. Коломенцев А. Г. Опыт восстановления деталей газотермическими методами : обзорн. информ. / Коломенцев А. Г., Голубев И. Г., Свищев В. И. – М. : ЦНИИТЭИ, 1985. – 40 с.
5. Ночвай В. М. Метод контролю витрат кисню пальників по потоку випромінювання полум'я / В. М. Ночвай // Процеси механічної обробки в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Житомир : ЖДТУ, 2009. – № 6. – С. 30–40.
6. Ночвай В.М. Метод контролю витрат кисню пальників по потоку випромінювання полум'я при спалюванні пропан-бутану // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – Житомир, 2012. – № 2 (61). – С. 48–52.
7. Ночвай В.М., Петрук В.Г. Метод та засіб контролю витрат кисню пальника за потоком випромінювання полум'я : моногр. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 168 с.
8. Повышение производительности механической обработки изделий с износостойкими газотермическими покрытиями : информационный листок / ЖЦНТИ. – Житомир, 1985. – 4 с.

91. Р.В. Карплюк, Л.Г. Полонський, д.т.н., професор, Житомирський державний технологічний університет

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ БУРЯКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ БМ-6

Багато деталей сільськогосподарських машин виходять з ладу в результаті інтенсивного спрацювання. На підтримання роботоздатності машин загальні затрати на технічне обслуговування та ремонт перевищують затрати на їх виготовлення.

Одним із шляхів вирішення задачі підвищення надійності та довговічності сільськогосподарських машин є застосування газотермічних покриттів, які дають можливість підвищити зносостійкість і тим самим збільшити термін служби деталей, скоротити витрати нових запасних частин, металу, паливно-енергетичних і трудових ресурсів, зменшити затрати на ремонт та технічне обслуговування машини.

Важливе місце серед газотермічних методів займає метод газополуменевого напилювання покриттів. Відмітною його рисою є простота, мобільність та невисока вартість обладнання. Цей метод широко використовують в ремонтному виробництві,

зокрема, при виконанні ремонту валу ротора турбокомпресора типу ТКР-11Н-1 [1, с. 105] і газорозподільного вала двигуна внутрішнього згорання [2, с. 353].

В результаті дослідження машини БМ-6 встановлено, що її деталі спрацьовуються нерівномірно, товщина спрацьованого шару деталі коливається від 0,5 до 1,5 міліметра. Крім того, термін служби деталей знаходиться в межах від 2 до 7 місяців (табл. 1).

Таблиця 1

Деталі бурякозбиральної машини БМ-6, які швидко спрацьовуються

№ з/п	Назва деталі (шифр креслення деталі)	Маса деталі, кг	Габаритні розміри, мм		Матеріал деталі	Спрацювання деталі, мм	Термін служби, міс.
			довжина	діаметр			
1.	Вал рамки вивантажувального транспортера (БМД 14619)	18,0	1500	45	Сталь 45	1,0…1,5	6
2.	Вал рамки приймального транспортера (БМД 12621)	15,0	1250	45	Сталь 45	1,0…1,5	6
3.	Вал шліцьовий центрального редуктора (БМД 156110)	6,0	400	45	Сталь 45	1,0…1,5	6
4.	Вал редуктора (18608)	3,0	160	40	Сталь 45	0,5…1,5	7
5.	Вал різального апарата	4,0	600	30	Сталь 45	0,5	2

Приймаючи до уваги величину спрацювання деталей, їх твердість, розміри, задача відновлення спрацьованих деталей машини може бути вирішена застосуванням методу газополуменевого напилювання покриття. Для отримання покриттів із заданими властивостями вибрано порошки марок ПГ-10Н01, ПГ-12Н02. Твердість напиленого шару покриття становить 55…62 HRC_e, 45…54 HRC_e відповідно [3, с. 6]. Вибрано основне обладнання: маніпулятор обертання деталі мод. КНПА-1,2М, газополуменевий пальник ГАЛ-6.

Технологічний процес ремонту деталей методом газополуменевого напилювання складається з наступних основних операцій: підготовка порошку, підготовка деталей, нанесення покриття, механічна обробка відновленої поверхні, вихідний контроль.

Підготовка порошку: а) просушування його при температурі 130…150 °С на протязі 2…3 годин; б) розділення порошку на фракції на установці мод. 029.

Підготовка деталі: а) зняття нерівномірного спрацювання поверхні деталі; б) знежирювання поверхні; в) формування шорсткості поверхні шляхом струменевої обробки корундом в герметичній камері при тиску стиснутого повітря 0,5…0,6 МПа.

Нанесення покриття: а) попереднє нагрівання деталі до температури 250…300 °С; б) нанесення шару покриття на поверхню деталі з врахуванням припуску на механічну обробку 0,5…1,0 мм; в) оплавлення напиленого покриття.

Процес напилювання покриттів необхідно вести нормальним типом полум’я. Встановлення типу полум’я візуально по зовнішньому виду приводить до значних похибок. Тому для отримання нормального (нейтрального) типу полум’я газового пальника необхідно застосовувати розроблений метод та засіб контролю витрат кисню, які відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та горючого газу в пальній суміші пальника, який полягає в тому, що при незмінних витратах горючого газу витрати кисню збільшують з кроком h і визначають величину витрат кисню за спадом до нуля величини потоку випромінювання частинок сажового вуглецю за межами ядра полум’я [4, с. 35-36; 5, с. 75; 6, с. 51; 7, с. 115-118].

Токарна обробка покриттів: а) режими чорнової обробки покриттів: V = 20...25 м/хв; S = 0,15…0,2 мм/об; t = 0,3…0,4 мм; матеріал різального інструменту (РІ) – тверді сплави,

гексаніт; б) режими фінішної обробки покриттів: V = 25...30 м/хв; S = 0,1…0,15 мм/об; t = 0,15…0,2 мм; матеріал РІ – тверді сплави, гексаніт, ельбор-Р) [8, с. 3].

Обробка шліфуванням: а) корундові круги на м'якій основі зернистістю 46-60 марки Е60СМ; б) режими шліфування: швидкість круга $V_к$ = 25...30 м/с; швидкість деталі $V_{дет}$ = 10...20 м/хв; глибина різання t = 0,015...0,030 мм; подача S = 5...10 мм/об.

Вихідний контроль. (Візуальний огляд; контроль твердості покриттів; контроль розмірів деталі; контроль шорсткості поверхонь; контроль форми).

Виробничі випробування показали, що ресурс роботи деталей з напиленими покриттями збільшується в 1,5...2 і більше разів. Розроблена та відпрацьована технологія ремонту та зміцнення деталей машини БМ-6 може бути застосована при виконанні ремонту деталей машин та агрегатів інших моделей, в тому числі імпортного виробництва.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ночвай В.М. Підвищення надійності в процесі ремонту ротора турбокомпресора двигуна внутрішнього згорання // Вісник ВПІ / Серія: Машинобудування і транспорт / – Вінниця, 2017. – № 3 (132). – С. 104–108.
2. Ночвай В.М. Забезпечення надійності в процесі ремонту газорозподільного вала двигуна внутрішнього згорання // Вісник НУБіП / Техніка та енергетика АПК. – Київ, 2017. – № 258 – С. 351–358.
3. Коломенцев А. Г. Опыт восстановления деталей газотермическими методами : обзорн. информ. / Коломенцев А. Г., Голубев И. Г., Свищев В. И. – М. : ЦНИИТЭИ, 1985. – 40 с.
4. Ночвай В. М. Метод контролю витрат кисню пальників по потоку випромінювання полум'я / В. М. Ночвай // Процеси механічної обробки в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Житомир : ЖДТУ, 2009. – № 6. – С. 30–40.
5. Ночвай В. М. Дослідження випромінювання двофазного потоку газ - тверді частинки / В. М. Ночвай // Процеси механічної обробки в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Житомир : ЖДТУ, 2006. – № 4. – С. 69–76.
6. Ночвай В.М. Метод контролю витрат кисню пальників по потоку випромінювання полум'я при спалюванні пропан-бутану // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – Житомир, 2012. – № 2 (61). – С. 48–52.
7. Ночвай В.М., Петрук В.Г. Метод та засіб контролю витрат кисню пальника за потоком випромінювання полум'я : моногр. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 168 с.
8. Повышение производительности механической обработки изделий с износостойкими газотермическими покрытиями : информационный листок / ЖЦНТИ. – Житомир, 1985. – 4 с.

92. Б.Б. Сергієнко, Л.Г. Полонський, д.т.н., професор, Житомирський державний технологічний університет

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ККУ-2А

Багато деталей сільськогосподарських машин виходять з ладу в результаті як інтенсивного спрацювання, так і хімічного впливу навколишнього середовища. На підтримання роботоздатності машин загальні затрати на технічне обслуговування та ремонт в декілька разів перевищують затрати на їх виготовлення.

Існує багато різних технологічних методів відновлення спрацьованих деталей, таких як: механічна і слюсарно-механічна обробка; зварювання і наплавлення; металізація; електролітичне і хімічне нарощування; пластичне деформування; електричні методи; застосування при ремонті деталей полімерних матеріалів [1, с. 185]. Важливе місце серед них займають газотермічні методи нанесення покриттів, які дають можливість підвищити зносостійкість та корозійну стійкість і тим самим збільшити термін служби деталей, механізмів та конструкцій, скоротити витрати нових запасних частин, металу, паливно-енергетичних і трудових ресурсів, зменшити затрати на ремонт та технічне

обслуговування машин та обладнання. При виконанні ремонту пластин коробок преса силікатної цегли вибрано метод електродугової металізації з використанням дротів марок: Нп-Г13А, Нп-40Х13. Твердість отриманих покриттів становить 24 HRC_e, 44 HRC_e відповідно [2, с. 37].

В результаті дослідження картоплезбирального комбайна ККУ-2А встановлено, що його деталі спрацьовуються нерівномірно, товщина спрацьованого шару деталей коливається від 1,5 до 2,0 міліметрів. Термін служби деталей – 12 місяців (табл. 1).

Таблиця 1

Номенклатура спрацьованих деталей картоплезбирального комбайна ККУ-2А

№ з/п	Назва деталі	Шифр креслення деталі	Маса деталі, кг	Габаритні розміри, мм		Матеріал деталі	Спрацювання деталі, мм	Термін служби, міс.
				довжина	діаметр			
1.	Ексцентрик	ККУ-05614	2,1	120	80	Сталь 40Х	2,0	12
2.	Ексцентрик	ККУ-18618	0,51	85	80	Сталь 40Х	1,5…2,0	12
3.	Кришка ексцентрика	ККУ-05615	0,85	120	80*	Сталь 45	2,0	12
4.	Ексцентрик	ККУ-38618	0,75	92	80	Сталь 40Х	1,5	12
5.	Кришка ексцентрика	ККУ-38619	0,45	92	20*	Сталь 45	1,5	12
6.	Кришка ексцентрика	ККУ-18614	0,25	85	18*	Сталь 45	2,0	12
7.	Пруток	ОКФ-6194	0,51	55	8,5	Сталь 65Г	1,5…2,0	12

*ширина, мм.

Приймаючи до уваги величину спрацювання деталей, матеріал деталей, їх твердість, конфігурацію, розміри, задача відновлення деталей вирішена застосуванням методів газотермічного нанесення покриттів, а саме: газопорошкового наплавлення (ГПН), газополуменевого напилювання (ГНО) та електродугової металізації (ЕДМ) (табл. 2). Для нанесення зносостійких покриттів вибрано основне обладнання: електродуговий металізатор мод. ЕМ-12, джерело живлення електричної дуги ВДГ-302, маніпулятор обертання деталі КНПА-1,2М, газополуменевий пальник мод. ГН-2, система подачі стиснутого повітря, установка абразивноструменевої обробки деталей. Розроблений технологічний процес відновлення деталей газотермічними методами напилювання складається з наступних операцій: підготовка порошку або дроту, підготовка деталей, нанесення покриття, механічна обробка покриттів, вихідний контроль.

Підготовка деталі полягає в знятті нерівномірного спрацювання поверхні деталі, знежирювання поверхні, формуванні шорсткості поверхні шляхом струменевої обробки.

Процес напилювання покриттів необхідно вести нормальним типом полум’я.

Таблиця 2

Матеріали покриттів та методи їх нанесення

№ з/п	Назва деталі	Шифр креслення деталі	Метод нанесення покриття	Марка матеріалу покриття	Твердість покриття
1.	Ексцентрик	ККУ-05614	ЕДМ	Дріт Нп-40Х13	44 HRC_e
2.	Ексцентрик	ККУ-18618	ЕДМ	Дріт Нп-40Х13	44 HRC_e
3.	Кришка ексцентрика	ККУ-05615	ГПН	Порошок ПГ-10Н01	62 HRC_e
4.	Ексцентрик	ККУ-38618	ЕДМ	Дріт Нп-40Х13	44 HRC_e
5.	Кришка ексцентрика	ККУ-38619	ГПН	Порошок ПГ-10Н01	62 HRC_e
6.	Кришка ексцентрика	ККУ-18614	ГПН	Порошок ПГ-10Н01	62 HRC_e
7.	Пруток	ОКФ-6194	ГНО	Порошок ПГ-10Н01	62 HRC_e

Встановлення типу полум'я візуально по зовнішньому виду приводить до значних похибок. Тому для отримання нормального (нейтрального) типу полум'я газового пальника необхідно застосовувати розроблений метод та засіб контролю витрат кисню, які відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та горючого газу в пальній суміші пальника, який полягає в тому, що при незмінних витратах горючого газу витрати кисню збільшують з кроком h і визначають величину витрат кисню за спадом до нуля величини потоку випромінювання частинок сажового вуглецю за межами ядра полум'я [3, с. 35-36; 4, с. 75; 5, с. 51].

Токарна обробка покриттів. (Режими чорнової обробки покриттів: V = 20...25 м/хв; S = 0,15…0,2 мм/об; t = 0,3…0,4 мм; матеріал різального інструменту (РІ) – тверді сплави, гексаніт; режими фінішної обробки покриттів: V = 25...30 м/хв; S = 0,1…0,15 мм/об; t = 0,15…0,2 мм; матеріал РІ – тверді сплави, гексаніт, ельбор-Р) [6, с. 3].

Обробка шліфуванням. (Корундові круги на м'якій основі зернистістю 46-60 марки Е60СМ; режими шліфування: швидкість круга $V_к$ = 25...30 м/с; швидкість деталі $V_{дет}$ = 10...20 м/хв; глибина різання t = 0,015...0,030 мм; подача S = 5...10 мм/об.).

Вихідний контроль. (Візуальний огляд; контроль твердості покриттів; контроль розмірів деталі; контроль шорсткості поверхонь; контроль форми).

Виробничі випробування показали, що ресурс роботи деталей з напиленими покриттями збільшується в 1,5...2 і більше разів. Розроблена та відпрацьована технологія ремонту та зміцнення спрацьованих деталей комбайна ККУ-2А може бути застосована при виконанні ремонту деталей інших сільськогосподарських машин та агрегатів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Чабанний, В.Я. Ремонт автомобілів :навч. посіб. / В.Я. Чабанний, С.О. Магопець, О.Й. Мажейка та ін. – Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 720 с.

2. Ночвай В.М. Рішення задачі надійності в процесі ремонту пластин коробок преса силікатної цегли // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – Житомир, 2017. – № 1 (79). – С. 36–40.

3. Ночвай В. М. Метод контролю витрат кисню пальників по потоку випромінювання полум'я / В. М. Ночвай // Процеси механічної обробки в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Житомир : ЖДТУ, 2009. – № 6. – С. 30–40.

4. Ночвай В. М. Дослідження випромінювання двофазного потоку газ - тверді частинки / В. М. Ночвай // Процеси механічної обробки в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Житомир : ЖДТУ, 2006. – № 4. – С. 69–76.

5. Ночвай В.М. Метод контролю витрат кисню пальників по потоку випромінювання полум’я при спалюванні пропан-бутану // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – Житомир, 2012. – № 2 (61). – С. 48–52.
6. Повышение производительности механической обработки изделий с износостойкими газотермическими покрытиями : информационный листок / ЖЦНТИ. – Житомир, 1985. – 4 с.

93. С.М. Кухарець, д.т.н., В.Р. Білецький, Житомирський національний агроекологічний університет

ВСТАНОВЛЕННЯ СТУПЕНЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУКОЛІСНИХ РУШІЇВ НА ҐРУНТОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ

В умовах інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва значно посилюється вплив на ґрунт ходових систем сільськогосподарських агрегатів. Незмінним супутником росту енергонасиченості машин є значне збільшення їх маси. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призвела до підвищення кількості заходів, пов'язаних з роботою МТА на полі. Так, при вирощуванні зернових культур необхідно виконати близько 8-15 окремих заходів, а просапних - 20-25 [1, 2].

Під дією колісних рушіїв мобільної сільськогосподарської техніки у ґрунті виникає об’ємний напружено-деформований стан, який залежить від величини і розподілення зовнішнього навантаження, викликано дією рушіїв, їх конструкційно-експлуатаційних параметрів та фізико-механічних властивостей ґрунту. Деформація ґрунтового напівпростору призводить до його ущільнення і, як наслідок, до зниження урожайності сільськогосподарських культур та уповільнення ґрунтотворних процесів [3].

Для встановлення ступеня негативного впливу рушіїв на ґрунтове середовище необхідно встановити розподіл щільності під колісними рушіями по висоті шару ґрунту (рис. 1, табл. 1).

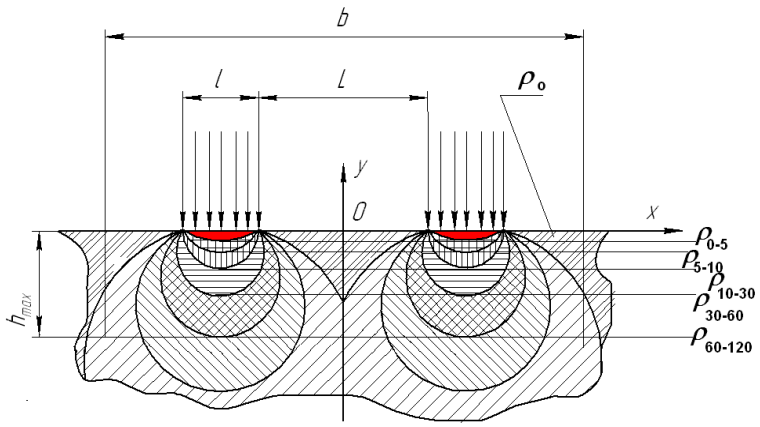


Рис. 1. Схема до визначення середніх значень щільності в ґрунтовому середовищі: *L* – відстань між внутрішніми крайніми точками рушіїв, м; *l* – ширина плями контакту колісного рушія з ґрунтом, м; *b* –ширина захвату агрегату, м; h_{max} – максимальна глибина обробітку ґрунту, м; ρ_o – початкова щільність, кг/м^3; ρ_{0-5},..., ρ_{60-120} – середні щільності на відповідних глибинах, після взаємодії рушія з ґрунтом, кг/м^3.

Згідно до [4] щільність ґрунту після проходження колеса, чи гусениці можна описати логарифмічною залежністю:

$$\rho = \rho_0 + c \ln \sigma_I \qquad (1)$$

де c – емпіричний коефіцієнт ущільнюваності, що визначається в результаті практичних досліджень (для дерново-підзолистого ґрунту середньої ступені оглеювання c=7..10, $\frac{кг}{Н \cdot м}$);

σ_I – сума напружень, які виникають у ґрунті, Па.

Для характеристики впливу на ґрунтове середовище колісних рушіїв доцільно скористатися ступенем підвищення щільності по відношенню до початкової щільності ґрунту:

$$k_0 = 1 + \frac{c \ln \sigma_I}{\rho_0} \tag{2}$$

де ρ_o – значення початкової (оптимальної) щільності (ρ_o=1200*кг/м*^{3}).

Таблиця 1

Параметри ґрунтового середовища в зоні дії рушіїв

Глибина прошарку ґрунту, м	Передній рушій		Задній рушій		Значення ступеня підвищення щільності
	Максимальне значення напруження, Па	Максимальне значення щільності, кг/м^3	Максимальне значення напруження, Па	Максимальне значення щільності, кг/м^3	
0,005	95000	1280,2	61000	1360,5	–
0,01	92000	1280,0	58000	1360,0	–
0,03	88000	1279,7	56000	1359,4	–
0,06	84000	1279,4	54000	1358,7	–
0,12	79000	1278,9	53000	1357,9	–
Середні значення по всій глибині обробітку	30000	1272,2	20000	1344,3	1,12

Очевидно, що підвищена щільність ґрунту є негативним явищем [1, 2, 3, 4], тому необхідно щільність ґрунту наблизити до оптимальної. Одним із найбільш дієвих способів розущільнення ґрунту є використання комбінованих агрегатів [5, 6, 7, 8]. Очевидно, що із збільшенням глибини обробітку ступінь підвищення щільності $k_0 \to 1$, однак зростає опір ґрунту $R_z \to \max$, та як наслідок, підвищується витрата пального і зменшується продуктивність роботи. Тому необхідно встановити раціональну глибину обробітку, з дотриманням наступних вимог:

$$\begin{cases} R_z = rab \to \min; \\ \lim\limits_{\rho \to \rho_o} k_0 = 1 \end{cases} \tag{3}$$

де r – питомій опір ґрунту (для комбінованих агрегатів: r=50…75*кПа*);
a – глибина обробітку (a≤0,12*м*);
b – ширина захвату (b=6…7,2*м*).

Значення R_z та k_0, для різних глибини обробітку, встановленні аналітично наведені на рис. 2.

Відповідно до отриманих значень коефіцієнта ущільнення з врахуванням агротехнічних вимог та тягової потужності трактора встановлено: раціональною є глибина обробітку від 4,9 до 6,7см, при якій забезпечується виконання агротехнічних вимоги стосовно щільності насіннєвмісного шару ґрунту, та забезпечується номінальне завантаження трактора класу тяги 3. Крім того, можливі налагодження комбінованого агрегату на збільшену глибину обробітку по колії трактора (що в межах від 3 до 5% знижує ступінь підвищення щільності).

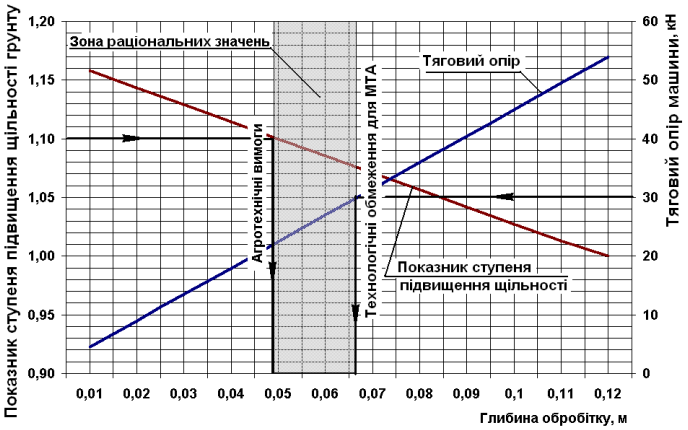


Рис. 2. Номограма для визначення глибини обробітку ґрунту МТА в складі трактора класу 3 і комбінованого культиватора (r=75кПа, ρ_o=1200кг/м^3).

Для запобігання ущільнення ґрунту рекомендується здвоювати або уширювати колеса тракторів, зменшувати тиск у їхніх шинах, зменшувати кількість проходів тракторів та інших агрегатів по полю за рахунок поєднання операцій і використання широкозахватних і комбінованих агрегатів.

Отже, проблема зменшення ущільнюючої дії на ґрунт мобільної сільськогосподарської техніки – актуальна задача наукових досліджень, з огляду на процеси деградації ґрунтового покриву зокрема, і екологічний стан агроеколандшафтів вцілому.

Список використаних джерел

1. Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения / Под ред. В.А. Ковды. – М.: Наука, 1987. – 186с.
2. Білецький В.Р. Переущільнення ґрунту рушіями мобільної сільськогосподарської техніки. – Житомир: Видавництво ДААУ, 2000. – 43с.
3. Білецький В.Р. Визначення шкідливого впливу колісних рушіїв машинно-тракторного агрегатів на ґрунтове середовище / В.Р. Білецький, В.О. Дубровін, С.М. Кухарець // Науковий вісник НАУ. – К., 2006. – Вип. 95, частина 1. – С. 70-77.
4. Кушнарев А.С. Механико-технологические основы обработки почвы / Кушнарев А.С., Кочев В.И. – К.: Урожай, 1989. – 144с.
5. Ксеневич И.П., Скотников В.А., Ляско М.И. Ходовая система-почва-урожай. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304с.
6. Shoya Higa, Kenji Nagaoka, Keiji Nagatani, Kazuya Yoshida, Measurement and modeling for two-dimensional normal stress distribution of wheel on loose soil, In Journal of Terramechanics, Volume 62, 2015, Pages 63-73, ISSN 0022-4898, https://doi.org/10.1016/j.jterra.2015.04.001.
7. Білецький В.Р. Теоретичнеобґрунтуваннястануґрунтупідколіснимрушіємматинно-тракторногоагрегату / В.Р. Білецький, В.О. Шубенко, І.С. Томашевський // ВісникЖНАЕУ. – 2014. – №1 (39), т. 1. – С. 176-186.

8. Gholamhossein Shahgholi, Mohammadreza Abuali, Measuring soil compaction and soil behavior under the tractor tire using strain transducer, In Journal of Terramechanics, Volume 59, 2015, Pages 19-25, ISSN 0022-4898, https://doi.org/10.1016/j.jterra.2015.02.007.

94. І.Л. Роговський, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

НАЯВНІСТЬ, СТАН ТА ХАРАКТЕРНІ ВІДМОВИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Станом на 01.01.2018 року в Україні налічувалось 54130 зернозбиральних комбайнів, в тому числі “Дон-1500” – 9917, “Славутич” і “Лан” – 200. Близько 80% зернозбиральних комбайнів відпрацювали амортизаційний строк. Навантаження на комбайн в Степовій зоні складає близько 300 га, в Лісостеповій – 200 га і зоні Полісся – близько 160 га. Відмови зернозбиральної техніки в процесі її виробничого використання залежать від цілого ряду факторів: надійності машин, строків їх служби, умов експлуатації, якості і своєчасності технічного обслуговування і ремонту, кваліфікації і стажу механізаторів тощо. Залежно від наведених факторів усі відмови зернозбиральних комбайнів з технічних причин за складністю їх усунення поділяють на три групи.

Перша група – відмови, усунення яких здійснюється ремонтом або заміною окремих деталей без розбирання вузлів і агрегатів, а також відмови, усунення яких здійснюється позачерговим виконанням певних операцій, передбачених технічним обслуговуванням ТО-1. Відмови даної групи складають приблизно 17,0% від загальної кількості, а тривалість їх усунення не перевищує однієї години.

Друга група – відмови, які усувають ремонтом або заміною окремих вузлів і агрегатів, чи позачерговим виконанням певних операцій, передбачених технічним обслуговуванням ТО-2. На їх долю припадає найбільша кількість відмов – 78,7%, а тривалість їх усунення коливається в межах від кількох годин до часу однієї зміни в залежності від діючої системи технічного обслуговування і усунення відмов.

Третя група – відмови, усунення яких вимагає розбирання основних агрегатів і систем (двигуна, трансмісії тощо) в умовах ремонтної майстерні за допомогою спеціального обладнання, пристосувань, інструменту. Дані відмови є недопустимими в період збирального сезону оскільки, хоч вони і становлять незначну долю (4,3%), але тривалість їх усунення перевищує час однієї зміни. Усунення відмов третьої групи складності вимагає значних обсягів монтажно-демонтажних робіт та участі фахівців різних спеціальностей.

Усереднені дані щодо відмов зернозбиральних комбайнів на підставі багаторічних досліджень, стосовно зернозбиральних комбайнів наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Відмови, простої і трудомісткість їх усунення зернозбирального комбайна за сезон експлуатації.

Назва агрегату чи системи комбайна	Відмови, %	Простої, годин	Трудомісткість усунення, люд.-год.
Жатка (підбирач)	21,9	2,04	2,30
Молотарка	25,9	2,51	3,64
Двигун	10,8	9,01	9,87
Механічні передачі	12,7	0,84	0,83
Трансмісія	9,6	2,80	3,32
Гідросистема	13,9	1,66	1,32
Електрообладнання	2,4	1,20	0,53
Обладнання для збору НЧУ	2,8	2,23	3,47
Всього	100	22,29	25,28

Найбільшу долю у відмовах молотарки займають відмови підшипників (27,7%) через вичерпання їх ресурсу або низьку якість виготовлення.

Відмови варіатора спричинюються руйнуванням маточини під шпонкою, що призводить до розриву пасів, обривання шпильок, зминання або зриву різі на валу відбійного бітера, а іноді і його руйнування. Намагання відновити працездатність комбайна примітивним методом (виточування і приварювання фланця), без заміни бітера, приводять до значних затрат часу із-за виникнення повторних відмов, які складають 18,5% від усіх відмов молотарки.

Значну долю складають відмови транспортуючих органів зернового та колосового елеваторів (16,9%), які пов'язані з розривами транспортерів, обриванням скребків. Це призводить та заклинювання інших робочих органів. Із-за попадання скребків до похилого зернового шнеку відбувається руйнування зубів шестерень кутового редуктора. Недостатнє мащення редуктора також призводить до його відмов, що становить 6,2% відмов молотарки.

Відмови, що пов'язані з обривом транспортної дошки, руйнуванням решіт та подовжувача верхнього решета (7,7%), спричинюються несвоєчасною заміною спрацьованих деталей та забиванням робочих органів сирою масою вороху.

Зафіксовані також поодинокі випадки відмов: руйнування веденого вала соломотряса та вала зернового шнека через забивання ворохом; поломка бича і підбичника барабана із-за попадання стороннього предмету; руйнування кулачкової напівмуфти; руйнування зварного шва пальця кріплення кронштейна механізму натягу паса приводу домолоту, кронштейна механізму включення головного контрприводу та кронштейнів кріплення кожуха вентилятора очистки.

Частина відмов (12,3%) робочих органів молотарки пов'язана із забиванням технологічною масою барабана, шнеків, елеваторів.

Значну частину відмов жатки складають відмови деталей різального апарату (31%) (ніж, притискач і ножа, пальці): злам, згин через попадання сторонніх предметів та розрегулювання. Сюди також включені поломки і спрацювання щіток головки ножа.

Руйнування роликів на транспортерах похилих камер та транспортерах підбирача, розриви транспортерів та обривання планок через залишкову деформацію та попадання сторонніх предметів становлять 18,2% відмов жатки.

Попадання сторонніх предметів до шнека жатки та бітера проставки та неправильне регулювання механізму вильоту пальців призводить до їх відмов (12,7%): деформування шнека і бітера, спрацювання та злам пальців, деталей механізму регулювання їх вильоту.

Вихід з ладу механізму коливної шайби (9,1% відмов жатки) спричинений, в основному, виходом з ладу підшипників, послабленням посадочних місць під цапфи.

Відмови підшипникових вузлів (7,3%) спричинені низькою якістю підшипників та несвоєчасним усуненням несправностей.

Несвоєчасна перевірка технічного стану шківів приводу ножа та ведучого вала похилої камери призводить до руйнування посадочних місць (3,6%) і займає тривалого часу для усунення відмови.

Злам граблин і дерев'яних планок мотовила (3,6%) відбувається внаслідок збирання полеглих і засмічених хлібів, а також через недостатню конструктивну міцність елементів мотовила. Характерними відмовами гідросистеми є вихід з ладу: клапанів (24,3% відмов гідросистеми); насосів НШ-32 (19,0%), НШ-10 і насос-дозатора НД-80 (13,5%); гідроциліндрів (13,5%) і розподільників (8,1%); шлангів (13,5%). Причини відмов: низька якість ущільнювальних елементів; низька якість нових запасних частин; неякісне виконання операцій при підготовці комбайна до жнив; використання засміченої або неякісної робочої рідини в гідросистемі.

Всі підтікання вузлів гідросистеми викликані, в основному, низькою якістю ущільнень при ремонті.

Відмови ланцюгових передач викликані, в основному, видовженням, розривами та спаданнями ланцюгів. Це ланцюги в приводі шнека жатки, зернового елеватора, вивантажувального шнека. Відмови пасів (розшарування, перекручування, розриви, видовження, підгоряння та інші) відбуваються майже в половини всіх передач, що є на комбайні і становлять 84,4% всіх відмов передач.

Найчастіше виходить з ладу пас приводу гідронасоса ходу через порушення умов експлуатації (перевантаження і вихід з ладу підшипників натяжного пристрою).

Відмови пасу головного контрприводу обумовлені низькою їх якістю (видовження) та наслідками від аварійного зношування маточини варіатора барабана.

Розриви варіаторних пасів в приводі молотильного барабана викликані неправильним регулюванням барабана, що призводить до порушення процесу обмолоту і забивання, та руйнуванням напівмуфти веденого шківа варіатора.

Підгоряння пасів в приводі колосового елеватора, домолочувального пристрою та зернового елеватора відбувається внаслідок пробуксовування при виникненні перевантажень на ведених шківах, що викликані забиванням робочих органів масою.

Погана якість складання шківів під час ремонту (неспіввісність, відхилення від розташування в одній площині) та видовження варіаторних пасів призводить до їх відмов в приводі вентилятора очистки та мотовила жатки.

Відмова пасів в приводі різального апарату жатки виникає внаслідок їх руйнування, що пов’язане з різким перегинанням пасів на двох натяжних шківах, які встановлені на малій відстані між собою. Даний привід також має неефективний захист від попадання сторонніх предметів.

Відмова пасів в приводі насоса НШ відбувається через нерівномірне видовження їх при експлуатації і використання пасів, що не комплектувались в парі.

Підгоряння і розрив пасів контрприводу вивантажувального шнеку виникає через буксування в момент включення вивантажувального шнека.

Вихід з ладу пасів в приводі похилої камери відбувається внаслідок попадання бруду на шківи і паси передачі з ведучого колеса, а також в результаті зношення робочих поверхонь канавок ведучого шківа. В рядових умовах експлуатації були зафіксовані відмови пасів, що пов’язані з низькою їх надійністю, низькою якістю виготовлення шківів та порушенням правил експлуатації (перетяжка, невідрегульованність запобіжних муфт).

Для двигуна характерні також непоодинокі випадки відмови підшипника колінчатого вала (на привід насоса ГСТ), основними причинами яких є: неякісні підшипники та порушення режиму мащення. Перегрівання двигунів з причини несправності охолоджуючих систем та інших.

Відмови турбокомпресора викликані, в основному, неякісним їх ремонтом.

Відмови паливної апаратури виникають через розрегулювання насоса та вихід з ладу розпилювачів форсунок.

Експлуатаційні відмови обумовлені, переважно, порушенням правил експлуатації техніки та використанням машин у несприятливих умовах. Серед них: використання неякісних пально-мастильних матеріалів, несвоєчасне і неякісне проведення технічного обслуговування, порушення регулювань і технологічних зазорів, порушення режиму мащення та порушення технологічних режимів обмолоту, що призводить до забивання робочих органів тощо. Але найбільше знижують працездатність зернозбиральних комбайнів, відмови цілого ряду вузлів та агрегатів, обумовлені вичерпанням ресурсу окремих деталей, спрацюванням спряжень в приводах робочих і транспортуючих органів, спрацюванням ріжучих елементів робочих органів, поломкою деталей через спрацювання поверхонь, що контактують тощо.

За даними досліджень тривалість усунення експлуатаційних відмов становить близько 50...60% загальної тривалості простоїв через несправності в період збирання

врожаю. Тому, за рахунок скорочення кількості експлуатаційних відмов можна значно скоротити терміни збирання врожаю і зменшити втрати.

95. Д.Ю. Калініченко, І.Л. Роговський, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОГЛЯД ОСНОВНИХ СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ І ЇХ СКЛАДОВИХ ФАКТОРІВ

Ефективність використання зернозбиральних комбайнів безпосередньо залежить від способів і методів підтримки їх в стані технічної справності на необхідному рівні, чому на практиці сприяють різні форми організації систем технічного обслуговування (ТО). Існуючі на даний момент форми і методи організації ТО зернозбиральних комбайнів в України і за кордоном можна звести до трьох основних стратегій.

Hard time maintenance (планове ТО). Деталям, вузлам, агрегатам призначається встановлена з напрацювання межа, після закінчення якого виконується або регламентне ТО. On condition (ТО за станом) – зміст даної стратегії підтримки техніки в справному стані полягає в періодичному або безперервному вимірі контрольованих параметрів, відхилення яких від номінальних можуть свідчити про несправності агрегатів зернозбиральних комбайнів. При цьому немає жорстких обмежень щодо напрацювання, тому що рішення про подальшу експлуатацію приймається за результатами контролю. Condition monitoring (ТО за станом з контролем рівня надійності) – в основі лежить комплекс заходів з управління надійністю (аналіз відмов, конструктивні зміни, зміни в технології ТО і т.д.). При цьому підході зернозбиральні комбайни знімається з експлуатації в разі відмови.

Відсутність в Україні системи ТО зернозбиральних комбайнів не дає високий рівень управління технологічного процесу збирання зернового збіжжя. В де-яких аграрних виробничих підрозділах вона відповідає наведеній вище стратегії Hard time maintenance і являє собою комплекс організаційно-технічних заходів, що проводяться за планом і спрямованих на забезпечення працездатності та технічної справності зернозбиральних комбайнів протягом всього терміну їх служби, при дотриманні зазначених умов і режимів експлуатації.

Згідно з регламентом Hard time maintenance, для попередження відмов виконуються тільки технологічні операції по ТО, а періодичність впливів з усунення виявлених несправностей при цьому не планується, так як наступ відмови носить імовірнісний характер. Однак, як показує практика, дані принципи не завжди працюють досить ефективно, тому що в реальних умовах експлуатації зернозбиральних комбайнів при суворій лінійній залежності між технічним станом зернозбиральних комбайнів і агрегатів, і терміном експлуатації або напрацюванням на відмову можна говорити тільки при корозійних або ерозійних процесах, або при втомному зносі.

Як показує досвід, не обґрунтоване розбирання спряжень, здійснювана в процесі ТО, скорочує реальний міжопераційний період механічних систем зернозбиральних комбайнів в середньому на 15-30%. За авторськими даними, це призводить до зменшення ресурсу зернозбиральних комбайнів від 25,0 до 38,5%. Крім того на технічний стан механізму впливає час його експлуатації. Проте залишковий ресурс механізму не повинен визначатися лише даними фактором, тому що даний фактор часто є малозначним.

Будь-який механізм складається з великого числа допусків, починаючи від моменту проектування і конструювання (проектно-конструкторські допуски), виробництва (виробничо-технологічні) і закінчуючи допусками при експлуатації (експлуатаційні), а також під час ТО, які виконуються різними по кваліфікації фахівцями. Так як на практиці не може існувати абсолютно однакових процесів експлуатації, то не існує і двох абсолютно однакових механізмів їх реалізації. До найбільш значущих чинників, який впливає на експлуатаційні характеристики зернозбиральних комбайнів є:

умови виготовлення; умови зберігання; умови транспортування; умови експлуатації; технічне оснащення і кваліфікація обслуговуючих робітників; номенклатура і якість вироблених техсервісних впливів. І саме тому при ТО вузли і агрегати зернозбиральних комбайнів при експлуатації в однаковому часовому проміжку мають нерівні залишкові ресурси і, як наслідок, одночасне їх ТО недоцільне. Крім того, Hard time maintenance є дуже витратною формою ТО, так як найчастіше стимулюється відрядна система оплати праці. Отже, як керівники аграрних підприємств, так і безпосередні виконавці зацікавлені у великих обсягах техобслуговуюяих впливів, що є суттєвою перепоною для впровадження нових підходів до даної системи ТО. Керівники підприємств, після оцінки позитивних і негативних сторін Hard time maintenance, починають шукати способи зниження витрат на ТО зернозбиральних комбайнів підприємства, беручи до уваги, що величина даних витрат повинна бути обґрунтованою з технічної та економічної точки зору. Як наслідок, виникає необхідність в переході на більш досконалий різновид ТО, який частково вже застосовується на ряду підприємствах галузей агропромисловості – ТО по фактичному технічному стану (відповідає «On condition» у наведеній вище класифікації стратегій). Даний вид ТО є найбільш виправданим варіантом при виборі стратегії, тому що базується на змінному обсязі робіт в залежності від технічного стану вузлів і агрегатів зернозбиральних комбайнів.

ТО, в основі якого лежать принципи використання типових технологічних процесів, називається типовим ТО за технічним станом (ТТОТС). Його суть полягає в наступному: за результатами технічного діагностування, призначається один з заздалегідь розроблених на підприємстві технологічних маршрутів ТО (комплексів робіт ТО). Як наслідок, відбувається деяке збільшення обсягів розбирально-складальних робіт, через невідповідність виявленого поєднання дефектів агрегату і номенклатури робіт технологічного маршруту ТО, за яким направлено даний зернозбиральний комбайн. Однак дане збільшення обсягів компенсується скороченням обсягу контрольно-діагностичних операцій, тому що при цьому не потрібно виявляти всі дефекти зернозбиральних комбайнів, а лише досить локалізувати або встановити відсутність тільки тих дефектів, які будуть визначати технологічний маршрут ТО.

Невід'ємною ланкою процесу ТО є людина (оператор-діагност). Ефективність ТТОТС в значній мірі залежить від застосовуваних методів і засобів ТО, однак, якими б застарілими або сучасними вони не були, найслабшою ланкою в людино-машинної системи є людина (рис. 1). Саме тому, на етапі діагностування неминучі значні за величиною помилки 1-го роду (помилковий дефект) і 2-го роду (пропуск дефекту) і, як наслідок, помилка маршрутизації при розподілі по видам ТО.

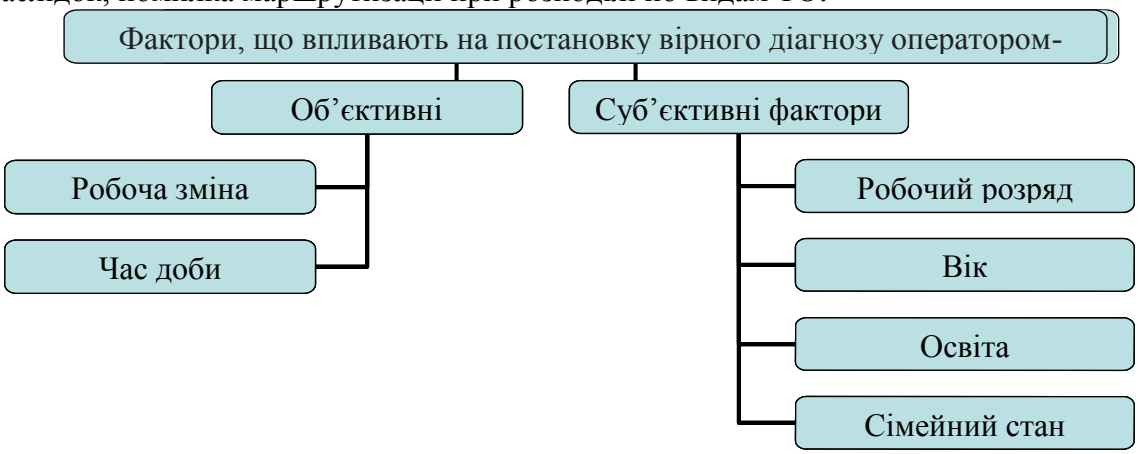


Рис. 1. Фактори, що впливають на постановку вірного діагнозу оператором-діагностом при ТТОТС зернозбиральних комбайнів.

96. Р.Ю. Богун, студент, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

У нашій країні лабораторний вид контролю великовантажних автотранспортних засобів (далі – АТС) є основним. Лабораторні методи і засоби регламентуються за ЄДРПУ стандартів групою 75. Лабораторний контроль передбачає значні капітальні вкладення на організацію лабораторії, наявність дорогого устаткування, високу кваліфікацію персоналу і суттєві витрати на витратні матеріали. Аналітичні методи аналізу мастил супроводжуються високими трудовими і тимчасовими затратами. За робочу зміну лаборант здатний виконати 7 проб мастила стандартними методами контролю, які включають визначення негорючих присадок, температури спалаху, наявності води та лужного числа. Для отримання повної інформації про показники мастильного матеріалу, при проведенні всіх випробувань, може знадобитися до 2-х діб.

Підвищити продуктивність праці в лабораторії діагностування можна провести одночасний груповий аналіз декількох проб, що значно скорочує допоміжний час і, отже, скорочує час визначення показників однієї проби.

Штат лабораторії діагностичного контролю визначається величиною середньої кількості автомобілів, які щодня проходять ТО на АТП, і кількістю видів виконуваних аналізів. Для своєчасного надходження результатів випробувань в зону ТО необхідно проби мастил відбирати з агрегатів за три доби до постановки АТЗ на обслуговування. Якщо результати випробувань надходять в зону ТО, коли на автомобілі проведені регламентні роботи і він покинув зону обслуговування, то доведеться або відмовитись від проведення профілактичних робіт, або повертати автомобіль в зону ТО, що негативно позначається на ефективність оперативного контроля.

Проведення аналізу якості мастила може мати різні цілі. Коли потрібна кількісна оцінка максимальної достовірності, то високозатратна лабораторія діагностики може надати широкі можливості за кількістю контрольованих показників якості працюючого масла.

Експресні методи діагностичного контролю не замінюють лабораторні методи, а скорочують трудомісткість і час, що витрачається при оцінюванні якості мастила, коли результат не вимагає максимальної достовірності. Експрес-методи, володіючи іншими принципами вимірювання, встановлюють відповідність нафтопродуктів технічним вимогам, які визначаються стандартними лабораторними методами.

Експресні методи здатні зняти багато питань технологічного процесу діагностування. Наприклад, властивості працюючого мастила експрес- методами можна оцінювати безпосередньо в день технічного обслуговування, підвищуючи ефективність оперативного контролю.

В даний час діагностувати агрегати великовантажних АТЗ за складом мастила експрес-методами досить складно. Незважаючи на відомі фізичні методи визначення забруднювачів в мастилі, на ринку недостатньо високоточних засобів вимірювання. Сьогодні на ринку діагностичного обладнання присутні зарубіжні фірми і компанії «Kittiwake», «Chevron Lubricants», «Komatsu», «Mobil», «MTU» і «Northern Instruments Corp.». Випускаються ними комплекти включають портативні прилади, які здатні контролювати як одна властивість мастила, так і виконувати комплексний аналіз. Для перевірки властивостей мастила потрібно від 2-15 хв до 1 години. Незважаючи на привабливість, відомі портативні комплекти досить вартісні і багато приладів вимагають постійного оновлення фірмових реагентів, що знижує їх експлуатаційні можливості.

З вітчизняних портативних комплектів для експрес-діагностики властивостей мастила, найбільшої уваги заслуговує комплект КДМП-2 і КДМП-3, розроблений професором Ю.А. Гурьяновим. Комплект має істотні переваги в порівнянні з

зарубіжними аналогами, тому що дозволяє оцінити основні показники якості мастила за 1 годину, при цьому не потребує фірмових витратних матеріалів.

В даний час вважаються кращими електрофізичні універсальні прилади для контролю декількох властивостей мастила, що виконуються у вигляді приладів кишенькового, переносного або стаціонарного типу.

Наприклад, аналізатор нафтопродуктів SHATOX SX-300 призначений, головним чином, для оцінки октановим чисел бензинів. Додатково використовуючи принцип об'ємного опору нафтопродукту, прилад дозволяє визначити: вміст механічних домішок у нафтопродуктах; зміст депресорних присадок в дизельному паливі; лужне число моторних олив. Прилад портативний, універсальний, виконаний в єдиному корпусі, що дозволяє його використовувати як в польових, так і в лабораторних умовах.

Відсутність вітчизняних розробок засобів експрес-діагностування є досить актуальним і стримуючим фактором у розвитку технології діагностування АТЗ за параметрами робочої оливи. Оцінити виявлену проблему можна, виконавши більш детальний аналіз існуючих експрес-методів і засобів контролю.

97. Р.С. Шевчук, к.т.н., В.Р. Паславський, аспірант, Львівський національний аграрний університет

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МАЛОГАБАРИТНОГОШНЕКОВОГО ОЛІЙНОГО ПРЕСА

У малих переробних цехах сільськогосподарських підприємств, у закладах громадського харчування, науково-дослідних лабораторіях й фармацевтичних закладах як правило використовуються малогабаритні шнекові преси, які переробляють за одну годину до 30 кг олійної сировини – насіння, м'ятки або ж макухи, подрібненої для чергового відтискання.

Ринкові перетворення села посилили роль сектора малої переробки сільськогосподарської продукції на місці її виробництва, що зумовлено наступними обставинами. По-перше, мала переробка забезпечує створення нового сектора в територіальній економіці та дозволяє отримувати більш високий прибуток від реалізації продукції переробки. По-друге, це ефективна форма агробізнесу, яка створює нові додаткові робочі місця з круглорічною зайнятістю працюючих. По-третє, задовольняється потреба сільського населення і самих підприємств у дешевшій продукції власної переробки.

Немаловажним фактором впливу також є забезпечення умов збереження якості продукції. Як зазначено у роботі [1] «Склад і біологічна цінність олій холодного пресування», рекомендовані температурні межі, під час відтискання олії, становлять 40-50˚С. Малогабаритні олійні шнекові преси, як правило задовольняють цю вимогу. Оскільки тривалість збереження лікувальних властивостей олії становить до двох місяців, то продуктивність цих пресів задовольняють споживчі потреби.

Характерними недоліками шнекових пресів [2, 3, 4] є невелика сумарна площа отворів для відведення відтисненої олії, а також відсутність даних отворів у зоні кріплення запірної частини до зеєрного циліндра преса. Вихідна частина робочого циліндра є зоною найвищих тиску, де відбувається найбільш інтенсивне олієвиділення, але дана частина не містить отворів для відведення олії, що зумовлено різьбовим кріпленням запірної насадки внаслідок чого відтиснена олія виводиться з робочого циліндра разом з макухою, тобто, втрачається та суттєво зменшується її вихід.

Забезпечення стабільності процесу відтискання з високим виходом якісної олії при заданій температурі взято за основу для розробки малогабаритного шнекового преса (рис. 1*а*) [5]. Даний прес містить корпус із встановленим на ньому електричним мотор-редуктором, з'єднаним через муфту з ведучим валом , змонтованим в опорах обертання корпуса преса. До корпуса однією різьбовою частиною приєднаний робочий циліндр, по

вільній боковій поверхні якого виконані радіальні отвори для відведення відтисненої олії. На робочому циліндрі розташований відбивач олії у вигляді охоплюючої робочий циліндр оболонки з порожниною для спрямування потоку відтисненої олії у накопичувальну місткість. На іншій різьбовій частині робочого циліндра закріплена запірна частина, виконана як насадка з отворами виходу макухи й конусним розтрубом та встановлений на носку насадки запірний конус. По периметру різьбового кріплення запірної частини виконані повздовжні пази з похилими отворами для виходу й відведення олії із зони найвищого тиску.

Розроблений малогабаритний шнековий олійний прес у режимі одноразового пресування переробляє за годину 10 – 12 кг насіння, а у багаторазовому – його продуктивність зменшується відповідно до кратності відтискань; енергомісткість преса не перевищує 35 Вт·год/кг.

а)

б)

Рис. 1. Обладнання для отримання олії в умовах малих сільськогосподарських підприємств: *а)* малогабаритний шнековий олійний прес; *б)* блок однофазного живлення малогабаритного шнекового олійного преса

Відмітними особливостями даного преса є двоопорне базування шнека у робочому циліндрі та концентрація дренажних отворів у зоні найвищого тиску – по периметру кріплення запірної насадки. У першому випадку, зменшується радіальне биття шнека і відповідно його спрацювання, в іншому – покращується відведення олії по всій довжині стискання олійної сировини [5].

Базовий варіант розробленого преса може додатково комплектуватись системою активації подачі олійної сировини, а також блоком однофазного живлення, виконаним на базі перетворювача частоти CFM210 (рис. 1*б*).Блок однофазного живлення розширює можливості використання преса, якщо відсутня трифазна електромережа. Крім цього, за умови підключення трифазного асинхронного двигуна через перетворювач частоти втрати в електродвигуні менші, ніж під час його живлення безпосередньо від електромережі.

Список використаних джерел

1. Шеманська Є.І. Склад і біологічна цінність олій холодного пресування. // Вісник ДонНУЕТ. – 2012. – № 1(53). – С. 221–225.
2. Патент №42802, МПК (2009) B30B 9/02. Олійний прес із системою активації подачі насіння / Р.С. Шевчук, В.О. Василькевич, В.В. Томю'к. Власник: Львівський національний аграрний університет. Заявл. 08.01.2009; опубл. 27.07.2009, бюл. №14. (Украина).
3. Патент №51354, МПК (2010) B30B 9/18.Шнековий олійний прес / Р.С. Шевчук. Власник: Шевчук Р.С. Заявл. 04.02.2010; опубл. 12.07.2010, бюл. №13. (Украина).
4. Шевчук Р.С., Василькевич В.О., Томьюк В.В., Базиляк Л.Я. Шнековый маслоотжимной пресс. // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – №10. 11-12. (Россия).

5. Патент 108566МПК (2016)B02B 3/02. Малогабаритний шнековий олійний прес / Р.С. Шевчук, В.Р. Паславський; заявник та патентовласник Шевчук Роман Степанович, Паславський Володимир Ростиславович. – № u201512976; заявл. 28.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. №14. (Украина).

98. І.А. Афанасьєв, В.В. Ткач, к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ДОЇЛЬНОЇ АПАРАТУРИ ВІТЧИЗНЯНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ДОЇННЯ КОРІВ У ЗАЛАХ

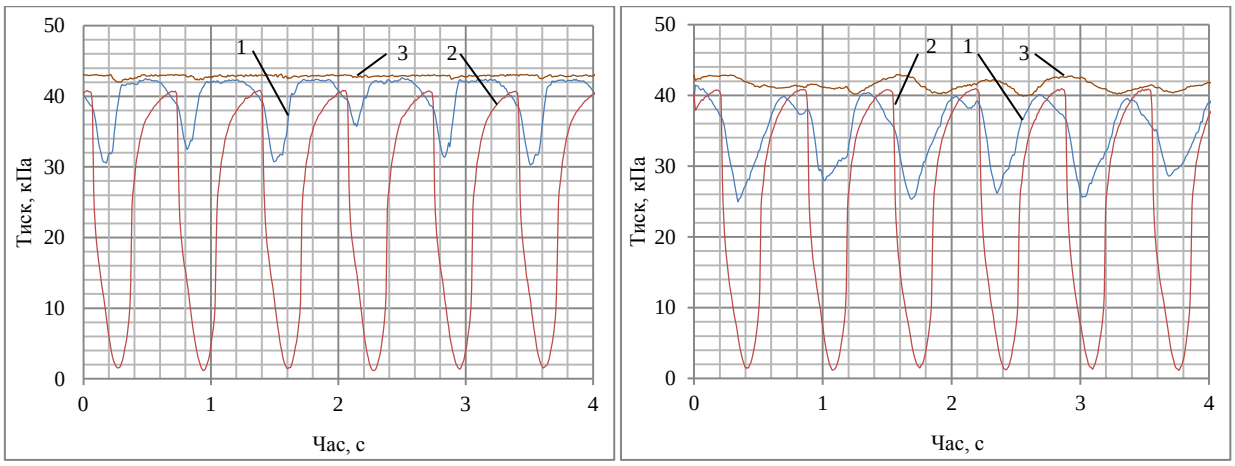
Вітчизняні установки для доїння корів в залах комплектуються автоматизованою доїльною апаратурою на базі відомого порційного лічильника молока вагового принципу дії (ковшовий лічильник). Недоліками таких лічильників є відносно низька кратність визначення інтенсивності молоковиведення (об'єм порції в середньому складає 50 мл) та неможливість їх альтернативного застосування з переносними доїльними апаратами (для визначення індивідуального надою та управління доїльною апаратурою при прив'язному утриманні корів). Але лічильники такого типу прості у виготовлені та в обслуговуванні, не потребують складних алгоритмів обробки сигналу (прямий підрахунок кількості порцій) і є надійними в експлуатації, тому мають перспективи до подальшого використання. Такі пристрої використовуються в модельних лінійках обладнання таких світових виробників як Boumatic, Gascoigne Melotte, Impulsa, Milkline, Panazoo, GEA та інші. Засоби автоматизації на основі аналогічних ковшових лічильників сертифіковані Міжнародним комітетом TheInternationalCommitteeforAnimalRecording (ICAR) у тому числі продовж 2017 року.

Практичний досвід використання доїльної апаратури на базі ковшових лічильників виявив низку недоліків, які пов'язані з критичними відхиленнями робочого тиску у молокопровідній лінії доїльної апаратури. Причиною таки відхилень тиску є значний рівень інтенсивності молоковиведення, що притаманно сучасному високопродуктивному поголів'ю корів.

За даними останніх досліджень, інтенсивність молоковиведення під час доїння змінюється в межах 1-4,2 л/хв. в залежності від породи та фізіологічного стану тварини [1, 2]. При цьому збільшення інтенсивності молоковиведення дестабілізує вакумметричний тиск в молокозбірній камері доїльного апарату і негативно впливає на процес доїння та здоров'я тварини [2, 3, 4]. Неоптимальні значення вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора доїльного апарату є основною причиною захворювань на мастит, характерних для машинного доїння корів [5, 6, 7].

В ННЦ «ІМЕСГ» проведено експериментальні дослідження режиму роботи автоматизованої доїльної апаратури на базі порційного лічильника молока вагового принципу дії (ковшовий лічильник). Для досліджень використано лабораторний стенд відділу біотехнічних систем в тваринництві та заготівлі кормів, датчики тиску MPX-2100 DP та аналогового цифрового перетворювача E14-440. Програма досліджень передбачала запис динаміки тиску в молокозбірній камері колектора, міжстінному просторі доїльних стаканів та в робочій камері ковшового лічильника в залежності від . інтенсивності молоковиведення, об'єму молокозбірної камери колектора доїльного апарата та тип пульсатора.

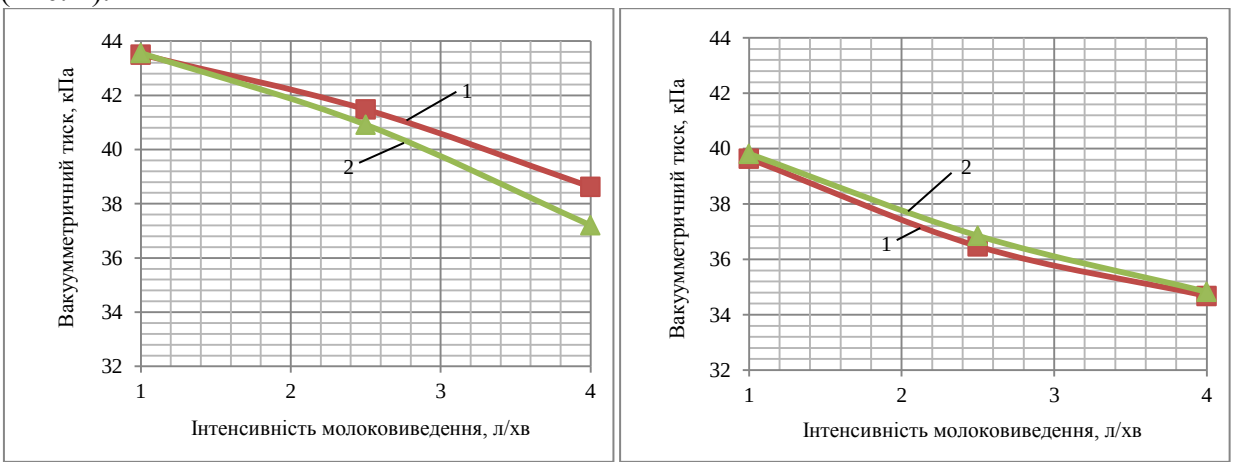
В результаті досліджень було отримано масив даних за яким побудовано графіки зміни вакуумметричного тиску під час доїння (Рис. 1).



а) б)

Рис. 1. Зміна вакуумметричного тиску в процесі роботи доїльної апаратури з пульсатором одночасної дії та об'ємом колектора 220 мл: а) при інтенсивності молоковиведення 1 л/хв; б) при інтенсивності молоковиведення 4 л/хв; 1 – молокозбірна камера колектора; 2 – міжстінковий простір доїльних стаканів; 3 – робоча камера ковшового лічильника.

За отриманими даними побудовано залежності вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора доїльного апарата від інтенсивності молоковиведення (Рис. 2).



а) б)

Рис. 2.Залежність вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора від інтенсивності молоковиведення:
а) з пульсатором попарної дії; б) з пульсатором одночасної дії; 1 – об'єм колектора 220 мл; 2 – об'єм колектора 280 мл.

Результати проведених досліджень свідчать про критичні відхилення та вказують на необхідність стабілізації робочого вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора доїльного апарата. Тому подальші дослідження будуть спрямовані на розробку адаптивного регулятора вакуумметричного тиску у колекторі доїльного апарата автоматизованої доїльної апаратури на базі ковшового лічильника.

Список використаних джерел.

1. Капшук Н. О. Функціональна активність вимені голштинських корів впродовж лактації / Н. О. Капшук // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Тваринництво. – 2016. – Вип. 5. – С. 164-169.
2. Филиппова О. Б. К методике физиологической оценки доильного оборудования / О. Б. Филиппова, В. И. Доровских, Е. И. Кийко // Наука в центральной России. – 2014. - №6. – С. 53-60.

3. Вальдман Э. К. Физиология машинного доения коров. - Л.: Колос, 1977. - 191 с.
4. Велиток И.Г. Физиология молокоотдачи при машинном доении. – К.: Урожай, 1974. – 128 с.
5. Механизация и автоматизация производства молока / Под редакцией доктора технических наук, академика НААН В.В. Адамчука и доктора технических наук, профессора А.И. Фененко. – Нежин: 2013 г. – 324 с.
6. Винников И.К.Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров / Винников И.К., Забродина О.Б., Кормановский Л.П.: Под ред. Л.П. Кормановского. - 2001. - 354 с.
7. Карташов Л.П. Машинное доение коров. – М.: Колос, 1982. – 301 с.

99. Л.С. Герасимович, д.т.н., академік НАН Беларуси, В.В. Михайлов, В.А. Павловский, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕПЛИЧНОМ ОВОЩЕВОДСТВЕ

Ключевые слова: защищенный грунт, томаты, светодиоды, управление, фотосинтез, биопродуктивность, энергоэффективность.

Аннотация. Исследовалось влияние на биопродуктивность культуры томата облучения натриевыми лампами высокого давления и светодиодными светильниками. Располагались светодиодные светильники: сверху над рядами и непосредственно в ценозе на уровне среднего яруса листовой поверхности. Натриевые лампы высокого давления были расположены над растениями по традиционной технологии облучения. Управление уровнем ФАР и спектральным составом светодиодных светильников осуществлялся с помощью специально программного обеспечения финской компании Dali.

Увеличение объемов и уменьшение сроков выращивания качественной овощной продукции в тепличных хозяйствах не только Республики Беларусь но и всего мира, является одной из важных экономических задач в большой степени зависящей от внедрения новейших наукоемких технологий в данную отрасль. Вопросам рационального энергопотребления отводится все большее значение, это обусловлено возрастающими тарифами, высокой составляющей доли затрат на энергоносители в себестоимости продукции и т.д. Важную роль в увеличении урожайности овощных культур и потреблении электроэнергии является использование электрического досвечивания растений, которой отводится особое внимание в целях повышения эффективности функционирования тепличного овощеводства. Условия световой среды во многом зависят не только от конструкции теплицы и проникновения естественного солнечного света, но и от искусственных источников излучения, их типа, способа размещения относительно ценоза, стоимости и возможности управления световым режимом.

В настоящее время особое внимание уделяется гибридной системе освещения, на основе натриевых ламп высокого давления и светодиодов [1]. Данный вид технологии подразумевает использование модулей светодиодов в ценозах выращивания овощей, при котором происходит равномерное светораспределение на нижних ярусах, что положительно сказывается на протекании фотосинтеза в томатах.

Проведенные нами исследования были направлены на сравнение эффективности применения в светокультуре томата натриевых ламп высокого давления и светодиодной техники, позволяющей изменять свои светотехнические параметры.

Светокультура на основе светодиодных светильников ДСП-Фитолед, совместно разработанными ОАО «Связьинвест» и УО «БГАТУ» предусматривала горизонтальное расположение светильников над растениями на расстоянии 1-1,2 м и непосредственно в ценозе протяженность ряда составляла 96 м [2].

Исследования проводились в теплицах отделения «Богатырево» УП «Агрокомбинат «Ждановичи» (53° 84´с. ш., 27°39´ в.д.) в зимне- весенний период 2016 года на гибриде томата Тореро F1 компании De Ruiter (Нидерланды), на минеральном субстрате Grodan (Нидерланды). Контроль за параметрами микроклимата (температура, влажность) осуществляли с помощью. Концентрацию CO2 поддерживали в пределах 0,13-0,15%.

С учетом того, что продолжительность светового дня в феврале составляет в среднем 9 часов, а поступление ФАР является очень низким, для подержания необходимого роста растений использовались искусственные источники света. Для технологии светокультуры применяли лампы ДНаТ- 600, в ряду длиной 48 м, которые располагались над ценозом на расстоянии 1,2 м друг от друга. Включение и выключение ламп происходило ступенчатым отключением половины от общего количества светильников при снижении уровня естественной солнечной радиации до 300 лк.

Светокультура на основе светодиодных светильников ДСП-Фитолед (рисунок 1), совместно разработанными ОАО «Связьинвест» и УО «БГАТУ» предусматривала горизонтальное расположение светильников над растениями на расстоянии 1-1,2 ми непосредственно в ценозе протяженность ряда составляла 96 м.

Рис. 1. Расположение светодиодных светильников в светокультуре томата: 1— растения томата (рассада); 2 —облучатели, расположенные над ценозом (175 Вт), 3 — нижний ряд облучателей (175 Вт).

Доля светового потока разработанного образца светильника ДСП в нижнюю полусферу составила более 80 %, световой поток – 8431 лм, потребляемая мощность – 159 Вт, световая отдача была на уровне 52,9 лм/Вт, поток фотонов в области ФАР в полученном спектральном диапазоне составил 97,7% от полной величины фотонов образца, равной 241 мкмоль/с, соотношение потока фотонов по спектральным диапазонам составил (400– 499) нм – 27 %, (500– 599) нм – 19,2%, (600– 699) нм - 51,5% и (700-780) нм– 2,3%. Значение осевой освещенности на расстоянии 1,5 м от светильника составило 6,32 клк.

Учитывая, что различный вид растений (возделываемых тепличных культур) наиболее полно используют определенные участки спектра в формировании биологических процессов была разработана и применена система управляемой светокультуры с регулируемым спектром на основе чувствительных датчиков освещенности и влажности субстрата.

Продолжительность облучения светодиодными светильниками программировалась аналогично облучению лампами ДНаТ. Разработанное программное обеспечение позволяло изменять сочетание спектра излучения и интенсивности ФАР светодиодов в пределах 100-150 Вт/м². Включение и отключение происходило по значению естественной солнечной освещенности с помощью датчика освещенности Dali.

Заключение

В результате проведенных исследований были выявлены закономерности эффективности использования и сравнения источников ФАР на основе светодиодов и ламп высокого давления в ценозе культуры томата зимне-весеннего оборота. Определено,

что применение светодиодов с регулируемым спектром излучения позволяет снизить потребление электроэнергии на процесс досвечивания, добиться более равномерного распределения излучения у поверхности листьев, при этом интенсивность фотосинтеза на среднем и нижнем ярусе увеличилась на 20-30%. Накопление биопродуктивности томатов находилось в пределах 80 г/МДж, что является доказательством эффективного технического решения при использовании светодиодов в теплице [2].

Результаты опытов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Урожайность томатов при использовании систем досвечивания и ее сравнение с контрольной группой

Дата	Светодиоды	ДНаТ, кг/м²	Контроль, кг/м²	Увеличение в сравнении с контрольной группой, светодиоды / ДНаТ соответственно, кг/м²
	кг/м²	кг/м²	кг/м²	
22.04.16	4,37	4,45	2,73	+1,64/+1,72
02.05.16	6,2	6,5	4,5	+1,7/+2
19.05.16	12,5	12	10,5	+2/1,5

Примененный способ размещения и управления светодиодными светильниками позволил достигнуть увеличения урожайности томатов в весенне-летнем обороте по сравнению с контрольным участком.

Библиографический список

1. Ioslovich I. Optimal control strategy for greenhouse lettuce: incorporating supplemental lighting. *Biosystems engineering*. 2009. V. 103. № 1. p. 57-67.

2. Герасимович Л.С., Михайлов В.В., Павловский В.А. Результаты использования светодиодных технологий в тепличном овощеводстве. УО «БГАТУ», МНПК 23-24 ноября, 2017. Минск. с 181-184.

100. В.Н. Гутман, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ СВИНЕЙ

При кормлении откормочных свиней часто используются различные местные кормовые ресурсы (сыворотка, барда, пивная дробина, влажное плющеное зерно кукурузы и др.) Для приготовления и дозированой раздачи влажных кормосмесей был разработан комлект оборудования для жидкого кормления КОЖК (рисунок 1). Он позволяет по заданной программе составить рацион кормления в требуемом весовом соотношении с помощью системы тензометрического измерения. Входящий в комплект оборудования смеситель позволяет приготовить кормосмесь, а кормовой насос- подать кормосмесь в свинарники на расстояние до 300 мертров. Система компьютерного упровления КОЖК позволяет через электропневмо клапаны дозированно подать в групповые кормушки пребуемое количество кормосмеси. Система позволяет через интернет вести удаленный контроль за работой комплекта КОЖК.

Рис. 1. Комплект оборудования для жидкого кормления КОЖК

В развитие данного направления разработан комплект оборудования для многократного кормления свиней по кривым роста с использованием в качестве базовой машины модульного смесителя (2,4,6 м^3) (рисунок 2).

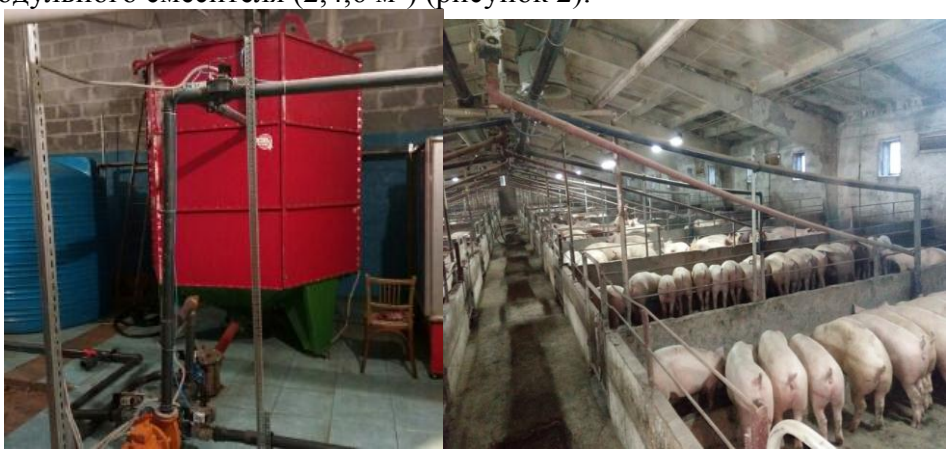


Рис. 2. Комплект оборудования КОМК с модульным смесителем

Исследования процессов приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы в рамках выполнения программы союзного государства « Комбикорм» в 2012 г. позволили проанализировать и выбрать приемлемые варианты приготовления, сформировать технологический регламент с рецептами использования кормовой добавки из влажного плющеного зерна кукурузы в рационе кормления свиней.

Создан отечественный комплект оборудования нового поколения, обеспечивающий полную механизацию и автоматизацию процесса приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы КОДК (рисунок 3). Ключевым процессом в приготовлении кормовой добавки является диспергирования влажного зерна кукурузы.

С учетом особенностей пищеварения свиней влажное плющеное консервированное зерно в большей степени отвечает их физиологическим потребностям, чем измельченное. Оно не распыляется, не затрудняет дыхания свиней, прекрасно поедается и переваривается. Технология заготовки влажного кормового зерна кукурузы плющением сегодня одна из самых экономичных и продуктивных. Благодаря принципиально новому процессу заготовки и приготовления кормовой добавки за счет исключения сушки кукурузы, затраты на получение кормовой добавки снижаются на 30–40 %, а продуктивность свиней увеличивается на 7–10 %.

Разработка комплекта оборудования для приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы КОДК позволяет повысить продуктивность животных на 7–10 % и снизить удельные расходы на корма на 10–15 %.

При откорме свиней от 40 до 110 *кг* фактически ежесуточный прирост живой массы откармливаемого молодняка свиней составил более 750 *г*, расход кормов на получение 1 *кг* прироста – 3,8 *к. ед*.

Рис. 3. Комплект оборудования для приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы КОДК

Все оборудование было разработано на основании научных исследований технологических процессов интенсивного свиноводства, учете необходимых свойств материалов, а также условий работы механизмов и программного обеспечения на свиноводческих предприятиях. Представленное оборудование позволило реконструированным свиноводческим предприятиям снизить негативное воздействие производственной деятельности свинокомплексов на окружающую среду за счет разработки автоматизированных систем кормления жидкими кормами, с использованием кривых роста свиней, исключающих перерасход корма, его попадание в навоз, а в дальнейшем – в окружающую среду.

В 2012 г. впервые в Республике Беларусь был оснащен под ключ свинокомплекс на 24 тыс. голов свиней в год наукоемким комплектным импортозамещающим оборудованием нового поколения для приготовления и раздачи жидких кормов.

Станция автоматизированная для индивидуального кормления свиноматок САИК (рисунок 4) разработана в качестве основного технического средства для репродукторного сектора свинокомплексов. В автоматическом режиме она по чипам, закрепленным в ушах свиноматок, выдает запрограммированную зоотехником суточную дозу корма мелкими порциями. Кроме того, станция позволяет определить физиологическое состояние свиноматки. Обеспечивает индивидуальное кормление свиноматок при их групповом содержании в количестве до 60 голов.

Рис. 4. Станция автоматизированная для индивидуального кормления свиноматок САИК

101. И.В. Протосовицкий, к.т.н., доцент, А.Д. Сыч, Д.А. Кулаковский, В.И. Епифанов, Белорусский государственный аграрный технический университет

ЗАЩИТА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

В настоящее время повсеместно эксплуатируется дорогостоящая техника, в быту и на производстве, которая чувствительна к качеству электроэнергии. Особенно важным фактором является величина питающего напряжения. Если напряжение выходит за рамки допустимого предела, будь то в большую или меньшую сторону, оборудование может выйти из строя.

Обрыв нулевого проводника в электрической сети, до потребителей, может привести к перекосу фаз, вследствие чего, однофазные потребители будут получать из сети уже не фазное, а линейное напряжение. Обрыв нулевого провода может быть на питающей подстанции, в этажном щите многоквартирных домов, либо в воздушной сети 0,4кВ с не изолированными проводами в результате различных ситуаций.

Пониженное напряжение в питающей сети может быть вызвано также различными причинами: долговременный запуск электродвигателя крупного вентилятора, компрессора либо использование другими потребителями в неустановленном порядке однофазных сварочных аппаратов трансформаторного типа. К пониженному напряжению особенно чувствительна техника с асинхронными двигателями с большим пусковым моментом: холодильное оборудование, компрессоры, кондиционеры и т.д.

Для защиты от данных аварийных ситуаций мы предлагаем использовать в качестве защиты реле напряжения.

Реле напряжения – это прибор, представляющий собой совокупность электронного устройства контроля напряжения и силовой части разъединителя нагрузки, собранные в одном корпусе.

«Сердце» реле напряжения может быть изготовлено на базе микропроцессора или простого компаратора. При этом микропроцессорные реле напряжения отличаются более плавной регулировкой верхнего и нижнего порога срабатывания.

Главным параметром реле напряжения является быстродействие. При этом время срабатывания некоторых реле составляет всего лишь десятки наносекунд.

В отличие от стабилизатора напряжения реле напряжения не выравнивает напряжение в сети, а только мгновенно отключает защищаемый участок при повышении или понижении напряжения и автоматически включает его при стабилизации напряжения в сети. Поэтому оно весьма эффективно при аварийных ситуациях, которые возникают в результате обрыва нейтрали, перегрузки, перекоса фаз и т.п.

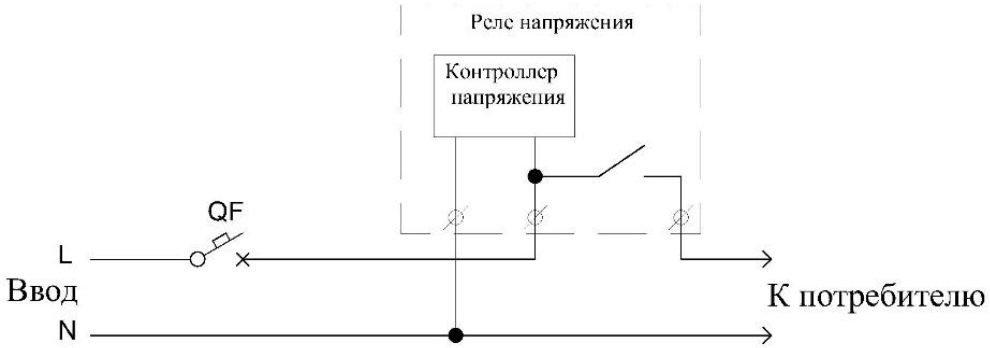


Рис. 1. Схема подключения реле напряжения

Литература

1. Лещинская Т.Б., Наумов И.В. Электроснабжение сельского хозяйства: учебник / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – М.: БИБКОМ, ТРАНСЛОГ, 2015 – 656 с.

102. А.В. Новицький, к.т.н., доцент, Ю.А Новицький, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України,

РЕЗЕРВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

Одним із напрямів забезпечення продовольчої безпеки держави в частині виробництва молочної продукції повинно стати створення та організація молочних комплексів із повним оборотом стада ВРХ на власній кормовій базі з придбанням сучасної високоефективної та надійної техніки. Разом з тим, реалізація вказаного напряму багато в чому залежить від працездатності машин і обладнання для тваринництва.

Аналіз стану парку сільськогосподарської техніки та обладнання показує, що він сильно зношений. В даний час свій термін служби виробили понад 70% тракторів, 65% - зернозбиральних комбайнів, 68% кормозбиральної, а також понад 60% грунтообробної техніки. Тенденція старіння парку машин і устаткування обумовлює розвиток системи технічного обслуговування і ремонту техніки СТОР [1, 2].

Як показує аналіз, за останнє десятиліття істотно зросте роль мережі дилерів заводів-виготовлювачів основних транспортних і технологічних машин. Це пов’язано з тим, що інвестування відповідних галузей промисловості значною мірою належить приватному бізнесу, головна мета якого отримання максимального прибутку. Вказана умова і формує ядро нової стратегії технічного сервісу машин в сільському господарстві. Тому, економічно доцільніше інвестувати кошти в обслуговуючу інфраструктуру підприємств, які забезпечують технічне обслуговування і ремонт, ніж усувати наслідки відмов в умовах сільськогосподарських підприємств. За рахунок раціональної організації та передових технологій ремонту машин та відновлення деталей скорочується тривалість простоїв машин з технічних причин на 20-28%, збільшується надійність техніки [1].

Проведений аналіз показав, що методик прогнозування попиту аграрних товаровиробників на послуги дилерських підприємств з технічного обслуговування і ремонту (ТОР) машин та обладнання тваринництва на даний час недостатня кількість. Розроблені подібні методики тільки для прогнозування потреби в запасних частинах. Нами проводяться дослідження та формуються методичні підходи, які направлені на

забезпечення працездатності засобів для приготування і роздавання кормів. Дослідження проводяться із врахуванням наступних чинників: рівень цін на запчастини; рівень якості робіт з ТОР; рівень цін на обслуговування; доступність ремонтно-обслуговуючої бази (відстань); забезпечення коефіцієнта готовності відновлених машин; термін очікування обслуговування; наявність (відсутність необхідних запчастин); час очікування запчастин; середній час обслуговування або ж ремонту; рівень компетенції працівників; термін оформлення документів; інформованість фахівців про послуги (реклама); культура обслуговування.

В останні 5-10 років в нашій державі відмічається активізація дилерської діяльності з ТОР сільськогосподарської техніки. Але, як показує аналіз, поряд з активізацією робіт за вказаним напрямом, проглядаються і негативні тенденції. Розглянемо окремі з них та проведемо їх аналіз.

По-перше, дилерські підприємства та підприємства, які надають послуги з ТОР не проводять технологічну підготовку своїх структурних підрозділів під складні ремонтно-обслуговуючі роботи. Для агропромислового комплексу, особливо техніки для тваринництва, це дуже важливо у зв'язку зі зношеністю парку машин.

По-друге, дилерські підприємства створюються заводами-виробниками, як правило, на базі постачальницьких організацій, які не пристосовані до проведення складних ремонтно-обслуговуючих робіт, на забезпечені відповідним обладнанням, нормативно-технічною документацією, кваліфікованими кадрами.

По-третє, з ринку надання послуг з ТОР зникають підприємства, які оснащені ремонтно-технологічним обладнанням та технологічним оснащенням, але не залучаються до забезпечення працездатності сільськогосподарської техніки, включаючи машини та обладнання для тваринництва.

Літературні джерела

1. Карабиньош С. С. Сучасні технології ремонту і відновлення сільськогосподарської техніки / С. С. Карабиньош, З. В. Ружило, В. І. Мельник. – К.: НУБІПУ, 2016. – 324 с.
2. Новицький А. В. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки / А. В. Новицький // Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». – Харків, 2014, вип. 2 – С. 41 – 48.
3. Новицький А. В. Класифікація робочих органів типу «ніж» засобів для приготування і роздавання кормів / А. В. Новицький, Ю. А.Новицький // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – Вип. 262 – К., 2017. – С. 287–296.

103. З.В. Ружило, к.т.н., доцент, А.В. Новицький, к.т.н., доцент, Н.М. Муштрук, студентка, Національний університет біоресурсів і природокористування України,

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ

Фільтр для очищення олив є одним з важливих елементів двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) мобільного енергетичного засобу (МЕЗ), оскільки практично всі його рухомі частини повинні бути змащені чистою оливою. Після пробігу близько 5000 кілометрів чотири з п'яти літрів оливи проходять через двигун 15000 раз. У разі, якщо олива містить забруднення, ми маємо 15000 можливостей пошкодити основні підшипники, розподільчі вали і незлічену кількість інших внутрішніх деталей ДВЗ. Відсутність контролю за станом фільтра оливи – це одна з причин втрати працездатності двигуна.

Фільтри олив ДВЗ компанії WIX FILTERS розрізняються за типом конструкції на наступні три види: фільтри spin-on, так звані ті, що накручуються; картриджі з пластиковими елементами; картриджі з металевими елементами. Більшість сучасних

фільтрів для очищення олив мають конструкцію, яка передбачає нагвинчування в корпус блока циліндрів ДВЗ. Вони використовуються для фільтрації всього потоку рідини. Дані фільтри мають синтетичний наповнювач з гофрованого паперу, який розташований навколо впускної труби, і вміщені в металевий корпус. Саме ефективність, кількість і тип наповнювача визначають якість фільтра і його застосування.

В сучасних МЕЗ олива протікає через прозорий екран (для контролюється його стан), а потім через насос для нагнітання оливи. Потім олива протікає через фільтр для очищення оливи і направляється до рухомих частин двигуна. Якщо протягом тривалого часу не контролювати стан фільтра для очищення оливи, він забивається. Однак, це не означає, що для ДВЗ не буде вистачати оливи. Якщо різниця тиску між впускним і випускним отвором фільтра досягає встановленого заводськими налаштуваннями рівня, відкривається обхідний клапан, встановлений в фільтрі для очищення олив. Незважаючи на те, що двигуну не загрожує обмеження подачі оливи, яке буде надходити в нього після відкриття обхідного клапана, все ж таки вона буде невідфільтрованою. Якщо ж олива використовується вже досить тривалий час, щоб забруднити фільтр, це означає, що він затримає багато твердих частинок і бруду, які можуть пошкодити двигун. Це повинно насторожувати власника МЕЗ і вказувати на необхідність заміни фільтра.

Виробництво різних типів фільтрів олив вимагає використання сучасних технологій та високої компетентності виконавців. На заводі компанії WIX FILTERS при виробництві фільтрів spin-on, картриджів з пластиковими елементами; картриджів з металевими елементами використовується 45 високотехнологічних термопластавтоматів. Час від часу активно обговорюється питання, з якою періодичністю слід міняти оливу і фільтр для її очищення. В ідеальних умовах МЕЗ може без проблем проїхати 12 тис. км між замінами оливи і фільтрів. Однак ідеальні умови зустрічаються вкрай рідко.

Ще одним широко обговорюваним питанням є питання про те, чи необхідно змінювати фільтр при кожній заміні оливи. Як зазначають експерти, в ідеальних умовах в цьому немає необхідності. Разом з тим, можна сказати впевнено: регламентована заміна оливи і фільтра для її очищення дозволять знизити інтенсивність зносу до мінімуму. З огляду на вартість капітального ремонту двигуна або ж відновлення деталей, які лімітують його довговічність, своєчасні заміни оливи і фільтра швидко окупляться.

Літературні джерела

1. Бирюк А. Фильтры автомобиля и их обслуживание / А. Бирюк // Журнал. Современный автосервис, – №6-7, 2009. – С. 16 – 18.
2. Карабиньош С. С. Сучасні технології ремонту і відновлення сільськогосподарської техніки / С. С. Карабиньош, З. В. Ружило, В. І. Мельник. – К.: НУБІПУ, 2016. – 324 с.
3. Продеус О. В. «Лідерство в сфері фільтрації» – ефективний напрям забезпечення надійності техніки / О. В. Продеус, А. В. Новицький, З. В. Ружило // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. –С. 255 – 256.

104. Б.Я. Татьянченко, к.т.н., доцент, Ю.В. Сіренко, аспірант, Сумський національний аграрний університет

РІВНЯННЯ ТРАЄКТОРІЇ НЕУСТАЛЕНОГО РУХУ КОЛІСНОЇ МАШИНИ

В роботі [2] отримані нові рівняння в параметричній формі для траєкторії неусталеного руху чотирьохколісної машини з передніми керованими колесами:

$$\tilde{o} = \upsilon t\left[\left(1-\frac{1}{2}\alpha_o^2\right)-\frac{1}{2}\alpha_o\left(k+\alpha_o\frac{\upsilon}{\ell}\right)t-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}k^2+\alpha_o k\frac{\upsilon}{\ell}+\frac{1}{3}\alpha_o^2\frac{\upsilon^2}{\ell^2}\right)t^2-\frac{1}{8}k\frac{\upsilon}{\ell}\left(k+\alpha_o\frac{\upsilon}{\ell}\right)t^3-\frac{1}{40}k^2\frac{\upsilon^2}{\ell^2}t^4\right];$$

$$y = \upsilon t\left[\alpha_o+\frac{1}{2}\left(k+\alpha_o\frac{\upsilon}{\ell}\right)t+\frac{1}{6}k\frac{\upsilon}{\ell}t^2\right]. \qquad (1)$$

Тут ℓ - відстань від центра ваги до задньої осі машини; α_o – початкове значення курсового кута α; прийнятого в залежності від часу t: $\alpha=\alpha_o+kt$, де коефіцієнт інтенсивності зміни курсового кута k має розмірність c^{-1}, а співвідношення між φ і t згідно з наведеним вище виразом для елементарної дуги траєкторії будуть:

$$\varphi=\frac{\upsilon}{\ell}\left(\alpha_o t+\frac{1}{2}kt^2\right);\ t=-\frac{\alpha_o}{k}+\sqrt{\left(\frac{\alpha_o}{k}\right)^2+\frac{2\ell}{\upsilon k}\varphi}\,.$$

Для побудови траєкторій за допомогою рівнянь (1) необхідно перерахувати коефіцієнт k і час t за умов отримання одинакових значень координат $x_к$, $y_к$, а також кутів $\alpha_к$ і $\varphi_к$ в кінці кожної ділянки траєкторії. У загальному вигляді цю задачу можна вирішити, підставивши $x_к$ і $y_к$ у рівняння (1) і перерахувавши поточні координати (x_i, y_i) довільної системи координат x_iy_i в загальну систему координат xy. В результаті отримаємо два рівняння:

$$\grave{a}_1\hat{e}^2+b_1\hat{e}+\tilde{n}_1=0;\qquad \grave{a}_2\hat{e}^2+b_2\hat{e}+\tilde{n}_2=0, \tag{2}$$

де $\grave{a}_1=-m\cos\theta_i$; $b_1=-n\sin\theta_i-p\cos\theta_i$; $c_1=\tilde{o}_{\tilde{i}^3}-\tilde{o}_{\hat{e}}+q\cos\theta_i-r\sin\theta_i$; $b_2=n\cos\theta_i-p\sin\theta_i$;

$\grave{a}_2=-m\sin\theta_i$; $c_2=y_{\tilde{i}^3}-y_{\hat{e}}-q\sin\theta_i+r\cos\theta_i$; $m=\frac{1}{2}\upsilon t^3\left[\frac{1}{3}+\frac{1}{4}\upsilon t\left(1+\frac{\upsilon t}{5\ell^2}\right)\right]$; $n=\frac{1}{2}\upsilon t^2\left(1+\frac{\upsilon t}{3\ell}\right)$;

$p=\frac{1}{2}\alpha_o\upsilon t^2\left[1+\frac{\upsilon t}{\ell}\left(1+\frac{\upsilon t}{4\ell}\right)\right]$; $q=\upsilon t\left\{1-\frac{\alpha_o}{2}\left[1+\frac{\alpha_o}{\ell}\upsilon t\left(1+\frac{\upsilon t}{3\ell}\right)\right]\right\}$; $r=\alpha_o\upsilon t\left(1+\frac{1}{2\ell}\upsilon t\right)$.

При знаходженні коренів рівняннь (2) за допомогою рівняннь Вієта слід врахувати, що на ділянці входу в лівий поворот коефіцієнт k додатній, а на ділянці виходу з лівого повороту - від'ємний. Перше рівняння системи (2) дає коефіцієнт k_X, який задовольняє рівнянню абсциси x при всіх реальних значеннях параметра t, а з другого рівняння отримаємо коефіцієнт k_Y для ординати y. Далі, треба знайти час t, при якому має місце рівність $k_X=k_Y=k$.

Для трактора МТЗ-82 (ℓ=0,93 м; υ=1 м/с): вхід в поворот (α_o=2°, $\alpha_к$=17°, φ_o=0°, $\varphi_к$=30°, k=0,5) і вихід з повороту (α_o=17°, $\alpha_к$=2°, φ_o=0°, $\varphi_к$=30°, k=-0,5) розрахунки згідно (2) дають: на ділянці входу в лівий поворот k=0,0396151 c^{-1}; t=3,954352 с, а на ділянці виходу з повороту k=-0,02815 c^{-1}; t=4,0075 с. Результати розрахунків наведені в таблиці 1.

Запропонований метод розрахунку k і t використовується у випадках, коли треба вийти в кінці траєкторії на задані координати $x_к$ і $y_к$, незалежно від інших параметрів траєкторії.

Рівняння (1) найпростіші у використанні і теж дозволяють виразити всі параметри руху в функції часу. Як видно з розглянутого прикладу, всі рівняння дають однаковий результат (таблиці 1). Однак існує необхідність в удосконаленні отриманих рівняннь, щоб спростити об'єм обчислюваної роботи під час теоретичного аналізу і дослідження конкретних траєкторій, наприклад, розворотів машино-тракторних агрегатів на полі або при плануванні руху машин в специфічних умовах, особливо при необхідності забезпечити дистанційне або автоматичне керування.

В таблиці 1 наведені координати (в метрах) точок траєкторії входу в лівий поворот і виходу з повороту, визначені відповідно за рівняннями (1).

Результати розрахунків за рівняннями (1). Таблиця 1.

№ з/п	*Вхід: α_o=2°,$\alpha_к$=10,97°, k=0,0396151 ^{-1}c*			*Вихід: α_o=10,97°, $\alpha_к$=4,55°, k=-0,02815 c^{-1}*				
	t, c	*$x=x_1$*	*$y=y_1$*	*t, c*	*x_2*	*y_2*	*x*	*y*
1	0	0	0	0	0	0	3,7274	1,1797
2	1,5083	1,4986	0,1647	0,2958	0,2888	0,0643	3,9536	1,3704
3	2,33014	2,2935	0,3805	0,6478	0,6281	0,1600	4,2100	1,6123
4	2,89815	2,8236	0,5978	1,0824	1,0396	0,3052	4,5077	1,9315

5	3,3327	3,2111	0,8073	1,6504	1,5648	0,5358	4,8664	2,3791
6	3,6847	3,5099	1,0072	2,4722	2,2996	0,9413	5,3302	3,0788
7	3,9541	3,7274	1,1797	4,0059	3,5132	1,8722	6,0634	4,5119

На рисунку 1 показана графічна інтерпритація пошуку коефіцієнтів k і часу t, які відповідають виходу на обумовлені координати $x_к$ і $y_к$ в кінці кожного маневру. Лінії $x_к$ і $y_к$ є геометричними місцями значень коефіцієнта k у функції часу t, які дають шуканий результат. Слід зауважити, що графічне рішення не може забезпечити належну точність визначення цих параметрів, тому для вирішення задачі отримання заданих координат в кінці ділянки треба скористатися формулами (2). Метод послідовних наближень дає результат з будь-якою точністю.

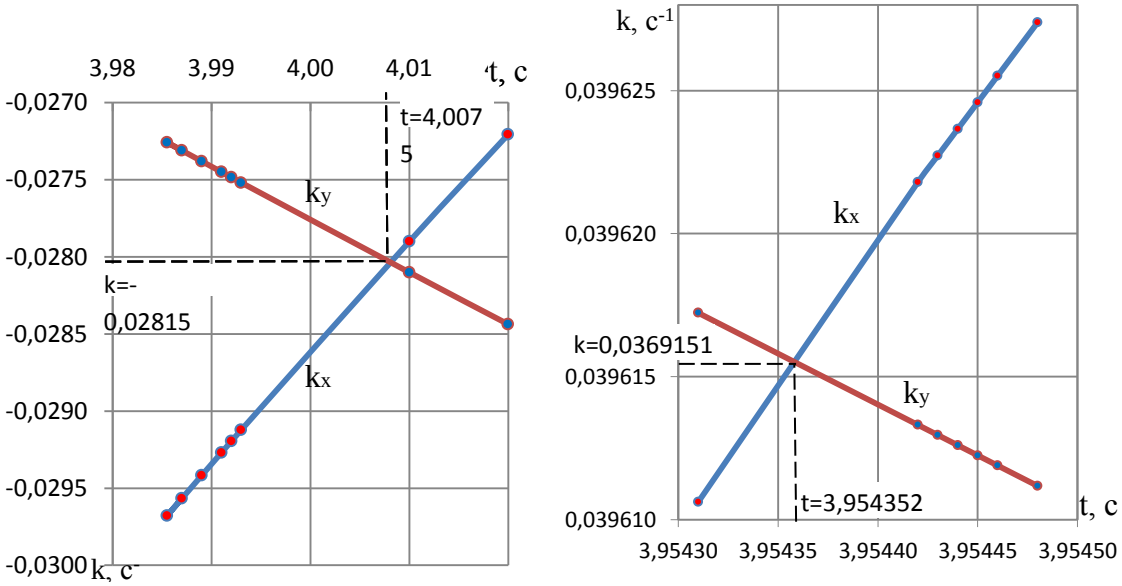


Рис. 1. До визначення k і t на ділянці входу в лівий поворот і на ділянці виходу з лівого повороту

На рисунку 2 наведені траєкторії входу в лівий поворот трактора МТЗ-82, визначені за допомогою рівнянь (1). Тут 1, 2 і 5 – колові траєкторії з радіусом кола 3,55 м; 5,33 м і 26,66 м відповідно. Крива 3 – вхід в поворот із змінними курсовим кутом і радіусом кривизни траєкторії, а лінія 6 означає прямолінійний рух з постійною швидкістю υ=1 м/с.

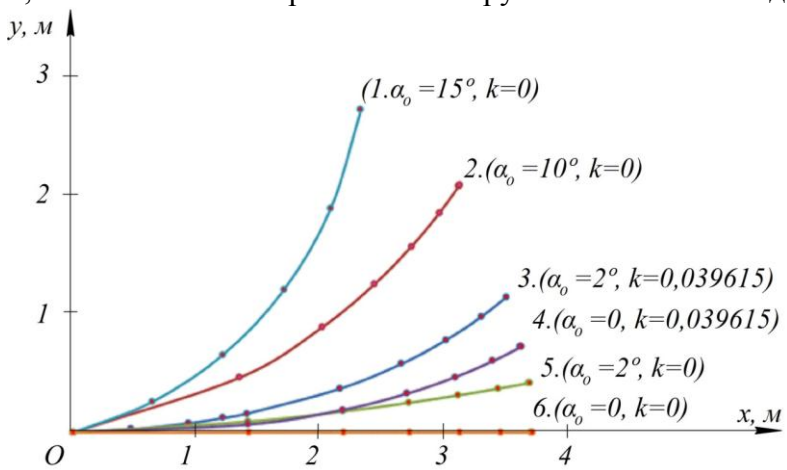


Рис. 2. Траєкторії входу в лівий поворот, побудовані за рівняннями (1) при різних значеннях основних параметрів.

Як видно, рівняння (1) придатні для визначення всіх можливих маневрів колісної машини і при будь-яких значеннях вихідних параметрів. Єдине обмеження при використанні цих рівнянь обумовлене припущенням sinα=α, яке допустиме наближено при α<30°, і яке впливає на траєкторію колового руху при значеннях курсового кута за означеною межею.

На рис. 3 побудовані дві траєкторії при α_o=15° і k=0. Траєкторія 1 розрахована за рівняннями (3):

$$\tilde{o} = \frac{\ell}{\alpha_{\hat{i}}}\left[\sin(\alpha_o + \varphi) - \sin\alpha_o\right],\ y = -\frac{\ell}{\alpha_o}\left[\cos(\alpha_o + \varphi) - \cos\alpha_o\right]. \quad (3)$$

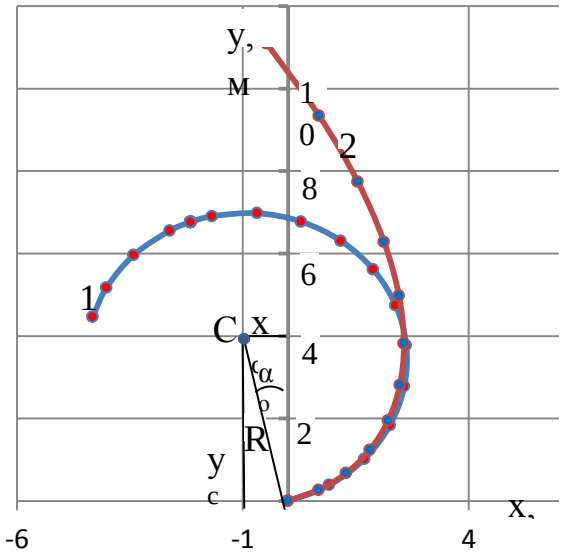


Рис. 3. Траєкторії колового руху: 1 – за рівняннями (3); 2 – за рівняннями (1).

Без урахування відведення коліс це ідеальне коло радіусом R=3,55 м (α_o=15°) з координатами центра x_c=Rsinα_o; y_c=Rcosα_o. Траєкторія 2 на рис. 3 побудована за рівняннями (1). Вона з достатньою точністю співпадає з кривою 1 в означених вище межах параметрів α і φ.

Література

1. Мельник В. І. Аналітичний спосіб дослідження криволінійного руху чотирьохколісної машини (Analytical method of examining the curvilinear motion of a four-wheeled vehicle). В. І. Мельник, М. Я. Довжик, Б. Я. Татьянченко, О. О. Соларьов, Ю. В. Сіренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. Прикладна механіка. Вип. 3, № 7 (87), (2017). С. 59-65.

105. Б.Я. Татянченко, к.т.н., доцент, А.Н.Калнагуз, Сумской национальный аграрный университет

О НАПРАВЛЯЮЩИХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ РАЗГОННЫХ УСТРОЙСТВ

Разработка конструкций и проектирование центробежных разгонных устройств связаны с решением двух основных задач, часто требующих противоположных подходов, – это минимизация работы сил трения между рабочим материалом и поверхностью лопаток с целью уменьшения их износа и снижения энергозатрат и обеспечения требуемой скорости частиц на выходе. С этой точки зрения больше возможностей у криволинейных направляющих по сравнению с прямыми лопатками. Если варианты прямых лопастей ограничиваются только их ориентацией относительно центра вращения ротора, то для криволинейных лопаток имеется еще и возможность изменять радиус кривизны. Из трех видов центробежных разгонных аппаратов роторного типа которые используются для сообщения скорости газу, жидкости, суспензии и твердым частицам, последние исследованы не столь всесторонне, как остальные, хотя они нашли большое

распространение в разных отраслях техники. В литературе встречаются попытки отыскания так называемых оптимальных траекторий, которые решают указанные выше задачи [1]. При этом очень часто вопрос сводится к минимизации времени движения частиц в поле центробежных сил. Это так называемая задача о брахистохроне, решение которой предлагаются как в плоской постановке [2, 3], так и в виде пространственных вариантов [4, 5].

Однако следует отметить, что при движении твердой частицы по вращающемуся криволинейному профилю, изогнутому выпуклостью в направлении вращения (отрицательная кривизна), к нормальной силе, вызываемой кориолисовым ускорением, прибавляется еще и нормальная составляющая центробежной силы инерции. Поэтому главным недостатком таких аппаратов является износ и разрушение разгоняемых частиц, а также истирание рабочих органов (лопаток) вследствие повышенного трения между рабочим телом и лопаткой. В случае, когда направляющая лопасть изогнута в сторону, противоположную направлению вращения ротора (положительная кривизна) имеют место значительные потери скорости частиц на выходе, в то время как именно скорость является определяющим фактором при разгоне твердых частиц.

В данной работе сделана попытка оценить энергетические затраты, связанные с работой сил трения между частицами материала и рабочей поверхностно изогнутой направляющей.

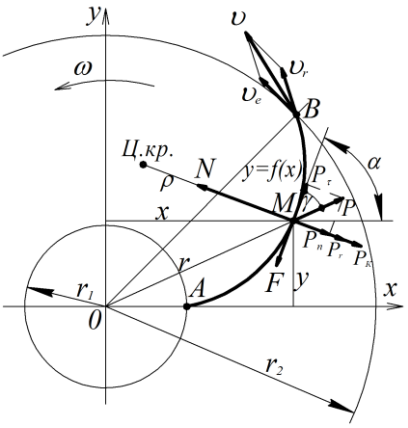


Рис. 1. К определению нормальной реакции направляющей с положительной кривизной.

Пусть материальная точка *M* массой *m* движется под действием центробежной силы в плоской криволинейной направляющей *y=f(x),* котораяравномерно вращается с угловой скоростью *ω.*

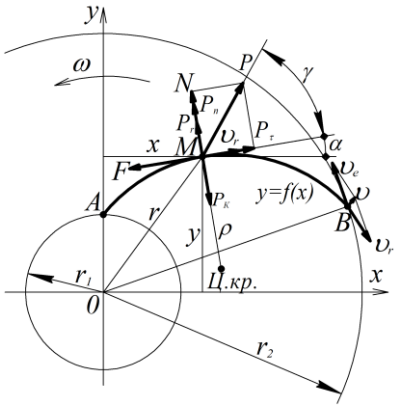


Рис. 2. К определению нормальной реакции направляющей с отрицательной кривизной.

Дифференциальные уравнения движения несвободной материальной точки в неинерциальной системе координат *xOy* в форме Эйлера (рис. 1, 2) имеют вид:

$$m\frac{d^2S}{dt^2} = P_\tau - F; \qquad (1)$$

Если траектория движения точки является произвольной функцией *y=f(x),* а радиус-вектор *r* точки в момент времени *t*, отсчитываемого от t_0=0 в точке *A*, то с учетом очевидных соотношений

$$P_\tau = P\cos\gamma = m\omega^2\frac{x+yy^/}{\sqrt{1+y^{/2}}};\ P_n = Psin\gamma = m\omega^2\frac{y-xy^/}{\sqrt{1+y^{/2}}}; \qquad (2)$$

из второго уравнения системы (1) получим выражения для реакции *N* и работы силы трения:

$$A = \int_{r_1}^{r_2} fNdS = fm\int_{r_1}^{r_2}\left[\pm 2\omega\upsilon_r + \frac{\upsilon_r^2\left|y^{//}\right|}{(1+y^{/2})^{3/2}} \pm \omega^2\frac{y-xy^/}{\sqrt{1+y^{/2}}}\right]dS, \qquad (3)$$

где f – коэффициент трения между материалом и поверхностью лопатки. Тут $N = P_K \pm P_n \pm P_r$, при этом положительные значения сил принимаются в случае, когда радиус кривизны лопатки положительный (рис. 1).

Из выражения (3) следует, что, независимо от формы кривой *y=f(x),* в случае отрицательной кривизны лопатки нормальную реакцию можно уменьшить лишь за счет уменьшения радиуса кривизны ρ. Однако это ведет к увеличению угла между переноской скоростью υ_e и относительной скоростью υ_r на выходе из ротора. Абсолютная скорость υ при этом уменьшается, следовательно, ротор не выполняет своего предназначения, т.е. вместо разгона он тормозит материал. При использовании направляющих с противоположной кривизны (рис. 2) резко увеличивается нормальная реакция *N*, хотя абсолютная скорость на выходе ожидается большой. Затраты энергии при этом также увеличиваются. Кроме этого, возникает опасность заклинивания материала. Условие заклинивания можно получить из очевидного соотношения между движущей силой P_τ и силой сопротивления или силой трения: $P_\tau = m\omega^2 r\cos\gamma \le f(P_K + P_n + P_r)$.

Учитывая приведенные выше выражения для сил и принимая упрощенные значения относительной скорости $\upsilon_r = \omega r$, получим условие для приблизительной оценки опасности заклинивания в зависимости от радиуса кривизны ρ: $cos\gamma \le f\left(\frac{r}{\rho} + \sin\gamma + 2\right)$. Далее, принимая во внимание, что $\frac{d^2S}{dt^2} = \upsilon_r\frac{d\upsilon_r}{dS} = \frac{\upsilon_r\upsilon_r^/}{\sqrt{1+y^{/2}}}$, а также с учетом (3) из первого уравнения исходной системы (1) получим уравнение, из которого можно найти относительную скорость υ_r, если известна функция кривой *y=f(x):*

$$\upsilon_r\upsilon_r^/ = \omega^2(x+yy^/) - f\left[\frac{\upsilon_r^2\left|y^{//}\right|}{1+y^{/2}} + 2\omega\upsilon_r\sqrt{1+y^{/2}} - \omega^2(y-xy^/)\right].$$

Таким образом, криволинейные направляющие любой формы не позволяют ощутимо снизить силы трения или не обеспечивают необходимую абсолютную скорость частиц из твердого материала на выходе из ротора, что не соответствует назначению этих машин. Следовательно, необходимо уменьшать кривизну направляющих или обратится к варианту прямых лопастей.

Список использованной литературы

1. Шатохин В.М., Шатохина Н.В. Оптимальные траектории точки, перемещающейся под действием центробежной силы инерции. Харьковский политехнический институт. Статья в журнале «Восточно-европейский журнал передовых технологий». Издательство «Технологический центр», Харьков, том. 4. № 7(58), стр. 9-14.-2012.

2. Семкив О.М. Исследование движения частицы грунта по лопатке с профилем оптимальной формы в поле центробежных сил инерции / О.М. Семкив, В.М. Шатохин, А.Н. Попова // Міжвідомчий науково технічний збірник "Технічна естетика і дизайн".– К.: КНУБА.– 2012. – Вип. 11. – С. 165–174.
3. Шатохін В.М. Удосконалення форми лопаті роторного розкидача ґрунту для гасіння лісових пожеж / В.М. Шатохін, О.М. Семків, А.М. Попова. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. – Львів: ЛДУ БЖД. – 2012. – Вип. 21. – С. 188–194.
4. Шатохин В. М. Построение пространственных лопаток грунтометателя с помощью брахистрон для поля центробежных сил инерции / В.М. Шатохин, О.М. Семкив, А. Н. Попова // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – Київ: КНУБА. – 2013. – Вип. 5 – С. 143–152.
5. Гладков С.О. К теории движения шарика по вращающейся брахистохроне с учетом сил трения / С.О. Гладков, С.Б. Богданова // Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та. – Москва: Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет (МАИ). – 2017. – Вип. №2.

106. О.В. Семерня, Сумський національний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСПИЯТЛИВИХ УМОВ ПРАЦІ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ОПЕРАТОРА САМОХІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ТРАКТОРІВ

Використання сучасної сільськогосподарської техніки пов'язане з несприятливими умовами праці на робочому місці операторів. Саме умови праці є пріоритетним об'єктом управління для розв'язання завдань безпеки і збереження здоров'я працівників. Відповідно до термінів і визначень МОП умови праці — сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, у яких здійснюється трудова діяльність людини.

Завдання, які необхідно вирішити лежать на стику ряду інженерних наук: тракторного, сільськогосподарського машинобудування, гігієни праці, теплофізики, кліматології, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря і т.п. [1, 2].

Одним із найважливіших показників технічного рівня самохідних сільськогосподарських машин є забезпечення безпеки праці операторів шляхом створення в кабінах сприятливого мікроклімату та виконання при цьому санітарних норм по чистоті повітря на робочому місці. Для того щоб фізіологічні процеси в організмі людини протікали нормально, необхідна постійна температура тіла (близько 36,6°С).

У гігієнічному відношенні мікроклімат є комплексом фізичних факторів навколишніх умов, здатних впливати на тепловий стан організму і його терморегуляторні реакції. Ці фактори - температура, вологість, швидкість руху повітря і промениста теплота (інфрачервоне випромінювання).

Велике значення має також запиленість повітря і наявність в ньому шкідливих домішок, які виникають під час проведення робіт.

Контакт зі шкідливими виробничими чинниками не обмежується завантаженням, перевезенням мінеральних добрив та обприскуванням рослин хімічними засобами захисту[3, 4].

До шкідливих чинників відносяться також робота на відкритому повітрі, шумо-вібраційне навантаження, багатокомпонентне хімічне забруднення робочих місць, зумовлена безперервністю роботи, тяжкість і напруженість праці, переважно статичне навантаження і висока нервово-емоційна напруженість, що призводять до розвитку астеновегетативного синдрому і зниження професійної працездатності у механізаторів.

При зниженні температури повітря в кабіні нижче 10°С підвищується кількість помилок, знижуються швидкість перцептивно-моторних реакцій і функція уваги.

Несприятливий температурний режим в кабінах тракторів та самохідних сільськогосподарських машин як в теплу, так і в холодну пору року призводить до

зниження функції уваги у механізатора: високі температури в кабіні призводить до порушення процесу терморегуляції організму оператора; в холодну пору року часто настає переохолодження, переважно на початку зміни.

При цьому основну роль у визначенні теплового стану організму грають температура повітря і інтенсивність теплового опромінення. Для цього організм людини повинен постійно віддавати тепло що виробляється в навколишнє середовище.

Мікроклімат в кабіні самохідних сільськогосподарських машинах повинен відповідати наступним вимогам: - температура повітря в теплий період не більш - температури 26° С навколишнього повітря на 2 ... 3° С, але не нижче + 14° С і не вище +28° С; - в холодну пору року (від -10 до -20° С) температура не нижче + 14° С; - рухливість повітря в кабіні при вентиляції не перевищує 1,5 м / с; - повітря, що подається в кабіну, чисте і не містить пилу.

Однією з найважливіших складових завдання для поліпшення продуктивності праці є забезпечення ергономічних показників та оптимальних оточуючих умов при виконанні механізованих робіт у сільському господарстві:

– зручність робочої пози оператора, раціональність компонування приладів керування, величини і спрямованості робочих зусиль;

– зручність сприйняття інформації; ефективність слухової, зорової та іншої інформації, сигналізації, оформлення шкал, ергономічної обґрунтованості кольору згідно з психофізіологічними вимогами;

– зручність обслуговування;

– простота профілактичної підтримки працездатності агрегату (зручність і безпеки обслуговування, відповідність вимогам технічної гігієни);

– комфортність перебування на робочому місці;

– наявність сприятливих умов праці механізатора (зручність розташування приладів і органів керування, ефективність роботи систем вентилювання, освітлення, низькі рівні шуму і вібрації тощо).

Для вирішення проблеми створення безпечних та здорових умов необхідно систематизувати та узагальнити досвід досліджень і інженерних рішень в області забезпечення нормального мікроклімату в кабінах машин. А цей досвід показує, що застосування науково обґрунтованих технічних рішень дозволяє створити в кабінах самохідних машин сприятливий мікроклімат[5].

Для створення безпечних та нешкідливих умов праці з метою підвищення продуктивності праці, забезпечення сприятливого мікроклімату в кабінах водіїв самохідних машин та тракторів необхідно вирішити організаційні заходи: проведення атестації робочих місць, навчання роботи з небезпечними речовинами, використання засобів індивідуальних засобів захисту, контроль за виконанням технологічного процесу та режимом роботи і відпочинку.

Дуже складні завдання технічного плану, а саме: розробка комплексів систем життєзабезпечення в кабінах сільськогосподарської техніки, що підтримують нормальні умови життєдіяльності людини в кабіні і роботи приладів, агрегатів і машин: в необхідних межах тиск повітря і швидкість зміни цього тиску; температуру, вологість, швидкість і витрата повітря; рівні шуму і вібрацій; парціальний тиск кисню, вуглекислого та інших газів; очищення повітря від аерозольного, хімічного, біологічного, пилового та іншого забруднення. Ці системи повинні здійснювати дезодорацію, озонування, іонізацію повітря.

Встановлення пристроїв штучного мікроклімату, які повинні відповідати вимогам простоти конструкції, теплоізоляція кабіни, ергономічним вимогам до сільськогосподарських машин і агрегатів, мати невисоку вартість виготовлення, можливості обслуговування персоналом невисокої кваліфікації, зберігання під відкритим небом і т.д. Вони повинні забезпечувати розрахункові умови при постійно мінливих

режимах роботи машини, в різні час дня і періоди року і т.п. Останнім часом в цій області розгорнулися широкі дослідження, в яких беруть участь спеціалізовані науково-дослідні інститути, та КБ різних заводів [6, 7].

Література/

1.Лук'яненко В.М. Аналіз вимог до мікроклімату на робочому місці оператора мобільної сільськогосподарської техніки / В.М. Лук'яненко, І.В. Галич // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, випуск 93, «Механізація сільськогосподарського виробництва», Вісник ХНТУСГ, Випуск 93, Том 2, 2010. – С. 232-247.

2. Башкирёва А.С. Профилактика ускоренного старения работающих во вредных производственных условиях/ А.С. Башкирёва, С.С. Коновалов. – СПб: Издательство «Прайм-Еврознак»,2004. – 224 с.

3. Михайлов М.В. Микроклимат в кабинах мобильных машин/ Михайлов М.В., Гусева С.В. –М: Машиностроение, 1977. – 230 с.

4. Верещагин С.Б. Исследование климатических условий работы водителя. – М.: МАДИ (ГТУ), 2009.

4. Тарасенко С.Е. Усовершенствование конструкции кабины с улучшением микроклимата для самоходной сельскохозяйственной техники: Дис. канд.техн. наук. – К., 2005. – 181 с.

5. Голубева Ю.В. Автоматизированные средства нормализации микроклимата в кабинах мобильных сельскохозяйственных агрегатов: Дис. канд. техн. наук: 05.20.01, 05.13.06. М. – 116 с.

6. ISO 7243:1989 Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature).

7. ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment – Analytical determinationand interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.

107. О.В. Семерня, Сумський національний аграрний університет

УПРАВЛІННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ МЕХАНІЗАТОРА

Сучасне аграрне виробництво характеризується підвищеним ризиком отримання травм і розвитку професійних хвороб під час виконання механізованих робіт, про що свідчить статистика нещасних випадків за останні роки в АПК.

При аналізі виробничого травматизму в останні роки зафіксовано що щорічно у агропромисловому комплексі на 7 нещасних випадків один призводить до смертельного наслідку. Ризик отримати виробничу травму, або професійне захворювання в аграрному секторі України в декілька разів вищий, ніж у європейських країнах [1].

За даними Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України, протягом останніх років спостерігається тенденція до зниження виробничого травматизму. Так, у 2017 році порівняно з 2016 роком кількість нещасних випадків на виробництві зменшилась на 7,09 %, (2016 рік – 578 нещасних випадків в т.ч. 83 з смертельним наслідком; 2017 рік -537 нещасних випадків в т. ч. 75 з смертельним наслідком) але серед причин настання нещасних випадків більшість нещасних випадків трапляються через незадовільну організацію виконання робіт – 15…16 %; порушення трудової і виробничої дисципліни – 11…12%; порушення технологічного процесу – 10 %; недоліки в навчанні безпечним методам праці – 8…9 % та з інших причин. Друге місце посідають психофізіологічні причини (близько 23 % загальної кількості), до яких і належить стрес на робочому місці [2].

Більшість стресових ситуацій у сільськогосподарському виробництві виникає через масу психосоціальних чинників, обумовлених конкретною комбінацією трудових, організаційних і соціальних особливостей робочого місця механізатора, необхідністю

здійснювати професійну діяльність за умов дефіциту часу, високої відповідальності за безаварійність роботи, за життя та здоров'я людей, монотонна механічна робота, а також пов'язаним з виробничим середовищем (підвищеним рівнем шуму, вібрації, високими чи низькими температурами середовища, рівнем освітленості, якості повітря та ін..).

Ці обставини, як чинники психоемоційного стресу, можуть приводити до розвитку патології системи кровообігу, нервової, ендокринної та інших систем організму механізатора. У тривалій перспективі стрес на робочому місці може призвести до виникнення безсоння, емоційного занепокоєння, мігрені, хронічної втоми, депресії, алергії, захворювань опорно-рухового апарату, гіпертонії, виразкової хвороби шлунку, захворювань серцево-судинної системи, серцевого нападу, нещасного випадку та навіть самогубства.

Усі зазначені наслідки стресу на робочому місці механізатора негативно впливають на діловий імідж та конкурентоспроможність підприємства, а в грошовому еквіваленті призводять до значних фінансових втрат.

Метою управління охороною праці є забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Ця мета досягається виконанням відповідних функцій управління, тобто комплексом взаємопов'язаних впливових дій, що здійснюється суб'єктом управління цілеспрямовано на об'єкт управління

В сільськогосподарському виробництві, а саме у рільництві, незважаючи на науково-технічний прогрес, широку механізацію процесів, впровадження прогресивних технологій, зберігаються особливості, що відрізняють сільськогосподарську працю від промислової - несприятливий мікроклімат, підвищені рівні шуму, вібрації, запиленість і загазованість повітря робочої зони, у т. ч. компонентами палива, пестицидами і мінеральними добривами, статичні м'язові навантаження із-за нераціонального пристрою робочого місця, надають несприятливий вплив на організм, що зумовлюють високу фізіологічну вартість праці Наслідком цього є прискорення процесів професійного "старіння", що виражається в погіршенні показників здоров'я механізаторів, підвищення рівня загальної і професійної захворюваності.

У сформованій ситуації першочерговим завданням є збереження робочої сили на селі, основу якої складають механізаторські кадри, продовження періоду активної трудової діяльності. Використання високопродуктивної техніки і прогресивної технології, нових форм організації праці вимагає подальшого вивчення фізіолого-гігієнічних аспектів підвищення працездатності, сезонності робіт, що проводяться з урахуванням психосоціальних навантажень і комплексу виробничих факторів, що впливають, а також ергономічного вдосконалення сільськогосподарської техніки.

Важливими для сільськогосподарського виробництва є завдання по розробці засад соціально – гігієнічного моніторингу умов праці та стану здоров'я працівників АПК, які за умовами праці, (а також завдяки специфіки виконання робіт і недостатній кількості та низькій якості засобів колективного та індивідуального захисту) є, найменш захищеними у державі.

Беручи до уваги аналіз стану охорони праці в АПК, можна визначити пріоритетні напрямки працеохоронної роботи - однією з основних причин високого рівня виробничого травматизму і професійної захворюваності в агропромисловій галузі є недостатня навченість працівників з питань охорони праці через неякісне (формальне) проведення інструктажів та інших видів навчань; - необхідно розширити співпрацю служб охорони праці різних рівнів з Державною службою з питань праці та соціальними партнерами з питань профілактики виробничого травматизму та профзахворювань; - систематично аналізувати інформаційні дані, сформовані шляхом системного дослідження статистичних даних показників, що дають повне і глибоке уявлення про стан травматизму, обставини та причини його виникнення, найбільш травмонебезпечні професії працівників, їх вік, стаж роботи, рівень профпідготовки та інші показники.

У сучасних економічних, політичних і соціальних умовах, що склалися в Україні, важливо під час планування своєї господарської діяльності враховувати наслідки ризиків, від яких страждають працівники, отриманих на робочому місці та за межами підприємства.

Захистити і зміцнити здоров'я, добробут і продуктивність як всього колективу, так і кожного окремого працівника неможливо без добре спланованої програми, яка пом'якшить згубні наслідки небезпек і, що більш важливо, попередить їх.

Ефективна програма профілактики ризиків на робочомумісці вимагає належного виявлення всіх небезпечних факторів і оцінки виконуваної роботи. Цю оцінку слід здійснюватисистематично на основі інформації працівників про будь якіситуації, які можуть стати причиною прояву небезпечних чинників[3].

Для попередження несприятливого впливу шкідливих професійних факторів на робітників агропромислового комплексу та для забезпечення успішного функціонування охорони праці необхідно розробити ефективні профілактичні заходи та забезпечити необхідні умови праці. А саме: навчання персоналу при роботі з пестицидами (перевезенні, внесенні в грунт, розпилюванні); впровадження у всі галузі сільськогосподарського виробництва індустріальних технологій, автоматизація і механізація трудомістких процесів; удосконалення конструкцій сільськогосподарської техніки; створення нормальних мікрокліматичних умов праці на робочому місці; проведення атестації робочих місць, правильна організація праці, впровадження фізіологічно раціональних режимів праці і відпочинку, фізичної культури; застосування засобів індивідуального захисту; проведення попередніх і періодичних медичних оглядів працюючих; зменшення часу роботи працюючих в шкідливих умовах праці; проведення лікувально-профілактичних заходів; посилення відповідальності роботодавців і керівників виробництва за станом умов праці та її безпеки [4].

Заходи профілактики, спрямовані на зниження можливоговпливу психосоціальних ризиків і стресу на здоров'я механізаторів,слід реалізовувати в рамках загального процесу управлінняризиками.

Необхідно врахувати міжнародний досвід у сфері охорони праці та застосування його в агропромисловому секторі,впровадити концепцію ризик-орієнтованого підходу на виробництві, створити єдину інформаційну базу даних, що дозволить перевести окремі процеси – ведення документообігу, обліку устаткування машин, робіт підвищеної небезпеки, в автоматичний режим

Література

1. Шевченко О.О.Аналіз стану та актуальні задачі охорони праці в аграрному виробництві / Шевченко О.О., Гаврилюк В.І., Войналович О.В. // Матеріали тез Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління» 4-6 червня 2009 р. / За ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь: ТДАТУ, 2009. – С. 373–376.

2. ВойналовичО.В.Аналіз причин травмування працівників на механізованих процесах у рослинництві / О.В. Войналович, І.М. Подобєд // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2006. – Вип. 45. – С. 138–143.

3. Войналович О.В.Багатофункціональна система відстеження стану виробничого травматизму в аграрному виробництві / Войналович О.В., Подобєд І.М., Сліпачук О.А. // Вісник ННДІОП. – 2006. – № 17. – С. 7–11.

4. Подобєд І.М. Виявлення потенційних небезпек, як складова зниження виробничого травматизму та професійних захворювань в АПК / І.М. Подобєд // Проблеми охорони праці в Україні. – К.: ННДІОП, 2006. – Вип. 12. – С. 17–24.

108. М.В. Горовий, Сумський національний аграрний університет

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ JOHN DEERE СЕРІЙ W І 9000WTS/CTS ДЛЯ ВАЖКИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

У роботі приводиться опис усіх регулювань і спеціальних пристосувань, які необхідні для оптимізації роботи комбайна при збиранні урожаю [1].

Підбарабання. Усі ми знаємо, що підбарабання відноситься до тих вузлам комбайна, які, як правило, вимагають заміни через певні проміжки часу, а іноді всього лише раз протягом усього терміну служби комбайна.

Проте, у питанні продуктивності комбайна підбарабання є найважливішим вузлом. І його правильний вибір позбавить не тільки від зайвих турбот і роботи з оптимізації машини в сезон збирання, але й від додаткових витрат.

Вам на вибір пропонуються три різні типи підбарабання (рис. 1): підбарабання з великим перерізом дроту (рис. 1, а); підбарабання із малим перерізом дроту (рис. 1, б); універсальне підбарабання (рис. 1, в).

Кожний тип підбарабання має свої переваги й недоліки, і жодне з них не зможе забезпечити оптимальну продуктивність комбайна при різних умовах збирання й для різних видів культур. Тому ефективність роботи залежить від вибору підбарабання такого типу, який найбільше точно підходить під певні умови.

Підбарабання з великим перерізом дроту - забезпечує оптимальну продуктивність при збиранні високоврожайних культур і в тяжких умовах збирання.

а) б) в)

Рис. 1. Підбарабання.

Існує ризик надлишкового навантаження на систему зерноочистки при збиранні сухих культур.

Підбарабання із малим перерізом дроту - регулює кількість рослинної маси, що розподіляється в зоні очищення. Поліпшує обмолот пшениці і ячменя в тяжких умовах збирання, за рахунок чого підвищується загальна пропускна здатність комбайна. Знижує до мінімуму навантаження від полови при збиранні сухих культур.

Універсальне підбарабання рекомендується для комбайнів серій 9000WTS і W при збиранні вологих і молодих соломистих культур. При збиранні сухих рослин існує ризик надлишкового навантаження на очищення. Кількість полови можна регулювати за допомогою вкладишів підбарабання, але, у порівнянні з підбарабанням з великим перерізом дроту, кількість полови може збільшитися навіть при використанні вкладишів.

Універсальне підбарабання не рекомендується застосовувати на комбайнах серії Т.

При використанні підбарабання із малим перерізом дроту при збиранні кукурудзи, гороху або бобів можливе засмічення підбарабання й вихід з ладу молотарки.

Вкладиші підбарабання (рис. 2) дозволяють регулювати кількість рослинної маси, що відокремлюється в молотильному барабані, і якість зерна залежно від стану культури.

Установка вкладишів дозволяє знизити кількість рослинної маси, що відокремлюється в очищенні.

Рис. 2. Підбарабання з вкладишами.

Демонтуйте вкладиші, якщо сепаратор перешкоджає роботі комбайна з максимальною продуктивністю – це дозволить збільшити кількість рослинної маси, що відокремлюється в підбарабанні.

Посилюючий брус (рис. 3). Установка посилюючого бруса дозволяє підвищити загальну продуктивність комбайна. Посилюючий брус рекомендується застосовувати при збиранні щільних, високоврожайних культур, або коли потрібно більш м'який обмолот.

Застосування посилюючого бруса рекомендується при важких режимах обмолоту.

Рис. 3. Молотильний апарат з посилюючим брусом.

При наявності посилюючого бруса можна задавати більш низьку швидкість обертання молотильного барабана при збереженні високого рівня загальної продуктивності комбайна.

Лазерний датчик колосового елеватора (рис. 4).

Рис. 4. Лазерний датчика на корпусі елеватора.

Установивши 2 лазерних датчика з кожної сторони корпуса елеватора, можна одержите можливість визначати кількість рослинної маси в колосовому елеваторі. Це дозволяє реагувати на мінливий стан рослинної маси – збільшення або зменшення обсягу незернової частини врожаю. Установка датчиків дозволяє усунути небезпеку надмірного навантаження на очищення під час роботи комбайна без участі механізатора.

Сталеві лопатки зернового елеватора (рис. 5) запобігають скупчуванню рослинної маси й забивання елеватора.

Сталеві лопатки рекомендується використовувати при збиранні вологих культур. Комплект складається з 3 сталевих лопаток, що монтуються зверху на стандартній гумовій лопатці.

Рис. 5. Лопатки зернового елеватора з сталевою пластиною.

Сталева пластина встановлюється на кожну 11-у лопатку елеватора. Для збирання у вкрай важких умовах може знадобитися установка 2 комплектів сталевих лопаток, які в подібних випадках монтуються на кожній 6-ій лопатці елеватора.

Використана література

1. Маркетинговый бюллетень по запчастям. Джон Дир Агрикалчерэл Холдингз, Инк. Выпуск 65/ 4.07.2011г

109. А.В. Саєнко,А.А Саєнко, аспірант, Сумський національний аграрний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АГРЕГАТІВ ПРИ ПОСІВІ

В сучасному сільськогосподарському виробництві при комплектуванні посівних агрегатів виникають питання, який трактор використовувати з конкретною сівалкою або посівним комплексом, і навпаки, яку сівалку використовувати з конкретним трактором. Найчастіше в умовах виробництва цю задачу вирішують методом спроб і помилок. Вирішити цю задачу допоможе попереднє визначення техніко-економічних показників розрахунковим шляхом.

Нами були проведені розрахунки чотирьох агрегатів з вітчизняними сівалками і посівними комплексами. При проведенні розрахунків враховували значення буксування рушіїв трактора, визначене розрахунковим шляхом в залежності від тягового зусилля та коефіцієнту зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом.

Вихідні дані для розрахунків приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 . Вихідні дані для розрахунків.

№ п/п	Марка трактора	Потужність двигуна, кВт	Сівалка або посівний комплекс	Ширина захвату, м	Ширина міжряддя, см	Робоча швидкість, км/год	Маса сівалки., кг	Об'єм бункера для зерна, $м^3$	Об'єм бункера для добрив, $м^3$
1.	МТЗ-82	60	Астра 4	4	15	12	2260	0,83	0,4
2.	МТЗ- 923	95,2	Астра 6	6	15	12	3050	1,2	0,6
3.	ХТЗ-17221	132,4	Златник	6	15	10	6000	3,0	2,0
4.	ХТЗ-243	177	Orion 9,6	9,6	20	12	15300	5,2	4,4

Розрахунок техніко-експлуатаційних показників агрегатів проводимо за наступним алгоритмом (рис. 1.)

Таблиця 2. Результати розрахунків для довжини гонів 1200 м.

№ п/п	Трактор	Сівалка, або посівний комплекс	Робоча швидкість, км/год	Коефіцієнт використ. тягового зусилля трактора	Коефіцієнт використ. часу зміни	Годинна продукт. га/год	Витрата палива , кг/га	Експлуата-ційні витрати, грн./га
1.	МТЗ-82	Астра 4	11,16	0,57	0,75	3,35	2,26	345,88
2.	МТЗ- 923	Астра 6	10,88	0,54	0,74	4,82	1,72	358,62
3.	ХТЗ-17221	Златник	9,7	0,63	0,81	4,75	3,89	1208,40
4.	ХТЗ-243	Orion 9,6	10,0	0,90	0,78	7,57	4,10	738,86

В результаті досліджень нами розроблене вдосконалення методики розрахунку техніко-економічних показників агрегатів для посіву озимої пшениці, а саме враховано буксування рушіїв трактора та коефіцієнт завантаженості двигуна, визначений через коефіцієнт використання тягового зусилля трактора.

Так як машинний парк потребує постійного оновлення - результати аналізу можуть бути використанні сільськогосподарськими підприємствами для вибору раціональних машинних агрегатів для посіву озимої пшениці.

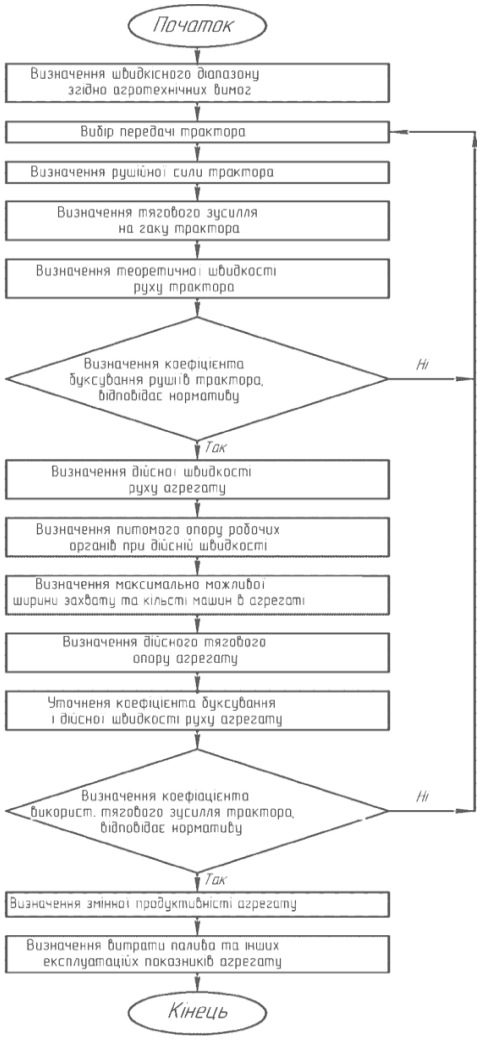


Рис. 1. Алгоритм розрахунку техніко-експлуатаційних показників агрегатів.

110. Г.С. Головченко, О.М. Калнагуз, Сумський національний аграрний університет

ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА ВІД МАГНІТНОГО ПОРОШКУ ПІСЛЯ ОБРОБКИ НА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ НАСІННЄОЧИСНИХ МАШИНАХ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕШІТ ТА ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Очищення насіння цукрового буряка від дикої редьки можна досягти на електромагнітних насіннєочисних машинах. При цьому на насіннях цукрового буряка залишається деяка кількість магнітного порошку. Висів насіння цукрового буряка з залишковою кількістю магнітного порошку буде призводить до поступового насичення грунту останнім, що може привести до негативного впливу на родючість грунту. Тому є необхідність по очищенню насіння цукрового буряка від магнітного порошку.

Метою дослідження є визначення способу і раціональних режимів очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку.

Вихідний матеріал після очищення від магнітного порошку характеризувався коефіцієнтом захоплення порошку, який уявляє собою відношення в відсотках маси порошку, що утримується поверхнею насіння, до маси досліджуваного зразка.

Очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку відбувалось:

1) струшуванням їх вручну на решетах протягом трьох хвилин обережним коливанням в чотирикратній повторності;

2) на решітній частині машини при частоті обертання колінчастого вала решітного стану в межах 320 – 500 хв$^{-1}$ в чотирикратній повторності;

3) в повітряному потоці при швидкості повітря 2,3 – 9,3 м/с в чотирикратній повторності. Показник винесення насіння цукрового буряка і дикої редьки визначався відношенням маси насіння, яке надійшло в верхній приймач, до маси насіння нижнього приймача.

Обробка експериментальних даних виконувалась в відповідності з рекомендаціями [1] з визначенням середньоарифметичного значення результатів дослідів $\overline{X}$, середньоквадратичного відхилення σ, коефіцієнта варіації V, абсолютної похибки m' та відносної похибки досліду α_0.

В табл. 1 та 2 наведені статистичні характеристики по обволіканню насіння цукрового буряка магнітним порошком та результати дослідів після струшування на решетах вручну.

Таблиця 1. Обволікання насіння цукрового буряка магнітним порошком

Показники	Статистичні характеристики	
	вихідного матеріалу	після струшування на решетах вручну
Коефіцієнт захоплення $K_з$, %	11,4	4,57
Середньоквадратичне відхиленняσ, %	0,49	0,52
Коефіцієнт варіації V, %	4,3	11,36
Абсолютна похибка досліду m', %	0,28	0,30
Відносна похибка досліду α_o, %	2,48	6,5

Аналіз даних табл. 1 показує, що на решетах при струшуванні вручну можливе очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку. Зменшення коефіцієнта $K_з$ відбулось з 11,4% до 4,57%. Більшого зменшення коефіцієнта $K_з$ не було досягнуто за причинами:

1) внаслідок міцного зв'язку насіння і магнітного порошку;

2) магнітний порошок, який видаляється, багатократно осідає на насіннях.

З метою покращення очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку при струшуванні на решетах можливе використання повітряного потоку.

В табл. 2 наводиться вихідний матеріал, який застосовувався для очищення на решітній частині машини.

Таблиця 2.Характеристика вихідного матеріалу

Матеріал	Маса, г	σ, г	*V*, %	*m′*, г
Цукровий буряк (до обволікання магнітним порошком)	2,11	1,53	72,5	0,48
Цукровий буряк (після обволікання магнітним порошком)	2,29	1,5	65,5	0,47

Виходячи із характеристики вихідного матеріалу цукрового буряка до і після обволікання, коефіцієнт $K_з$ = 8,4%.

В табл. 3 наведені результати досліджень по очищенню насіння цукрового буряка від магнітного порошку на решітній частині машини.

Таблиця 3.Результати очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку на решітній частині машини в залежності від частоти обертання колінчастого вала решітного стана

Частота обертання колінчастого вала решітного стана, хв.$^{-1}$	Коефіцієнт $K_з$, %	σ, %	*V*, %	*m′*, %
320	5,15	1,73	33,6	0,77
450	3,40	1,71	50,0	0,85
475	2,98	1,51	50,0	0,67
500	1,89	1,69	90,0	0,84

Коефіцієнт $K_з$ із збільшенням частоти обертання колінчастого вала решітного стану зменшився з 8,4% до 1,89%.

Після очищення насіння цукрового буряка на решітній частині машини з коефіцієнтом $K_з$ = 3,3% останнє було пропущене через повітряну колонку насіннєочисної машини (табл. 4). Швидкість повітряного потоку дорівнювала 3,9 м/с.

Таблиця 4.Результати очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку в повітряному потоці

Показники	Величина коефіцієнта $K_з$ (%) при повторності					
	1	2	3	4	5	Середнє
До очищення	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Після очищення	2,7	2,6	2,8	2,7	2,7	2,7
Різниця	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6

Як показують дані табл. 3 та 4, очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку на решітному стані шляхом струшування відбувається краще, ніж в повітряному потоці. На решітному стані коефіцієнт $K_з$ можна зменшити до 1,89%, а в повітряному потоці – до 2,7%.

Досліди показують, що після проходження насіння через решітну частину машини, повітряний потік (швидкість дорівнювала 3,9 м/с) зменшує коефіцієнт $K_з$ на 0,1%. Незважаючи на погане очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку в повітряному потоці в порівнянні з очищенням на решеті, яке коливається, цей метод можна використовувати на практиці.

Очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку можливе як на решітній частині машини, так і повітряним потоком. Кращі результати по очищенню досягнуті на решітній частині, але ж і вони не можуть задовольнити виробництво. Тому

необхідний подальший пошук способу очищення насіння цукрового буряка від магнітного порошку після обробки на електромагнітних насіннєочисних машинах.

Література

1.Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – М.: Колос, 1967. – 199 с.

2. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

111. П.М. Ярошенко, к.т.н, доцент, Сумський національний аграрний університет

ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ АГРЕГАТУВАННЯ НАВІСНИХ АГРЕГАТІВ

Навісні машини відрізняються від причіпних тим, що причіпні машини трактор буксирує, а навісні – несе на собі. Навісні знаряддя стають як би складовою частиною тракторів. Це дозволяє використовувати потужність тракторів не тільки для переміщення знарядь по полю, але і для регулювання їх роботи завдяки гідравлічній системі. Гідравліка не тільки переводить навісне знаряддя в робоче і транспортне положення, але і встановлює його на потрібну глибину обробітку ґрунту і автоматично підтримує її.

Навісні машини відрізняються меншою трудомісткістю виготовлення і в цьому відношенні є більш технологічними. Останнім часом спостерігається збільшення числа безмоторних збиральних машин (зернові, силосні та картоплезбиральні комбайни, пресс-підбирачі, кукурудзозбиральні комбайни), в яких немає самостійних двигунів, так як їх функції передані двигуну трактора або самохідного шасі. Такі машини простіше у виготовленні і мають меншу вагу. Трактор з навісною машиною з'єднують за допомогою відповідного вузла-замку, що належить навісний машині. Менші габарити, легке управління забезпечують навісним машинам більшу маневреність.

Навісні машини мають ряд переваг перед причіпними: вони на 30…35% легше причіпних машин того ж призначення, обслуговуються одним механізатором, мають більшу транспортну швидкість і завдяки кращій маневреності на 8…10% продуктивніші. Безпосереднє управління навісними машинами проводиться також механізатором [1].

На виготовлення навісних машин потрібно майже в 2 рази менше металу, ніж на виробництво причіпних. Впровадження навісних знарядь досі проводиться повільно, фактично до масового їх виробництва приступили тільки останнім часом.

Розрізняють два положення навісний машини: транспортне і робоче. В першому випадку на машину діє тільки сила ваги, яка повністю передається на колеса трактора. У другому випадку, крім ваги машини, доводиться враховувати ще реакції ґрунту, що діють на її робочі органи і опорні колеса.

При роботі з навісними машинами або знаряддями допускається збільшення навантаження (без підвищення тиску) до 20% на шини заднього і до 35% на шини передніх коліс.

При роботі з важкими навісними машинами (картоплесаджалками, дисковими боронами, буряковими сівалками та ін..) передня вісь трактора сильно розвантажується, у зв'язку з чим погіршується керованість. В зв’язку з цим ефективним способом збільшення зчіпної ваги є забезпечення механізмів навіски та її гідросистеми спеціальними пристроями, що дозволяють довантажувати ведучі колеса за рахунок частини ваги навісних знарядь і частини вертикальної складової реакції ґрунту, що впливає на робочі органи знаряддя.

Поряд з цим слід також зазначити, що не всі навісні машини, агрегатуються з тракторами різних типів, задовольняючи умовам поздовжньої стійкості.

Другим умовою, що обмежує вагу навісних машин, є так званий запас вантажопідйомності шин, який визначається як різниця між припустимим навантаженням на шину і навантаженням, що припадає на неї від робочої ваги трактора в статичному стані.

Для підвищення вантажопідйомності задньої навісної системи розкоси переставляють в додаткові отвори в поздовжніх тягах – ближче до задніх кінців.

Для збереження нормального підйому навісних машин розкоси, а також хвостовик заднього ВОМ вкорочуються.

В залежності від конструкції навісних систем вони можуть забезпечувати підйом і опускання навісних машин-знарядь, установку робочих органів знарядь на потрібну глибину і автоматично її підтримувати, задавати певне положення рами знаряддя відносно остова трактора. Крім того, гідравлічні системи деяких тракторів дозволяють механізатору автоматично приєднувати знаряддя до трактора, управляти причіпними машинами з вбудованими гідроциліндрами піднімати колеса від ґрунту, змінювати колію задніх коліс і коригувати навантаження на регулюючому колесі навісний машини.

В конструкції нижніх тяг задньої навісної системи передбачені телескопічні пристрої для полегшення приєднання навісних машин і знарядь до трактора, які дозволяють подовжувати тяги в межах 80 мм.

Трьохточкова схема навішування відрізняється достатньою жорсткістю приєднання навісний машини до трактора. Її використовують при роботі трактора з широкозахватними машинами, забезпечуючи їх стійке положення в поперечному напрямку на горизонтальній площині. Повороти агрегату з не піднятими машинами в цьому випадку не допускаються, так як можуть призводити до поломок.

Двохточкова схема навішування на відміну від трьохточкової допускає поперечні переміщення навісної машини відносно трактора.

Щоб при роботі на схилах навісні машини та знаряддя перебували в необхідному положенні, стандартний механізм навішування з'єднують з трактором через перехідник який повертається щодо поздовжньої осі важелями корекції та зв'язаний з бортовими редукторами.

Під час роботи з навісними машинами треба опускати машини в робоче положення тільки після закінчення повороту, коли трактор увійшов в загінку і рухається прямолінійно, а піднімати машини в транспортне положення – в кінці загінки, коли трактор рухається прямолінійно, поворот починати тільки тоді, коли всі робочі органи машини повністю вийдуть з ґрунту. Положення знаряддя відносно трактора визначається положенням поршня в силовому циліндрі.

Забороняється працювати з навісною машиною при ослаблених обмежувальних ланцюгах навісного пристрою.

Повертати трактор з навісними машинами слід плавно, рух і повороти трактора при ослаблених ланцюгах розтяжок не допускаються.

При роботі з навісними машинами лівий розкіс не регулюють: довжина його повинна бути постійною і рівною 515 мм [2]. Особливо це стосується орних агрегатів.

При роботі трактора з навісними машинами, у яких здійснюється примусове заглиблення, лівий підйомний важіль і ведучий важіль з'єднуються жорстко пальцем, встановленим у відповідні отвори.

Під час тривалих переїздів з навісними машинами необхідно перевіряти, чи не осідають штоки циліндрів.

Забороняється перебувати під навісний машиною (або на ній), піднятою в транспортне положення. При тривалій стоянці навісну машину опускають на землю.

Зросла кількість закордонних компаній, які випускають навісні машини. До таких належить і компанія LEMKEN (Німеччина), яка останнім часом пропонує одну з найбільш широких лінійок навісних (Sirius) штангових обприскувачів, які за своїми характеристиками відповідають кращим світовим зразкам, підходять для роботи на українських полях і можуть зацікавити вітчизняних аграріїв [3].

Заслуговує на увагу оновлений модельний ряд навісних штангових обприскувачів Sirius 8 і Sirius 10, які мають більш компактну конструкцію. Всі моделі

обприскувачів Sirius 8 і Sirius 10 виготовляються з місткістю баків від 950 до 2000 л. Оптимізований центр ваги та легша нова рама сприяють кращому розподілу навантаження на вісі трактора. Завдяки цьому агрегатування обприскувачів Sirius із трактором дає змогу раціонально розмістити центр ваги агрегату й таким чином досягти лише незначного зменшення тиску на передні колеса трактора, що фактично не впливає на безпеку.

Суттєве збільшення продуктивності обприскувачів «Sirius» забезпечує фронтальний бак «Джеміні». Для кращої стійкості та керованості руху при агрегатуванні навісних обприскувачів «Sirius» із баками об'ємом до 1900 л на тракторах потрібен фронтальний вантаж. Відтак виникла ідея застосування фронтального бака «Джеміні» об'ємом 1100 л, за допомогою якого вдалося не лише довантажити передню вісь трактора, а й збільшити продуктивність агрегату. Завдяки такому вдалому поєднанню отримуємо навісний обприскувач із баком на 3000 л і високими маневровими характеристиками. Навісний обприскувач «Sirius» і фронтальний бак «Джеміні» налаштовані на одну інтегровану систему. Управління подачею робочої рідини із фронтального бака відбувається з кабіни трактора.

Відомі переваги та економічні вигоди застосування навісних машин і знарядь, які дозволяють скоротити кількість робочої сили, так як ними керує один механізатор.

Підрахунки показують, що кожен комплект навісних машин для тракторів ХТЗ і МТЗ вже освоєних промисловістю, дає понад 1 т економії металу.

Література

1.Любушко Н. И. Новые тенденции в создании и использовании комбинированных агрегатов / Н. И. Любушко, В. Н. Зволинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – № 9. – С. 7-11.

2. БЕЛАРУС 80.1/80.2/82.1/82.2/82Р. Руководство по эксплуатации. Издание восьмое, переработанное и дополненное. – Минск, 2007. – 140 с.

3. Васильченко В. Причіпні на навісні штангові обприскувачі Lemken / В. Васильченко // Агроном. – 2015. – № 1. – С. 212-214.

112. О.М. Калнагуз, О.В. Семерня, Сумський національний аграрний університет

ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ДОБРИВ

В епоху Київської Русі землеробці застосували підсічне господарство і мали уявлення про роль коренів для живлення рослин і золи для підвищення родючості ґрунтів. Вже в XVI ст. в Московській Русі широко застосовувався гній. В історичних документах можна знайти прямі вказівки на застосування гною не тільки в Центральній Русі, але і на Півночі, в Західному Поліссі і в Нижньогородському Поволжі. Вказівки на застосування гною в городньому господарстві приводяться в "Домострое". Письмові книжки дають багато матеріалу про ґрунтові умови Московської Русі. Всі землі в письмових книжках розподілялись на чотири категорії: добрі, середні, худі і добре худі. В основу такого поділу були покладені, головним чином, відомості про урожаї, отримані на різних ґрунтах. Крім цього враховувались і природно історичні властивості ґрунтів, зокрема їх механічний склад.

В володінні царя Олексія Михайловича використання добрим було обов'язковим.

Петро I реґламентом від 11 грудня 1719 р. поклав турботи на Камер-Колегію "О состоянии, натуре и плодородии каждой провинции". Петро I бажав "земледелие, скотские приплоды й рыбные ловли везде, по по возможностям, умножать и к приращению приводить".

В своїй книзі "О слоях земли" Ломоносов дав вірне пояснення походження гумусу ґрунту. Він стверджував, що в природних умовах при створенні гумусу виникаютьті ж

процеси, що і в культурних ґрунтах при розкладанні в них гною і створення орних, городніх земель.

В 1765 р. цариця Катерина затвердила організацію "Вольного економического общества". З діяльністю цієї організації пов'язано проведення фондів Д. І. Менделєєвим з мінеральними добривами.

В «Трудах Вольного економического общества», починаючи з 1765 р., регулярно друкувались праці з питань застосування добрив.

В «Трудах Вольного економического общества» систематично подавалась інформація про досягнення в області вчення про добрива і в інших країнах. Так, наприклад, А. А. Нартов, син видатного механіка А. К. Нартова, познайомившись з працями Шведської академії, сповістив про способи приготування компостів.

Вапнуванню ґрунтів в «Трудах Вольного економического общества» в XVIII ст. приділялась особлива увага і була встановлена премія за застосування вапняних добрив. В 1809 р. надрукована книга члена «Вольного економического общества» А. Пошмана "Наставление о проготовлении сухих и влажных туков", яка стала результатом його самостійних пошуків в області удобрення полів. Багато уваги звернено в книзі на використання гною і приготування компостів. Автор навів описання і малюнки гноєсховищ, які мало чим відрізняються від рекомендацій в цьому питанні нашого часу. Він докладно зупинився на властивостях різного гною: кінського, коров'ячого, вівчарного, свинячого і пташиного, ретельно описав прийоми збільшення їх кількості і способи компостування.

Він радив застосовувати приблизно по 30 т гною на гектар. А. Пошман описував способи збирання й використання фекалій і приготування із них компостів, використання гноївки.

Він рекомендує застосовувати вапно на тяжких, холодних ґрунтах, витримуючи пропорцію; один віз на 10 возів гною. Розсипати вапно потрібно рівномірно і потім загортати бороною.

Російський вчений М. Г. Павлов (1793-1840) проводив досліди із гноєм, кістяною мукою, зеленими добривами, вапном і гіпсом. Павлов показав, що перетворювати гній в перегній невигідно. Щоб отримати один пуд перегною, потрібно затратити на його приготування в 4 рази більше гною. Але при різних вагових співвідношеннях гною і перегною останній діє ефективніше.

Ідея про мінеральне харчування рослин в загальній формі була запропонована в 1563 р. в роботі Бернарда Паліссі. Паліссі розглядав ґрунт і гній, як джерела необхідних речовин для живлення рослин, вірно розумів значення золи для удобрення ґрунту і вказував на необхідність внесення мінеральних речовин (солей) в ґрунти, збіднених в результаті посіву без внесення добрив.

В 60-і роки XIX ст. сільським господарством зацікавився великий російський вчений-хімік Д. І. Менделєєв. Особливе значення він надавав вивченню форм добрив.

Слід визначити, що праці Менделєєва в питаннях застосування мінеральних добрив не привели до рекомендацій, які були б здійсненні. Фосфорні добрива в його дослідах діяли неефективно, а в той час ці добрива (фосфат і суперфосфат) були єдиними мінеральними добривами, використання яких стояло на черзі.

Сучасник Д. І. Меделєєва, визначний громадський діяч того часу А. Н. Енгельгардт почав пошуки доступного для сільського господарства фосфорного добрива.

В той час одним із основних видів фосфатних добрив за кордоном була кістяна мука. В 1863 році Енгельгардт винайшов простий спосіб розкладання кістяної муки за допомогою поташу і золи, практично придатний для застосування в сільському господарстві.

А.Н. Енгельгардт перший вірно підійшов до справи застосування мінеральних добрив і травосіяння. Він перший чітко вказав, що потрібно одночасно і те і друге, і непотрібно їх протиставляти одне одному.

В 1860 році почалася важлива в історії сільськогосподарської дослідної справи діяльність професора Харківського університету А. Є. Зайкевича (1842 – 1931). Він започаткував основи сучасної уяви про систему удобрення чорноземів, яка була побудована на повному заперечення всіх розповсюджених в той час уявлень як практиків, так і теоретиків сільського господарства.

До праць Зайкевича вчені, в тому числі і російські дослідники чорнозему, вважали, що чорнозем не потребує добрив. Його дослідами була встановлена потреба чорнозему в мінеральних добривах. В Західній Європі в основному використовувалось розкидне внесення добрив по всьому полі. А. Зайкевич вирішив застосувати місцеве удобрення, тобто внесення добрив поблизу рядка насіння. Це дозволяло економити добрива і підвищувати їх ефективність. Він доказав перевагу рядового удобрення, а потім розробив принципи конструкції комбінованої тукової сівалки.

В 1884 р. для рядового внесення добрив була використана сівалка Бартеля, при чому дослід показав переваги механізованого внесення добрив над ручним.

Продовжувачем справи А. Енгельгардта був професор П. А. Костичєв (1845 – 1895), який дав чітке розуміння значення будови (структури) ґрунту і ролі добрив. На чорноземних ґрунтах він рекомендував застосування гною і суперфосфату, розуміючи, що в чорноземах може бути не достатньо поживних речовин.

В кінці XIX ст. почалася наукова діяльність засновника школи радянських агрохіміків Д.М. Прянішнікова (1865 – 1948).

В своїх дослідженнях Прянішніков цікавився більше всього азотним обміном в рослинах, аміачним і нітратним живлення рослин, питаннями використання фосфатів.

Загальними положеннями, приведеними і обґрунтованими в роботах Д. М.Прянішнікова по питаннях фосфорного живлення рослин, були наступні: ефективність різних форм фосфатів залежить від кислотності ґрунту; різні види рослин мають специфічну особливість по різному засвоювати важкорозчинні фосфати, супутні фізіологічно кислі і лужні добрива впливають на засвоєння фосфату. У вченні про азотне живлення рослин була створена струнка теорія перетворення азотних з'єднань всередині рослин, встановлена роль в ньому аміаку і інших речовин, були надані широкі узагальнення про єдність азотного обміну у рослин і тварин.

Видатний дослідник і громадський діяч П. С. Коссович (1862–1915) дав наукове обґрунтування для розробки прийомів правильного зберігання гною. Коссовичу вдалось експериментально вирішити питання про збільшення гумусу в ґрунті за рахунок внесення гною і інших органічних добрив. Він показав, що внесення в ґрунт соломи або свіжого неперепрівшого гною замість очікуваного підвищення врожаю, часто приводить до його зниження.

Послідовник П. С. Коссовича К. К. Гедройц (1872 –1932) проводив роботи по розробці методики вегетаційного досліду, фосфоритування і вапнування ґрунту, по встановленню потреби конюшини в фосфатах.

Історичним етапом в справі розвитку польових дослідів з добривами на Україні слід, вважати організацію в 1897 р. Іванківської дослідної станції в Пархованському маєтку П. І. Харитоненка. Організатором і першим завідувачем цієї дослідної станції був М. Я. Жуков ─ видатний агроном і послідовник справи А. Зайкевича. В 1901 р. в Києві під керівництвом С. Л. Франкфурта виникла сітка дослідних установ Всеросійської спілки цукровиробників, яка провела широку дослідницьку роботу в питаннях застосування гною. В 1912 році відкрилася Центральна дослідна станція спілки цукрозаводчиків ─ Миронівська дослідна станція (Київська губернія), на полях якої були

закладені багаторічні досліди по вивченню дії добрив в сівозміні. Ці досліди продовжуються і в теперішній час.

У працях І. Баранова, М. П. Круглякова і інших висвітлено властивості мінеральних добрив під час розсівання їх туковими сівалками, встановлено показники, які характеризують сипкість, здатність до склепоутворення, переходу із сипкого стану у пластичний, розроблено методику вивчення цих показників залежно від їх вологості [1].

ЛІТЕРАТУРА

1. Царенко О.М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Підручник / О.М. Царенко, Д.Г., В.М. Швайко та ін.; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.

113. Г.С. Головченко, О.М. Калнагуз, Сумський національний аграрний університет

КІНЕМАТИКА ПОТОКУ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ

Під потоком сипкого матеріалу слід розуміти таку сукупність частинок, при якій рухливі частинки твердого тіла не втрачають контакту між собою.

При цьому потік сипких матеріалів можна розподілити на наступні види:

1) рух по похилих трубах і каналах з неповним заповненням площі поперечного перерізу;

2) рух по похилих і вертикальних трубах і посудинах з заповненням площі поперечного перерізу;

3) витікання сипких матеріалів із отворів, розміщених в дні або боковій стінці посудини.

Для перелічених видів характерні дві основні форми руху зв'язна і незв'язна.

Під зв'язною формою руху умовимось розуміти рух потоку сипкого матеріалу, при якому зв'язки, накладені на частинки, утримують їх в стані спокою відносно одна однієї. Градієнт швидкості потоку по поперечному перерізу дорівнює нулю.

Під незв'язною формою руху сипкого матеріалу слід розуміти рух потоку, при якому зв'язки накладені на частинки, не утримують їх в стані відносного спокою. Градієнт швидкості по перерізу потоку відмінний від нуля. Форми руху потоку сипкого матеріалу можуть існувати окремо або разом. В останньому випадку форма руху потоку буде змішаною. Розглянемо кожен із видів руху окремо.

Рух потоку сипкого матеріалу по похилих жолобах і трубах при неповному заповненні поперечного перерізу останніх можливо при умові

$$\alpha > \varphi_0,$$

де α – кут нахилу жолоба (труби до горизонту); φ_0 – кут зовнішнього тертя сипкого матеріалу по стінках жолоба (труби).

При кутах нахилу $\varphi' > \alpha > \varphi_0$ в потоці відсутні умови порушення зв'язків між його частинками. При кутах нахилу $\varphi' < \alpha > \varphi_0$поряд з рухом матеріалу відносно нерухомих стінок жолоба спостерігається відносний рух всередині потоку.

Рух потоку сипкого матеріалу в вертикальних посудинах, при повному заповненні матеріалом їх поперечних перерізів, відмінний від руху в похилих посудинах. При контакті частинок потоку сипкого матеріалу із стінками по всьому периметру посудини граничні умови істотно впливають на характер його руху.

В залежності від розмірів посудини, щільності укладки сипкого матеріалу і умов випуску матеріалів із посудин може бути зв'язана, незв'язана або змішана форми руху потоку. Кожній із цих форм властива своя форма потоку.

Для любих посудин, без залежності від їх розмірів і граничних умов, руху потоку сипкого матеріалу в початковий момент властива незв'язана форма, тривалість якої залежить від розмірів посудини і початкової щільності укладки частинок твердого тіла.

При початковій пухкій укладці ($K_o < K_{кр}$) і невеликих діаметрах посудини ($D<200\ \delta$, де δ – характерний розмір частинки) тривалість незв'язної форми невелика. Зміна структури сипкого матеріалу відбувається за короткий час.

При щільній укладці ($K_o > K_{кр}$) час існування незв'язної форми руху збільшується, збільшується і тривалість процесу перебудови структури сипкого матеріалу.

Для посудини більших розмірів ($D > 200\ \delta$) час існування незв'язної форми руху в початковий момент помітно збільшується. При цьому тривалість існування цієї форми руху збільшується з розмірами посудини і початкової щільності укладки частинок сипкого матеріалу.

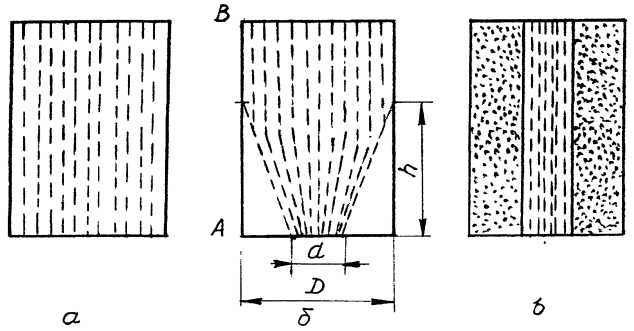


Рис. 1. Зв'язні форми руху сипкого матеріалу:
а - по всій висоті потоку;
б- в верхній частині потоку;
в - в центральній частині потоку

Після того як початкова щільність укладки прийме по всьому перерізу потоку значення критичної, незв'язна форма руху переходить в зв'язну. При цьому в залежності від умов випуску матеріалу із посудини, співвідношення його розмірів і граничних умов руху потоку ця форма руху може існувати по всій висоті потоку (рис. 1, а), в верхній його частині (рис. 1, б) або в центральній (рис. 1, в) [1].

Зв'язна форма руху по всій висоті потоку виникає тоді, коли випуск сипкого матеріалу відбувається по всьому вихідному потоці.

На межі двох форм руху потоку склеповидна структура, характерна для зв'язної форми, набуває максимальну несучу здатність, яка порушується при переході в незв'язну форму. Виникнення і руйнування такої структури, в силу дискретної природи сипкого матеріалу, виникає дискретно. Отже, рух потоку на цій ділянці супроводжується пульсацією.

Дослідження процесу підтвердило приведене припущення. Із збільшенням швидкості потоку частота пульсації, пов'язана із утворенням і руйнуванням склепів, збільшується, збільшується і частота пульсації швидкості потоку, яка при деякому значенні швидкості досягає величини, яка практично не відображається на характері руху потоку.

Зв'язна форма руху потоку сипкого матеріалу в його центральній частині (рис. 1, в) спостерігається при граничних умовах, при яких поверхні тертя на границі потоку зміщенні в потік матеріалу. Зокрема, це явище можна викликати на ребристих стінках посудини, коли висота ребра C відповідає умові $10\ \delta < C < 0{,}02\ D$, а відстань між ребрами $t = \frac{D}{4} tg\left(\frac{\pi}{2} - \varphi'_{\max}\right)$.

Приведені закономірності можна спостерігати в потоках сипкого матеріалу тільки при його нерозривності. Нерозривність потоку сипкого матеріалу визначається мінімальним розміром D посудини і максимально допустимою швидкістю $\upsilon_{кр}$ його руху.

Дослідження показали, що безперервність потоку відповідає мінімальному діаметру $D_{кр}$ посудини: $D_{кр} \geq \alpha e^{b\delta}$. Розрив потоку виникає при швидкості його руху більше критичної $\upsilon_{кр} \geq B\sqrt{R_Г}$,

В вертикальних посудинах ряду конструкцій сушильних апаратів, установок активної вентиляції і інші спостерігається утруднений рух потоку сипкого матеріалу.

Утруднений рух потоку сипкого матеріалу викликається введенням в потік конструкційних елементів в вигляді площин або тіл різної геометричної форми. Неминуче при цьому зменшення площі поперечного перерізу потоку може привести до його розриву.

Дослідженнями установлено, що розрив потоку не виникає, якщо виконується умова:

$$\frac{A}{A_o} > 20, \qquad \frac{A_o}{A_T} > 20. \tag{1}$$

де A_o – площа міделевого перерізу введених в потік конструктивних елементів (проекція площі перерізу конструктивного елементу на площину перпендикулярну напрямку руху сипкого потоку); A_T – площа міделевого перерізу частинки сипкого матеріалу; A – площа перерізу потоку.

Введення в потік конструктивних елементів в вигляді площини не викликає розриву потоку, якщо кут α нахилу площини до горизонту задовольняє умову:

$$\alpha < \varphi'_{max}, \tag{2}$$

де φ'_{max} – кут внутрішнього тертя в потоці на глибині установки площини, а параметри посудини і площини відповідають умовам (1) і (2).

В випадку, коли умова (3) не виконана, над площиною, яка обмивається потоком, створюється застійна зона, а за нею потік розривається, створюючи простір, не заповнений сипким матеріалом [2].

Створення застійних зон і просторів, не заповнених сипким матеріалом, можна усунути, якщо надати конструктивним елементам, які введені в потік, відповідні форми. Така форма може бути створена двома конусами на вхідному і вихідному перерізах конструктивного елемента, кути у основі яких відповідають умові:

$$\beta > \varphi'_{max}. \tag{3}$$

При обтіканні потоком конструктивних елементів змінюється структура потоку сипкого матеріалу із-за зміни укладки частинок і неминуче при цьому порушуються зв'язки тертя в їх контактах. Процес перебудови структури потоку носить пульсаційний характер.

ЛІТЕРАТУРА

1. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Підручник / О.М. Царенко, Д.Г., В.М. Швайко та ін.; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Під ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 205 с.

114. П.М. Ярошенко, к.т.н, доцент, Сумський національний аграрний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРІВ У ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ

Зі зниженням температури оточуючого середовища різко погіршуються умови роботи механізмів трактора і тракторів у цілому. Внаслідок зміни властивостей при зниженні температури мастильних матеріалів, палива, охолоджуючих рідин, робочих рідин гідравлічних систем погіршуються умови роботи поверхонь тертя , системи змащування, систем охолодження двигунів, ускладнюється робота систем живлення двигунів, гідравлічних систем і інших вузлів і агрегатів трактора.

Підвищена в'язкість мастильних матеріалів затрудняє прокручування колінчастого вала двигуна при запускові, а в трансмісіях збільшуються витрати потужності двигуна на долання сил тертя, що призводить до підвищеного зношування деталей і механізмів.

В зимовий період в декілька десятків разів зростає в'язкість картерних і трансмісійних олив, в 3-4 рази зростає необхідний крутний момент для провертання колінчастого вала основного двигуна трактора, в трансмісії трактора на подолання опору може витрачатися до половини потужності двигуна. В результаті погіршення змащування

поверхонь тертя і своєрідної дії мастил в зимовий період різко збільшується зношування їх. Дослідники вказують, що в зимовий період зношування двигуна зростає на 30-40%, зношування трансмісії в 1,5-2 рази порівняно з літнім. Закономірності впливу теплового стану тракторного двигуна на зміну потужності і питомі витрати палива приведені на рис.1.

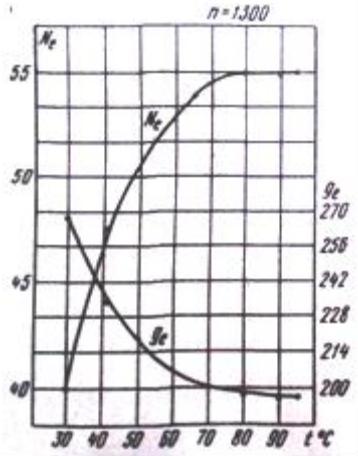


Рис. 1. Вплив температури води в системі охолодження на потужність і питомі витрати двигуна потужністю 80 к. с.:
N_e– ефективна потужність,к.с.; g_e- питомі витрати палива г/к. с. год.

На рис. 1 видно що, особливо різко змінюється названі показники при температурному режимі нижче 40 С. Дослідники виявили, що при зниженні температури води в системі охолодження двигуна потужністю 80 к.с. з 90 °С до 70 °С, його потужність зменшується на 0,9 к.с.; при знижені з 70 °С до 50 °С – на 3,6 к.с.; при знижені з 50 °С до 30 °С потужність знижується на 9,9 к.с .

Ці зміни потужності двигуна відбуваються в основному в наслідок надходження в циліндри повітря низької температури, яке охолоджує камеру згорання. Підвищення температури води охолодження вище 90 °С створює незначне зниження потужності внаслідок погіршення наповнення циліндрів свіжою робочою сумішшю.

З пониженням теплового режиму роботи двигуна інтенсивно зношуються його деталі, тобто сам двигун інтенсивніше зношується в цілому. Закономірності зношування двигуна показані на рис. 2.

Особливо зношуються деталі циліндро-поршневої групи. Від пониження температури палива погіршується робота двигуна в наслідок підвищення його густини. Наприклад, в’язкість навіть зимнього дизельного палива, яке витримує нормально температуру – 65 °С при змінені температури від +20 °С до -20 °С збільшується в 28 раз. З підвищенням в’язкості дизельного палива погіршується якість розпилювання його форсунками і погіршується економічність роботи двигуна. Бувають на практиці випадки, коли в морозні дні припиняється подача палива до паливного насоса. Слід відмітити, що тепловий стан двигуна залежить не тільки від температури оточуючого повітря, але і від стану завантаження під час роботи. При малому завантажені двигуна і на холостому ході температури води в системі охолодження і мастила в картері двигуна скоро охолоджується, навіть при закритті радіатора

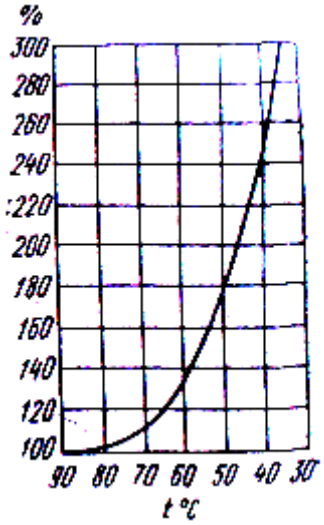


Рис. 2. Вплив температури охолоджуючої води на зношування двигуна

Велике практичне значення має лінійна та об'ємна деформація деталей трактора (теплове розширення) зі зміною температури. Зимою змінюються зазори, натяги, напруга в деталях, що призводить до певних відчутних негативних наслідків.

В двигунах тракторів температурний режим в основному підтримується системою охолодження. Виділяють три види теплового режиму двигуна: низький з температурою охолоджуючої рідини в системі нижче 55 °С; понижений - з температурою 55-75 °С і нормальний з температурою 75-95 °С. Науковими дослідженнями виявлені величини зношування деталей двигуна при різних теплових режимах роботи (табл.1).

Таблиця 1. - Зношування деталей двигуна при різних теплових режимах роботи

Тепловий режим роботи двигуна	Робота двигуна в даному режимі в % до загального часу роботи	Зношення деталей двигуна в % до зношування при нормальному тепловому режимі
Нормальний (з температурою охолоджуючої рідини 95-75°С)	76	100
Знижений (з температурою охолоджуючої рідини 75-55°С)	22	200
Низький (з температурою охолоджуючої рідини 55°С і нижче)	2	400

Встановлено, що найбільш економічна робота двигуна з найменшим зношуванням деталей відбувається при нормальному тепловому режимі.

При запускові двигуна в зимовий період температурний режим його низький внаслідок чого після запуску зношування деталей зростає більше ніж в чотири рази в порівнянні з нормальним температурним режимом. В холодний період збільшується час роботи двигуна при запускові в низькому температурному режимові, що значно відбивається на зношуванні його. Довготривала робота двигуна на низькому або пониженому температурному режимові призводить до закоксовування деталей поршневої групи, заляганню компресійних кілець, зниженню потужності двигуна. Для запобігання різкого зношування деталей поршневої групи необхідно зменшувати час роботи двигуна в низькому та пониженому теплових режимах. Це досягається відповідною підготовкою трактора до використання його в зимовий період. При систематичному використанні трактора в зимовий період необхідно забезпечити стоянку трактора в теплому приміщенні. Це виключить необхідність випуску води із системи охолодження, скоротить час на прогрівання двигуна, забезпечить швидкий запуск двигуна і інші позитивні умови.

В холодних умовах густе дизельне паливо погано розпиляється форсунками, погіршуючи утворення якісної суміші з повітрям в циліндрах двигуна. При роботі двигуна відбувається неповне згоряння палива в циліндрах. Зниження температурного режиму двигуна приводить до збільшення питомих витрат палива.

Як вказують дослідники потужність двигуна Д-240 при роботі в пониженому температурному режимі зменшується на 5,5 %, а витрати палива на ефективний кіловат потужності зростають на 10 %.

Основною умовою, яка забезпечує надійну роботу трактора в зимовий період є: уважна підготовка його до зимового використання, відповідне технічне обслуговування в процесі використання, оснащення необхідними інструментами та обладнанням, уважне ставлення до використання його в різних дорожніх умовах.

Крім інструментів, запасних частин та пристосувань, котрі передбачаються заводом-виготовлювачем в зимовий період на тракторі повинні бути: металева лопата, сокира, ломик, надійний буксир - металевий трос діаметром 18-20 мм, довжиною 6-8 м з петлями на кінцях, гумовий заправний шланг, відро, паяльна лампа, домкрат та аптечка першої медичної допомоги [1]. У колісних тракторів повинні бути ланцюги на ведучі колеса. Колісні трактори бажано використовувати по наїжджених дорогах.

Література

1. Тракторы Беларусь МТЗ 80/82, 100/102. Руководство по ремонту и эксплуатации. – М.: Тракторомаш, 2001. – 224 с.

115. Ф.И. Назаров, И.С. Крук, к.т.н., доцент, Д.С. Мазур, Белорусский государственный аграрный технический университет, С.Н. Герук, к.т.н., доцент, Житомирский агротехнический колледж

К ОБОСНОВАНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПАХОТНЫЙ АГРЕГАТ ПРИ НАВЕШИВАНИИ НА РАМУ ПЛУГА КАТКОВЫХ ПРИСТАВОК

В настоящее время широкое применение в конструкциях пахотных агрегатов получили приставки, рабочими органами которых являются почвообрабатывающие катки различных конструкций. Они позволяют повысить качество основной обработки почвы путем поверхностной обработки почвенных пластов. В зависимости от способа агрегатирования приставки делятся на: навешиваемые спереди трактора, навешиваемые на раму плуга и прицепные [1].

При установке катковой приставки на раму плуга частично обрабатываются только что обернутые пласты почвы, и частично – поверхность поля, вспаханная при предыдущем проходе агрегата. При этом могут использоваться различные соотношения обработки поверхности поля.

Анализируя данную схему можно выделить основное условие эффективной работы комбинированного пахотного агрегата – почва, сходящая с отвалов корпусов плуга должна осесть на поле до прохода рабочих органов приставки, т.е. не попадать на ее рабочие органы.

Глубина обработки почвы приставки определяет какой критерий качества обработки почвы будет оптимизироваться. Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что максимальное крошения пласта достигается при наибольших значениях глубины обработки (не менее 8 см), минимальной глубина обработки позволяет улучшить выровненность поверхности (2-3 см). Такой же параметр как плотность достигается при глубине обработки 4-6 см.

Рассмотрим случай установки приставки на раму плуга, когда при догружении помимо собственного веса катка будут использоваться силы, действующие на плуг. Силы, действующие на комбинированный пахотный агрегат в плоскости z*O*y, показаны на рисунке 1.

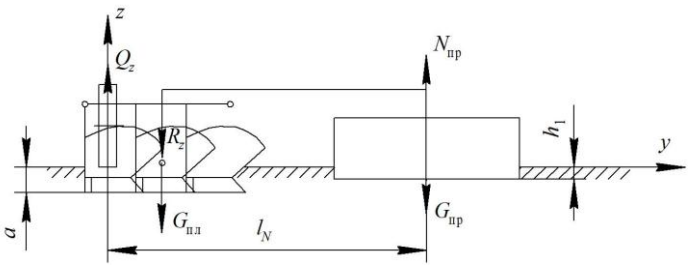


Рис. 1. Схема сил, действующие на комбинирован пахотный агрегат

$$R_{плz} + G_{пл} + G_{пр} = Q_z + N_{пр}, \quad (1)$$

где $R_{плz}$– составляющая силы R действующей в вертикальной плоскости на корпус со стороны почвенного пласта, Н; $N_{пр}$ – сила противодействии почвы внедрению приставки, Н. $G_{пр}$ – сила давления приставки на почву, Н, складывается из двух сил

$$G_{пр} = P_{пр} + F_д \quad (2)$$

где $P_{пр}$ – вес катка, Н; $F_д$ – сила догружения, Н.

Перед началом работы устанавливается глубина обработки приставки h_1. Если для обеспечения заданной глубины обработки хватает собственного веса $P_{пр}$, то силам $R_{плz}$ и $G_{пл}$ противодействует сила Q_z, а сила $F_д$ стремится к нулю. В случае, если для приставки недостаточно силы $G_{пр}$ для обеспечения глубины обработки, погружение происходит за счет сил R_z и G.

Сила $R_{плz}$ находится по формуле [2,3] $R_{плz} \approx 0,25R_{плx}$.

Горизонтальная составляющая силы R определяется по формуле [2,3]

$$R_{плx} = k_{поч}ab,$$

где $k_{поч}$ – удельное сопротивление почвы, Н/м^2; a – глубина обработки, м; b – ширина захвата плуга, м.

Подставив приведенные формулы в зависимость (1), получим

$$F_д = Q_z - 0,25k_{почв}ab - G_{пл} - P_{пр} + N_{пр} \ . \quad (3)$$

Если в данную формулу подставить Q_z= 0 можно найти допустимое значение силы догружения приставки, при котором не ухудшается качество основной обработки почвы. Тогда формула примет вид

$$F_д = N_{пр} - 0,25k_{почв}ab - G_{пл} - P_{пр} \quad (4)$$

Как видно из данной формулы большое значение на величину догружающей силы оказывают геометрические параметры приставки, ее вес, тип и состояние почвы.

Следует отметить, что в приставках, применяемых с многокорпусными плугами, допустимая сила догружения будет ограничена прочностными особенностями рамы. Поэтому стремятся катки приставки расположить как можно ближе к плугу для уменьшения величин, возникающих в раме приставки моментов.

Рассмотрим силы, действующие на плуг с приставками, навешиваемыми на раму полунавесного плуга (рисунок 2).

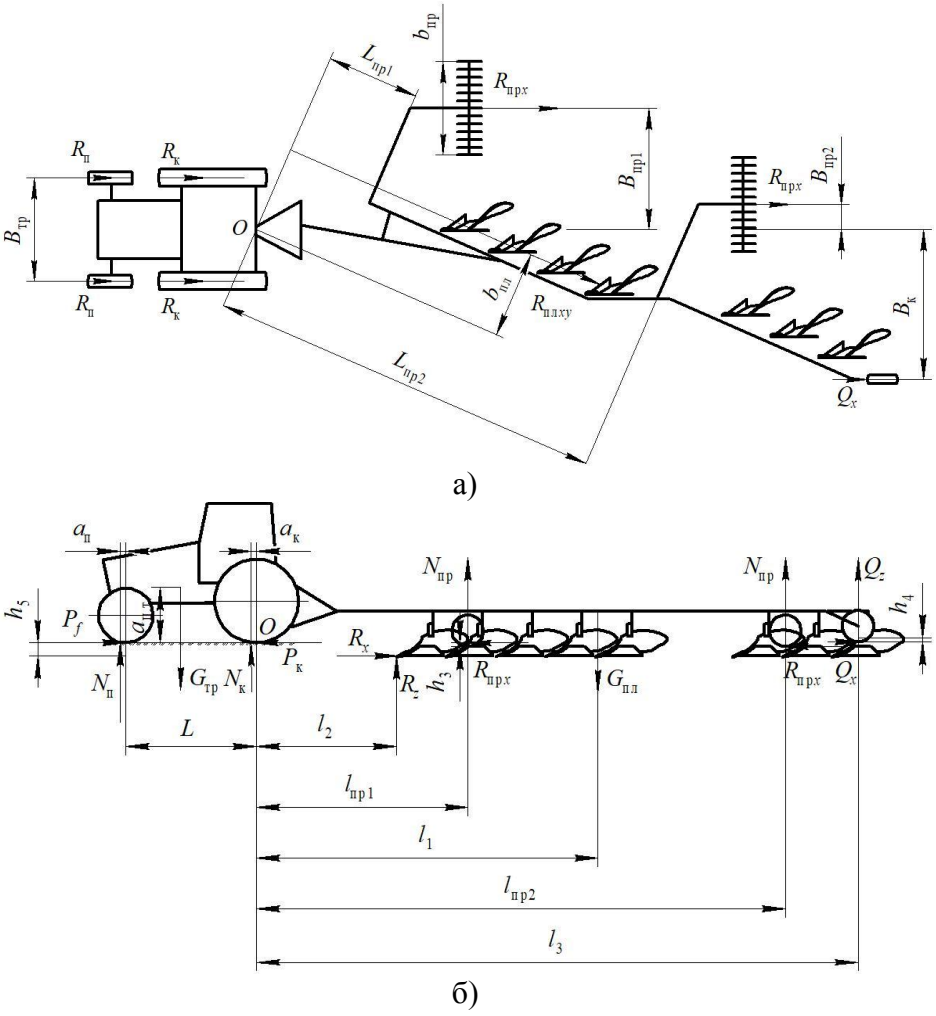


Рис. 2. Схема сил, действующих на пахотный агрегат с закрепленными на раме плуга приставками: а – в горизонтальной плоскости, б – в вертикальной плоскости

Запишем для данного случая уравнения моментов сил, действующих на пахотный агрегат в горизонтальной плоскости относительно точки присоединения плуга.

$$\sum M_O(k)=0; \qquad -R_{пр}(B_{пр1}+B_{пр2})-\sum_{i=1}^{n}R_{плxy}b_{плn}+Q_xB_к=0, \tag{5}$$

где $b_{плn}$– соответствующие плечи сил $R_{плxy}$относительно точки O; $B_{пр1}$ и $B_{пр2}$ – плечи силы тягового сопротивления катка $R_{прx}$относительно точки O; $B_к$ – плече силы Q_x относительно точки O.

Для нашего случая уравнения моментов сил, действующих на пахотный агрегат в вертикальной плоскости относительно точки опоры заднего колеса примет следующий вид

$$\sum M_O(k)=0; -N_п(L+a_п)+G_{тр}a_{ц.т.}+N_кa_к+\sum_{i=1}^{n}R_{плz}l_{2n}+\sum_{i=1}^{n}R_{плx}h_{5n}+N_{пр}(l_{пр1}+l_{пр2})+ \tag{6}$$
$$+2R_{прx}h_5-G_{пл}l_1+Q_zl_3-Q_xh_4=0.$$

Заключение

Полученные уравнения позволяют определить условие наименьшего усилия, оказываемого плугом на полевые доски корпусов, а также усилия, воздействующие на катковые приставки в вертикальной плоскости при поддержании плуга в горизонтальном положении при работе агрегата.

Литература

1. Проектирование катовых приставок для пахотных агрегатов. Рекомендации / И.С. Крук [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2017. – 104 с.

2. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание / М.Н. Летошнев. – М. : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1955. – 764 с.
3 Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М. : Машиностроение, 1977. – 328 с.

116. И.С. Крук, к.т.н., доцент, Ю.С. Биза, Белорусский государственный аграрный технический университет, С.Н. Герук, к.т.н., доцент, Житомирский агротехнический колледж

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ АМОРТИЗАТОРОВ В СИСТЕМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ШТАНГИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЕ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ

Разнообразие конструкций и размеров штанг требует обоснованного подхода к разработке систем их стабилизации, основанного на рациональном использовании характеристик и параметров установки амортизаторов. Рассмотрим эффективность гашения колебаний штанги парой амортизаторов, установленных под углом α к горизонтальной плоскости (рисунок 1).

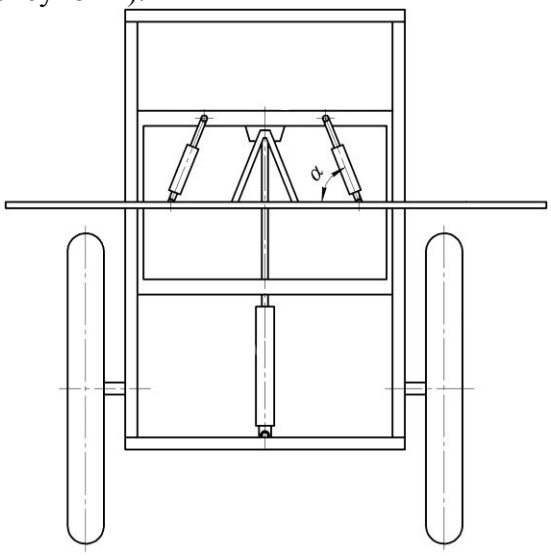


Рисунок 1. – Схема к расчету амортизаторов системы стабилизации штанги

Эффективность работы предложенной системы стабилизации определяется коэффициентом сопротивления амортизаторов и углом α их установки к горизонтальной плоскости. Рассмотрим процесс колебания системы в вертикальной плоскости и их гашения амортизаторами.

Движение штанги относительно опоры штанги на подвижной рамке может быть описано уравнением Лагранжа второго рода [1–3]

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{\partial E_{\text{к}}}{\partial \dot{q}}\right)-\frac{\partial E_{\text{к}}}{\partial q}=Q, \qquad (1)$$

где t – время; q – обобщенная координата; $\dot{q}$ – обобщенная скорость (для поступательного движения системы в направляющих $\dot{q}_2=\dot{z}=v=v_{\text{с}}$); $Q_{\text{п}}$ – обобщенная сила; $E_{\text{к}}$ – кинетическая энергия системы

$$E_{\text{к}}=\frac{1}{2}a\dot{q}^2, \qquad (2)$$

где a – инерционный коэффициент системы.

Принимая за обобщенную координату угол поворота штанги $q=\varphi$, уравнение (1) примет вид

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{\partial E_{\text{к}}}{\partial \dot{\varphi}}\right)-\frac{\partial E_{\text{к}}}{\partial \varphi}=Q_{\text{д}},$$

где $Q_{\text{д}}$ – обобщенная диссипативная сила сопротивления амортизаторов

$$Q_{\text{д}}=-\mu\dot{q}, \tag{3}$$

где μ – коэффициент сопротивления амортизаторов.

Потенциальная энергия системы состоит только из потенциальной энергии полей сил тяжести ($E_{\text{П}}^{\text{Т}}=Pz_{\text{C}}=0$, так как $z_{\text{c}}=z_0=0$).

С учетом зависимостей (2) и (3) уравнение (1) примет вид

$$a\ddot{\varphi}=-\mu\varphi, \quad \text{или} \quad a\frac{\mathrm{d}^2\varphi}{\mathrm{d}t^2}=-\mu\frac{\mathrm{d}\varphi}{\mathrm{d}t}. \tag{4}$$

Понижая порядок дифференциального уравнения, зависимость (4) представим в виде

$$\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}=-\frac{\mu}{a}\omega. \tag{5}$$

Разделяя переменные и интегрируя зависимость (5), получим

$$\int_0^{\omega}\frac{\mathrm{d}\omega}{\omega}=-b\int_0^{t}\mathrm{d}t, \text{ или } \ln\omega=-bt+C_1, \tag{6}$$

где $b=\frac{\mu}{a}$; C_1 – постоянная интегрирования.

Постоянная интегрирования может быть найдена по начальным условиям. При $t=0$ зависимость (6) примет вид

$$C_1=\ln\omega_0.$$

Таким образом

$$\ln\omega=-bt+\ln\omega_0, \quad \text{или} \quad \ln\frac{\omega}{\omega_0}=-bt. \tag{7}$$

Потенцируя полученное выражение, имеем

$$\omega=\omega_0e^{-bt}=\omega_0e^{-\frac{\mu}{a}t}, \quad \text{или} \quad \frac{\mathrm{d}\varphi}{\mathrm{d}t}=\omega_0e^{-bt}=\omega_0e^{-\frac{\mu}{a}t}. \tag{8}$$

Разделяя переменные и интегрируя зависимость (8), получим

$$\int_0^{\varphi}\mathrm{d}\varphi=\omega_0\int_0^{t}e^{-bt}\mathrm{d}t, \quad \text{или} \quad \varphi=-\frac{\omega_0}{b}e^{-bt}+C_2, \tag{9}$$

где C_2 – постоянная интегрирования.

Принимая, что после воздействия штанга получит начальное отклонение на угол φ_0, по начальным условиям при $t=0$ из уравнения (9), получим

$$C_2=\varphi_0+\frac{\omega_0}{b}.$$

В конечной форме выражение (9) запишется как

$$\varphi=\varphi_0+\frac{\omega_0}{b}\left(1-e^{-bt}\right)=\varphi_0+\frac{\omega_0}{b}\left(1-e^{-\frac{\mu}{a}t}\right). \tag{10}$$

На основании полученной зависимости можно построить следующие графические зависимости (рисунок 2).

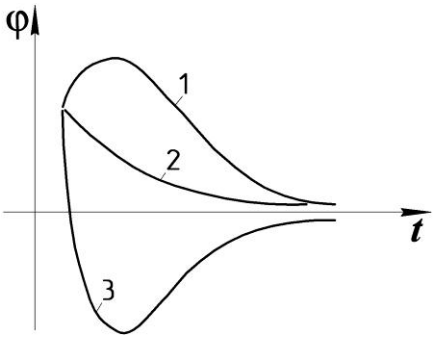


Рисунок 2. – Графическое решение зависимости 10
1 – $\dot{\varphi}_0 > 0$; 2 – $\dot{\varphi}_0 < 0$ ($\dot{\varphi}_0$ мало); 3 – $\dot{\varphi}_0 < 0$ ($\dot{\varphi}_0$ большое)

Заключение

В конструкциях систем стабилизации штанги используются различные демпфирующие элементы, наибольшее из которых – амортизаторы. Рациональное сочетание их характеристик и параметров установки позволяет обеспечить эффективность процесса гашения колебаний в вертикальной плоскости.

В результате проведенных исследований получены зависимости, позволяющие описать процесс затухающих колебаний штанги в зависимости от коэффициента сопротивления амортизаторов и угла их установки относительно горизонтальной плоскости.

Полученные результаты могут использоваться на стадии проектирования штанговых сельскохозяйственных опрыскивателей.

Литература

1. Тарг С.М. Курс теоретической механики: Учеб. для втузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 416 с.
2. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. Учебное пособие. – М.: Наука, 1980. – 272 с.
3. Чигарев, А.В. Теоретическая механика. Решение задач : учеб. пособие / А.В. Чигарев, Ю.В. Чигарев, И.С. Крук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – 478 с.

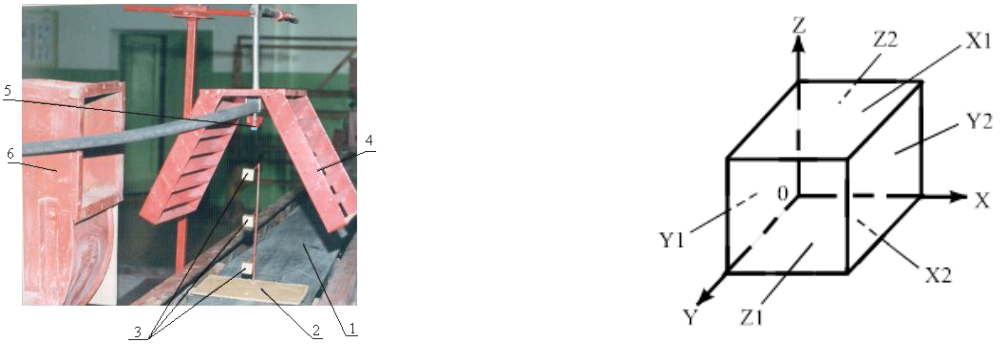
117. О.В. Гордеенко, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Т.П. Кот, Белорусский национальный технический университет, И.С. Крук, к.т.н., доцент, Белорусский государственный аграрный технический университет, С.Н. Герук, к.т.н., доцент, Житомирский агротехнический колледж

ВОЗМОЖНОСТЬ ОБЪЕМНОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ПРИ ЛЕНТОЧНОМ ВНЕСЕНИИ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ПЕСТИЦИДОВ

Некоторые исследователи считают, что ленточное внесение гербицидов в сочетании с междурядной культивацией не всегда экономически целесообразно в сравнении со сплошным внесением, обосновывая это возможностью работы опрыскивателя со скоростью более 20 км/ч. Однако на практике осуществить работу опрыскивателя со скоростью более 20 км/ч без специальных защитных устройств не представляется возможным [1], из-за ограничений – выноса за пределы зоны обработки и испарения капель препарата. Официальные рекомендации производителей распылителей относительно скорости движения опрыскивателя довольно жесткие: для щелевых распылителей – до 5…6 км/ч, инжекторных – 9…10 км/ч [2]. И это неслучайно. Ведь при скорости ветра более 4–5 м/с опрыскивание запрещено, что эквивалентно скорости движения опрыскивателя 14,4–18,0 км/ч [1]. Ленточное внесение снижает опасность накопления в почве остаточного количества препаратов при интенсивном их использовании. Однако воздействие бокового ветра снижает эффективность ленточного внесения без специальных ветрозащитных устройств [1].

Использование ветрозащитного устройства в виде жалюзийной решетки позволяет использовать ленточный способ внесения рабочих растворов при объемной обработке растений [1]. Объемная обработка подразумевает обработку стебля и листовой поверхности растений во всех плоскостях. В данном случае важно препарат равномерно распределить на верхней (адаксиальной) и нижней (абаксиальной) сторонах листьев, которые занимают различное пространственное положение.

Были проведены исследования по изучению характера распределения рабочего раствора в пространственной зоне вероятного расположения листовой части растений. Методика проведения лабораторных исследований заключается в следующем. На подвижную ленту *1* экспериментальной установки (рисунок 1,а) помещался специальный штатив *2*, на котором в трех уровнях (на высоте 5, 15 и 25 см) закреплялись кубики *3* размером 25×25×25 мм с ориентацией сторон относительно системы координат, указанной на рисунке 1, б.



а) б)

а) – общий вид; б) – схема связи улавливающих поверхностей с системой координат; 1 – лента транспортера; 2 – штатив;
3 – кубики; 4 – ветрозащитное устройство; 5 – распылитель; 6 – вентилятор

Рисунок 1. – Лабораторная установка по изучению объемного распределения распыленной жидкости

На каждой стороне кубика в качестве улавливающей поверхности крепилась карточка из водочувствительной бумаги фирмы *Novartis*. Общее количество улавливающих поверхностей – 18. При движении ленты *1* со штативом *2* со скоростью *U*=5 км/ч относительно распылителя 5, ветрозащитного устройства *4* и вентилятора *6*, создающего поток воздуха, имитирующего воздействие ветра, капли распыленной жидкости осаждались на водочувствительной бумаге.

Опыты проводились с распылителем фирмы «*Lurmark*» TP40015E, установленным на высоте *H*=0,4м над поверхностью ленты при давлении жидкости *P*=0,3МПа. В качестве изменяемого параметра принята скорость потока воздуха на выходе из вентилятора, которая в опытах составляла 0; 4 и 7 м/с.

По результатам микроскопии полученных образцов определялось суммарное количество капель различного диаметра, осевших на каждую из 6-ти плоскостей кубиков. Относительная площадь поверхностей, покрытая этими каплями, определялась по формуле:

$$\Omega_j = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_{Kj}}{S_{Пj}}, \qquad (1)$$

где Ωj – относительная площадь пространственной плоскости *j*, покрытая каплями жидкости; S_{Kj} – суммарная площадь следов капель, осевших на *j*-ой улавливающей поверхности; $s_{Пj} = 2{,}5^2 \cdot n$ – площадь *j*-ой улавливающей поверхности; *n* – число

поверхностей кубиков, образующих пространственную плоскость *j*; *j=X,Y,Z* – рассматриваемая координатная плоскость пространства (рисунок 1, б).

Качественным показателем равномерности распределения препарата в листовом пространстве является коэффициент объемной обработки, рассчитываемый по формуле:

$$v_{об} = \frac{\sqrt{\sum_{z=1}^{6}\left(\overline{\Omega}-\Omega_j\right)^2}}{\overline{\Omega}} \cdot 100\%, \qquad (2)$$

где $\overline{\Omega}$ - средняя относительная площадь пространства, покрытая каплями раствора.

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 1 и на рисунке 2. Сопоставляя данные, приведенные на рисунке 2 и в таблице 1, отметим, что в неподвижной среде средняя полнота покрытия следами капель всех граней верхнего кубика составила 3,1 мм^2/см^2, среднего – 1,48, нижнего – 0,99 мм^2/см^2. Неравномерность распределения следов капель по поверхностям кубика оценивалась коэффициентом вариации и составила для верхнего 16,1 %, среднего и нижнего –19,0 и 17,1 % соответственно. При этом, полнота покрытия верхней горизонтальной грани *X*1 выше среднего значения на 74 %, а нижней грани *X*2 – ниже на 16 %. Полнота покрытия всех вертикальных граней (*Y*1, *Y*2, *Z*1, *Z*2) отличается от средней величины на 8–17 %. Увеличение скорости воздушного потока перед решеткой до 4 и 7 м/с привело к снижению средней полноты покрытия всех граней верхнего кубика до 3,0 и 2,58 мм^2/см^2.

Снижение коэффициента вариации с 16,1 % до 9 и 15 % соответственно при скорости воздушного потока в 4 и 7 м/с указывает на более равномерное распределение капель жидкости в пространстве. Если в неподвижной среде полнота покрытия верхней *X*1 и нижней *X*2 граней отличались в 2 раза, то при скорости воздушного потока в 4 и 7 м/с, этот показатель снизился соответственно в 1,5 и 1,3 раза.

При скорости воздушного потока в 4 и 7 м/с средняя густота покрытия всех граней (*X*1, *X*2, *Y*1, *Y*2, *Z*1, *Z*2) второго кубика возросла соответственно на 38 и 39 % по отношению к аналогичному параметру в неподвижной среде. Коэффициент вариации снизился с 19 до 7,8 %.

Таблица 1. Полнота покрытия граней кубиков следами капель жидкости, мм^2/см^2

Позиция кубика	Плоскость измерения	Площадь следов капель, приходящихся на единицу площади поверхности кубиков, мм^2/см^2								
		X			*Y*			*Z*		
		при скорости воздушного потока *U*, м/с.								
		U =0	*U* =4	*U* =7	*U* =0	*U* =4	*U* =7	*U* =0	*U* =4	*U* =7
Верхний	1	5,34	4,86	3,76	2,83	3,12	2,54	2,55	3,4	2,72
	2	2,56	2,2	2,8	2,7	2,24	1,96	2,4	2,52	1,68
Средний	1	2,37	2,16	2,24	1,25	2,05	1,78	1,36	1,9	2,96
	2	1,62	1,42	2,12	1,15	2,46	1,76	1,14	2,12	1,52
Нижний	1	1,47	1,56	1,8	0,78	1,36	1,52	0,86	1,8	2,86
	2	1,15	2,54	2,2	0,92	1,12	1,56	0,81	1,96	2,72
Среднее значение контролируемог	Верхний	3,95	3,53	3,28	2,76	2,68	2,25	2,47	2,96	2,20
	Средний	1,99	1,79	2,18	1,20	2,25	1,77	1,25	2,01	2,24

о параметра по плоскости кубика	Нижний	1,31	2,05	2,00	0,85	1,24	1,54	0,83	1,88	2,79

Положение кубика	Среднее значение контролируемого параметра по всем плоскостям кубика при скорости воздушного потока *U* м/с		
	U =0	*U* =4	*U* =7
Верхний	3,10	3,00	2,58
Средний	1,48	2,02	2,06
Нижний	0,99	1,72	2,11
Положение кубика	Коэффициент вариации($\nu_{об}$) объемной обработки поверхностей каждого кубика при скорости воздушного потока *U* м/с		
	U =0	*U* =4	*U* =7
Верхний	16,1	9,0	15,0
Средний	19,0	7,3	7,8
Нижний	17,1	15,7	19,0

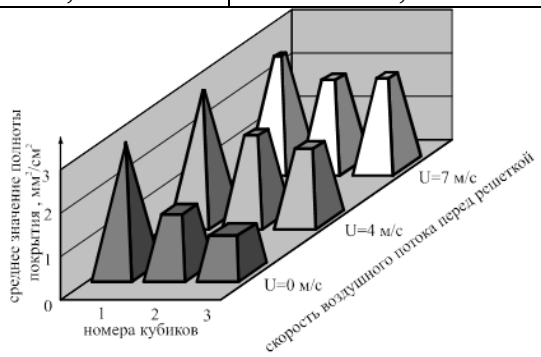


Рис. 2. Полнота покрытия поверхностей кубиков следами капель жидкости в зависимости от скорости воздушного потока перед жалюзийной решеткой

Заключение

Приведенный анализ показывает, что ветрозащитное устройство, изготовленное по принципу жалюзийной решетки, позволяет не только предотвратить снос капель из зоны внесения пестицидов, но и повысить качество объемной обработки вегетативной части растений. Это дает возможность установить на агрегате для междурядной обработки и ленточного внесения пестицидов устройство для борьбы с вредителями и отказаться от применения пестицидов, заменив их репеллентами, что позволит получить товарную и экологически чистую продукцию.

Литература

1. Крук И.С. Способы и средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И.С. Крук, Т.П. Кот, О.В. Гордеенко. – Минск: БГАТУ, 2015. -284 с.: ил. – ISBN 978-985-519-726-4.

2. Теория и практика опрыскивания. http://www.lechler-forsunki.ru//-/-/-cbBy1_AAABBgAAAAFSjvoqqPOj-ru_RU (дата доступа 09.12.2017).

118. Д.И.Кривовязенко, Белорусский государственный аграрный технический университет

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Содержание составных частей молока и биологические свойства сыворотки позволяют отнести ее к ценному промышленному сырью, которое можно переработать в

различные пищевые и кормовые средства. Физические свойства являются важными характеристиками молочной сыворотки при ее переработке.

Ежегодно в Беларуси производится около 900 тыс. тонн молочной сыворотки. Промышленной переработке подвергается не более 20%. Использование белка сыворотки могло бы дать народному хозяйству до 9 тыс. тонн высокоценного белка, снизить отрицательное воздействие сточных вод молочных предприятий на окружающую среду. Одним из перспективных способов выделения белка является электрокоагуляция. Реализация способа требует изучения физических характеристик молочной сыворотки.

В работе исследована молочная сыворотка с содержанием сухих веществ 6-7%, начальным pH 4,8 – 5, произведенная на разных перерабатывающих предприятий Беларуси. Измерения проводили в специальных ячейках, наиболее соответствующих технологии обработки молочной сыворотки. Измерительная ячейка представляла собой камеру прямоугольной формы из диэлектрического материала с плоскопараллельными электродами из графита, разделенную полиамидной мембранной перегородкой. Удельную электрическую проводимость молочной сыворотки определяли при температуре 15…60 ^{0}C и напряженности электрического поля 7,5 $\cdot 10^2$ В$\cdot$м$^{-1}$ с контролем pH среды. Экспериментальная установка состояла из автотрансформатора АОМН-40-220-75У4, измерительной ячейки, потенциометра ПП – 63 и кондуктометра DIST – 4. Диэлектрическую проводимость и тангенс угла диэлектрических потерь определяли диэлькометрическим методом с помощью измерителя иммитанса Е7 – 14 и Е7 – 12. Для измерения температуры использовали потенциометр ПП – 63; водородного показателя – pH-метр HI 8314. Теплопроводность находили с помощью измерителя теплопроводности ИТ – 2; теплоемкость определяли измерителем теплоемкости ИТ – С – 400, методом динамического С – калориметра.

Проводимость зависит от водородного показателя молочной сыворотки. В анодной и катодной зоне она снижается (рисунок 1), это является, по нашему мнению, следствием протекания коагуляционных процессов и появлении в сыворотке взвешенных частиц белка.

Зависимость изменения удельной электрической проводимости молочной сыворотки от *pH* получили по экспериментальным данным методом парного линейного регрессионного анализа [2]:

$$\gamma_{pH} = 0{,}0088 + 0{,}0253pH - 0{,}0019pH^2 \qquad (1)$$

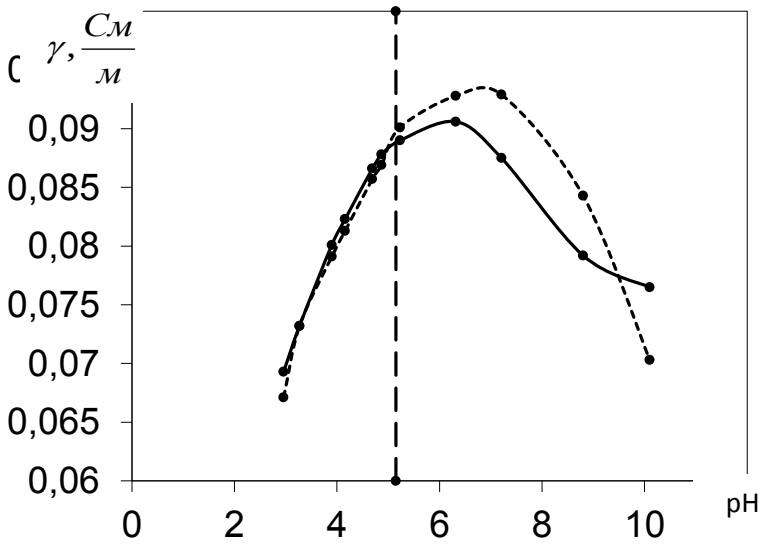


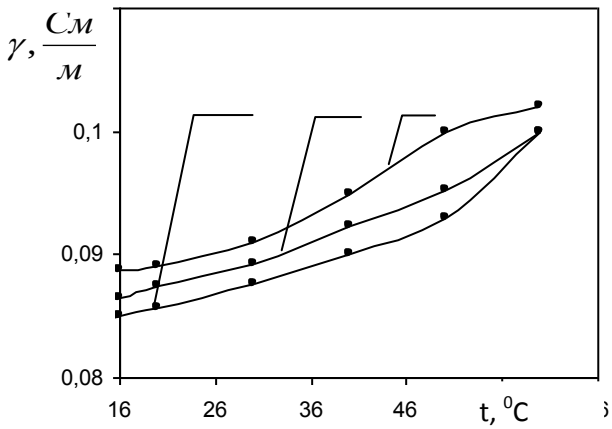
Рисунок 1 - Зависимость проводимости молочной сыворотки от pH:
——— экспериментальная, - - - - - расчетная, – – – – исходный pH

Диапазон изменения температуры, в котором исследовали диэлькометрические свойства, показан на рисунке 2.

Одним из факторов влияющих на проводимость является место производства молочной сыворотки. Доля влияния места производства составляет 6%. Это связано с отличием в кормлении животных, технологией переработки молока и другими факторами. Под действием температуры в исследуемом диапазоне удельная проводимость увеличивается на 15 – 20%.

Наиболее вероятное значение удельной проводимости молочной сыворотки при 20 ^{0}C, γ_{20}=0,089*См/м.* Температурная характеристика удельной электрической проводимости сыворотки описывается общей зависимостью для проводников второго рода:

$$\gamma_t = 0{,}089[1 + 4 \cdot 10^{-3}(t - 20)] \qquad (2)$$



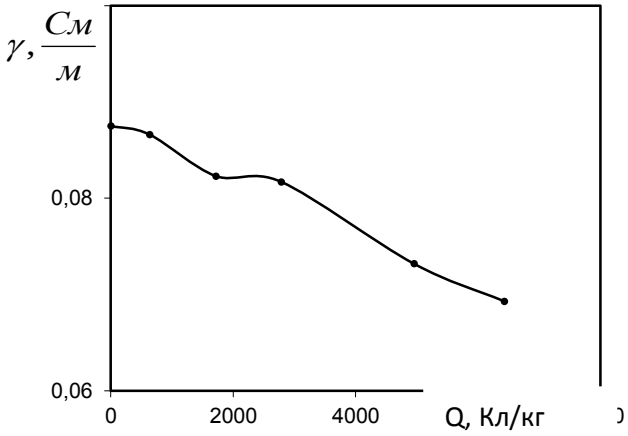


Рисунок 2 - Температурная характеристика удельной проводимости молочной сыворотки в зависимости от места производства: 1 – Минск; 2 – Брест; 3 –Гродно.

Рисунок 3- Зависимость проводимости молочной сыворотки от количества электричества.

С увеличением количества электричества, пропущенного через сыворотку, проводимость снижается в результате изменения pH (рисунок 3).

Для определения диэлектрической проницаемости ε и тангенса угла диэлектрических потерь *tgδ* принят диэлькометрический метод. Изменение диэлькометрических свойств в процессе изменения частоты показано в таблице 1.

Диэлектрическая проницаемость молочной сыворотки увеличивается с ростом частоты электрического поля (таблица 1) под действием поляризационных явлений [1].

Таблица 1- Изменение параметров диэлькометрических характеристик сыворотки

Содержание в сыворотке белков, %	Измеряемый параметр	Частота, кГц			
		0,1	1	10	1000
2	ε	61,7	45	11,2	39,76
	tgδ·10^{-3}	5	557,8	55,8	53
4	ε	12,08	5,76	1,73	12,16
	tg δ·10^{-3}	675,5	186,9	39	44

Резкое снижение ε на частоте 10 кГц объясняется краевым эффектом на электродах ячейки.

Теплопроводность определяли методом монотонного разогрева образца внешним односторонним проходящим тепловым потоком. Удельную теплоемкость определяли методом динамического С-калориметра.

Таблица 2 - Теплофизические свойства молочной сыворотки

Теплопроводность, Вт/м·К	Удельная теплоемкость, Дж/кг·К
0,627	4124

Заключение:

1. Удельная электрическая проводимость молочной сыворотки при 20 ^{0}С составляет 0,089 См·м$^{-1}$, изменяется в зависимости от места производства на 6%, температуры - 15-20 %. Зависимость удельной электрической проводимости от pH определяется формулой [1]. Удельная теплопроводность и теплоемкость составляют соответственно 0,627 Вт/м·Ки 4124 Дж/кг·К. Изменение диэлькометрических свойств показано в таблице 1.

2. Исследованные кондукто - и диэлькометрических свойства молочной сыворотки позволяют классифицировать ее как проводник второго рода.

3. Полученные результаты исследования физических свойств сыворотки позволяют описать механизм воздействия электрического тока на коагуляцию белка, обосновать конструкцию установки.

Литература

1. Надь Ш.Б. Диэлектрометрия. - М.: Энергия, 1976. - 200с.
2. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 1982. - 224с.
3. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: Справочник.- М.: Агропромиздат, 1990. - 287с.

119. В.Б. Ловкис, к.т.н., доцент, Л.А. Абрамчик, А.Л. Лонский, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь

ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА

Введение

Двигатель внутреннего сгорания, работающий на дровах, — это вовсе не призрак из далекого прошлого. Автомобили и электростанции, использующие древесину в качестве энергоносителя, можно встретить и сегодня. Стоит уточнить: двигатель функционирует на газе, получаемом из дерева путем его сжигания определенным способом. Установки, вырабатывающие такой газ, называют газогенераторами, они достаточно давно применяются на промышленных предприятиях **.** Твёрдое топливо, особенно дрова, является для нас наиболее привычным. Однако о современных тенденциях в применении этого вида топлива знают немногие.

Основные положения

Главными частями газогенераторной установки являются:

а) газогенератор, в который загружается сжигаемое топливо, дающее горючий газ;

б) очистители для грубой и тонкой очистки газа от механических примесей;

в) жидкостный охладитель;

г) смеситель, где приготовляется газовоздушная горючая смесь;

д) электровентилятор для розжига топлива при первоначальной подготовке газогенератора к работе;

е) газопроводы, соединяющие отдельные части газогенераторной установки.

Для получения газогенераторного газа сжигается твердое топливо, чаще древесина и древесный уголь; могут применяться также торф, бурые угли, антрацит, брикеты из соломы. Однако в каждой газогенераторной установке следует применять только то топливо, на которое рассчитан газогенератор. Топливом для газогенераторных отечественных автомобилей служат главным образом древесные чурки, предпочтительно из твердых лиственных пород дерева (дуб,

бук, береза); могут применяться также чурки сосновые и даже из мягких пород (липа, осина, ольха, ель). Независимо от породы, влажность чурок должна быть не более 20%, стороны (сечение) - определенных размеров (40-60 мм). Древесный уголь должен быть однородного состава; кусок угля должен быть размером в среднем 15-40 мм. Лучше применять уголь, выжженный из березы, но пригоден и уголь из мягких пород дерева, кроме елового (быстро рассыпается и дает много мелочи). Влажность угля должна быть не выше 8-12%. Лучший торф для газогенераторных установок - формовочно-кусковой, зольность не более 3-4% и влажность не выше 25%. Хранить топливо (чурки, древесный уголь, торф) следует в закрытых помещениях с естественной вентиляцией, в условиях, исключающих его засорение (землей, камнями, мусором и т.п.) и увеличение влажности. Превращение твердого топлива в газообразное горючее происходит в газогенераторе, причем в зависимости от направления потоков поступающего воздуха и отходящего газа различают прямой, горизонтальный и обратный, или опрокинутый, процессы газификации. При прямом процессе воздух поступает в газогенератор снизу, а получаемый газ отводится сверху; при горизонтальном процессе воздух подводится с одной стороны газогенератора, а газ отсасывается с противоположной стороны; при опрокинутом процессе потоки воздуха и газа в газогенераторе идут сверху вниз. Опрокинутый процесс газификации имеет то преимущество, что образующиеся при этом смолы, сгорая или разлагаясь в зоне горения, превращаются в горючие газы. Поэтому газификация топлива (дрова, торф, бурый уголь) при опрокинутом процессе не вызывает быстрого засмоления поршней и клапанов двигателя в процессе эксплуатации.

Газогенератор с опрокинутым процессом газификации представлен на рисунке.

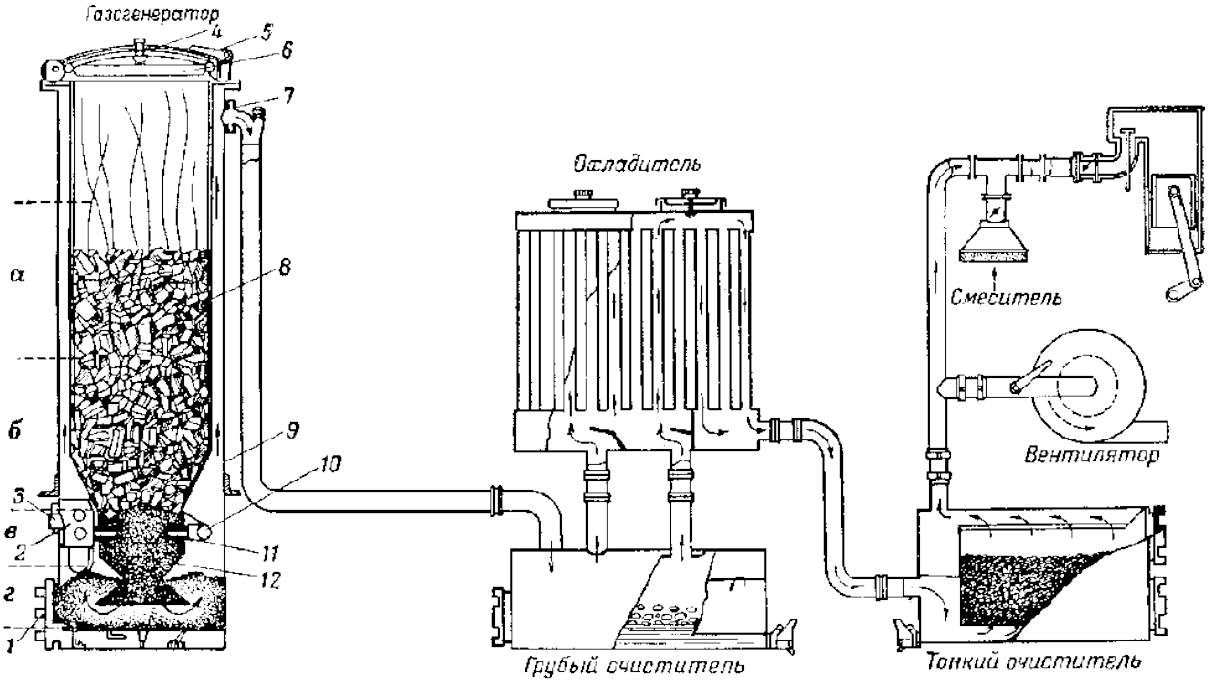


Рис. 1. Схема газогенераторной установки :

а-зона подсушки топлива; б-зона сухой перегонки ; в – зона горения ; г-зона восстановления; 1-люк;2-обратный клапан;3-воздушный патрубок;4-пружина;5-запорная рукоятка;6-крышка люка 7-патрубок ;8-бункер;9-корпус газогенератора ; 10-воздушный пояс; 11-фурма; 12-топливник .

Топливо загружается в газогенератор через верхний люк. Зона горения в топлива находится в нижней части газогенератора - в топливнике 12; воздух подводится через патрубок 3.При горении топлива температура в зоне горения поднимается до 1300-1700°С и образуются негорючие газы (углекислый газ и азот). Тепло, выделяющееся в зоне горения, сильно нагревает лежащие выше и ниже слои топлива, вследствие чего образуются еще три зоны: 1) зона сухой перегонки б - температура 450-150°С, топливо без доступа воздуха обугливается, выделяются смолы и другие летучие продукты; 2) зона подсушки топлива а - температура 150-100°С, топливо подсушивается и выделяется водяной пар; 3) зона восстановления г - температура 700-900°С; в зоне восстанавливаются продукты горения, когда они проходят через раскаленный уголь. В зоне восстановления основные продукты горения - углекислый газ и водяной пар - вступают во

взаимодействие с раскаленным углем, в результате чего получается газ, состоящий из окиси углерода и водорода (горючие газы) и азота (негорючий газ). Несгоревшие продукты сухой перегонки (смола и др.) под действием высокой температуры также разлагаются, образуя окись углерода и водород и небольшое количество горючего газа - метана. Полученный таким образом генераторный газ поднимается к патрубку 7, откуда через очистители и охладитель направляется в смеситель.

Достоинства газогенераторных автомобилей:

Самое главное преимущество газогенераторных автомобилей заключается в том, что в нем используется возобновляемое топливо без какой-либо предварительной обработки, а на преобразование биомассы в жидкое топливо, такое как этанол или биодизель, может расходоваться энергии (в том числе и CO_2) больше, чем содержится в изначальном сырье. В газогенераторном автомобиле для производства топлива энергия не используется, за исключением порезки и рубки древесины.

Газогенераторный автомобиль не нуждается в мощных химических аккумуляторных батареях и это является преимуществом перед электромобилем. Устройства, вырабатывающие древесный газ являются, как бы, натуральными аккумуляторами.. Отходами работы газогенераторной установки является зола, которая может быть использована в качестве удобрения.

Недостатки газогенераторных автомобилей:

При работе на газогенераторном газе не удается достигнуть скорости и ускорения, как на бензине. Так происходит потому, что древесный газ состоит примерно из 50 процентов азота, 20 процентов окиси углерода, 18 процентов водорода, 8 процентов двуокиси углерода и 4 процента метана. Азот не поддерживает горение, а углеродные соединения снижают горение газа. Из-за высокого содержания азота двигатель получает меньше топлива, что приводит к снижению мощности на 30-50 процентов. Из-за медленного горения газа практически не используются высокие обороты, и снижаются динамические характеристики автомобиля.

Заключение

В процессе работы были проведены теоретические и экспериментальные исследования рабочего процесса газификации твердого топлива .Проведенные испытания транспортного средства , с двигателем на генераторном газе из отходов древесины подтверждают вывод о перспективности создания подобных газогенераторных установок для использования на сельскохозяйственном автотранспорте .

Список литературы

1.Токарев Г.Г. «Газогенераторные автомобили» М.Машгиз, 1955-207с
2.В.И. Анохина-«Устройство автомобилей» ,1954г
3.Мухина Т. Н. «Пиролиз углеводородного сырья» Т. Н. Мухина, Н. Л. Барабанов, С. Е. Бабаш — М.: Химия, 1987. — 240 с

120. В.Б. Онищенко, к.т.н., доцент, А.Ю. Розуменко, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М.Барановський, д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

УДОСКОНАЛЕНИЙ СЕПАРУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Картопля - одна з основних сільськогосподарських культур, що вирощується в Україні, Вона використовується як продукт харчування, поживний корм для тварин та сировина для промисловості.

Середня урожайність картоплі досягає 131 ц/га. Приведена структура господарств вимагає створення нових, малогабаритних, недорогих конструкцій машин для вирощування і збирання картоплі.

На сьогодні використовуються технології і засоби механізації, як правило ще радянського виробництва або закордонних фірм. Це пояснюється відсутністю нових конструктивних рішень, які могли бути використані при виробництві перспективної техніки.

Якість бульб і собівартість виробництва картоплі в значній мірі визначається технологічним процесом збирання, на який припадає майже 45 - 70% всіх затрат. Із них. 50% - це затрати енергії,

що йдуть на роботу сепаруючих робочих органів. Такий розподіл енерговитрат пояснюється тим, що в бульбомісткому прошарку ґрунту міститься всього 1,5 — 3 % картоплі . Отже, відділення картоплі від ґрунту призводить до зниження енергозатрат в технологічному процесі, що представляє собою актуальне наукове завдання.

В останній час увага дослідників, що займаються удосконаленням конструкцій картоплезбиральних машин, була зосереджена на створенні пристроїв, які активно діють на підкопаний бульбомісткий шар ґрунту, тим самим сприяють його рихленню та інтенсивному просіюванню на сепаруючих пристроях. Але внаслідок ряду недоліків такі пристрої не знайшли широкого застосування на сучасних картоплезбиральних машинах.

Створення нового пристрою для сепарації картопляного вороху, який працюватиме якісно, високопродуктивно, без пошкоджень, незалежно від умов збирання, обгрунтування його параметрів і дослідження процесу сепарації є актуальною проблемою в галузі механізації сільського господарства і конструювання сільськогосподарських машин для збирання картоплі.

Розробки конструкції та оптимізації параметрів і режимів роботи розрихлювача-вирівнювача картопляного вороху приведе до підвищення якісних та кількісних показників технологічного процесу сепарації картопляного вороху при роботі картоплезбиральної машини.

121. В.Б. Онищенко,к.т.н., доцент, О.М. Дольник, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М. Барановський, д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Внесення органічних добрив – найефективніший спосіб збагачення ґрунту органічною речовиною, яка здатна перетворюватись у гумус. При системному внесенні органічних добрив збільшується кількість гумусу в ґрунті [1,2]. Проте вплив органічних добрив на підвищення родючості ґрунтів визначається не тільки наявністю в їх складі поживних речовин, але й впливом корисних мікроорганізмів органічної речовини, що є в добривах, а також і на фізичні властивості грунту та їх біологічну активність [3].

Тверді органічні добрива вносять поверхнево за допомогою кузовних розкидачів органічних добрив і розкидачів із куп. Забезпечити внесення малих доз можливо лише кузовними розкидачами. Розкидачі органічних добрив, які здатні якісно внести добрива в малих дозах по поверхні грунту, представлені широкою гаммою машин закордонного виробництва. Вітчизняні розкидачі органічних добрив нездатні забезпечити якісний розподіл добрив при нормах внесення менше ніж 15 т/га. Для зменшення витрат на придбання нових розкидачів органічних добрив доцільно використовувати наявні в господарствах машини, модернізуючи їх шляхом дообладнання змінними модульно–адаптивними робочими органами для внесення органічних добрив у малих дозах. Завдяки цьому можна вдосконалити кузовний розкидач, використовувати базову машину в більшому обсязі робіт, збільшити річний наробіток та зменшити капіталовкладення.

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

Проаналізувавши розподіл добрив по ширині захвату розкидачами з дисковими розподільчими органами, робимо висновок, що для досягнення необхідної рівномірності внесення добрив необхідно працювати із значним перекриттям. Також до недоліків роботи слід віднести те, що швидкість руху агрегату по полю не повинна перевищувати 5 км/год.

Проаналізувавши епюри розподілу добрив після проходу агрегата для внесення органічних добрив можна зробити висновок, що найбільш якісний розподіл добрив з мінімальним перекриттям можна отримати розкидачем з боковим викидом.

Література

1. Дегоднюк Е.Г. Екологічні основи використання добрив [текст] / Е.Г. Дегоднюк, В.Т. Мамонтов, В.Г. Гамалей та ін: за ред. Е.Г. Дегоднюка. – К.: Урожай 1988. – 232с.

2. Визла Р.Р. Использование излишков соломы в качестве удобрений [текст] / Р.Р. Визла // Зернове хозяйство. – 1987 - №8 – С.7-8
3. Вишинський О.М. Органічні добрива [текст] / О.М. Вишинський– К.: Урожай 1964 – 52 с.

122. В.Б.Онищенко,к.т.н., доцент, В.М.Бошовий, студент,Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.Ф. Кузьменко, к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації і електрифікації сільського господарства» НААН України

УДОСКОНАЛЕННЯ СЕГМЕНТНО-ПАЛЬЦЕВОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА КОСАРКИ

Створення стійкої кормової бази тваринництва є однією з найважливіших проблем розвитку сільськогосподарського виробництва. У кормовому балансі основне місце займають природні сінокоси і сіяні трави. Із трав одержують сіно, трав'яні букети, сінаж, частково силос, а також високовітамінний корм – трав'яне борошно. Для одержання високоякісних кормів і запобігання втратам трави необхідно скошувати в кращі агротехнічні строки, правильно вибирати технологію і комплекси машин, налагоджувати на оптимальні режими роботи машини, збирання трав'яної маси проводити в стислі строки, застосовувати прогресивні методи організації і оплати праці.

Різальний апарат для скошування польових культур являє собою потужний різальний механізм шириною зрізу 5,1м, придатний для скошування польових культур, трав та чагарникових насаджень висотою 1,5 м і для укладання у валок шириною 1,8 м до 2,0 м. Широкий різальний апарат особливо придатний для роботи на великих і рівних площинах.

Зважаючи на висвітлені в літературі аспекти підвищення продуктивності скошувальних агрегатів та сучасний стан виробництва косарок доцільно оцінити вплив технологічних показників та режимів роботи сегментно-пальцевого різального апарата на можливість подальшого (до 12-14 км/год) підвищення робочої швидкості косарок.

Розрізняють сегментно-пальцеві, двоножеві безпальцеві та ротаційні різальні апарати косарок. Сегментно-пальцеві характеризуються відстанню t між осьовими лініями сусідніх сегментів ножа та відстанню to між осьовими лініями протирізальних пластин сусідніх пальців та ходом ножа S . Відповідно до цих параметрів існують апарати низького різання з одинарним (t = to = S) та двойним(t = to = 2S) пробігом ножа; апарати з подвійним пробігом ножа; апарати низького різання (t = 2t = S); апарати середнього різання (t = k*to = S,де1<=k<=2) .

В Україні виробляються такі косарки як: КРН-2,1, КРН-2,0. Із закордонних виробників найбільш відомі такі: Kuhn (Франція), Claas (Німеччина), Crone (Німеччи на).

*Висновки.*Збільшення товщини сегмента з 2 до 3 мм зменшує небезпеку заскакування лез на протирізальну пластину, хоча і не усуває її цілком. Підвищення частоти коливань ножової полоси (середньої швидкості ножа), яке сприяє підвищенню швидкості косарки, призводить до зменшення подачі на один хід ножа, зменшенню питомого навантаження на лезо, утворенню зон які пробігаються сегментом двічі і зменшенню площ, які сковуються з поздовжнім нахилом травостою. Іншим параметром, який сприяв би зменшенню площ скошування з поздовжнім нахилом, може бути висота сегмента. Таким чином, як збільшення частоти коливань ножової полоси, так і збільшення висоти сегмента можуть бути чинниками, які сприяють можливості підвищення робочої швидкості сегментно-пальцевої косарки.

123. В.Б.Онищенко, к.т.н., доцент, В.Кузьменко, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М.Барановський,д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

УДОСКОНАЛЕННЯ КУЛЬТИВАТОРА З ФРЕЗЕРНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Аналіз конструкції фрезерних культиваторів показав, що для виконання агротехнічних операцій доцільно випускати два типи фрезерних культивато-рів.

Легкі - для низькостебельних неполивних культур, які характеризуються мінімальним просівом над рядками 30 см, малою глибиною обробітку 5-8 см, діаметром фрезерного барабану не більше 300 мм, з регульованою частотою обертання в межах 150-250 об/хв., енергоємкістю процесу регулювання 5-18 кВт/м, робочими швидкостями руху 5-8 км/год. і продуктивністю не менше 0.5-1 га/год. чистого часу на 1 м захвату.

Важкі - для високостеблевих неполивних і поливних культур, які харак-теризуються мінімальним просвітом над рядками 45-60 см, глибиною обробіт-ку до 10-12 см, діаметром фрезерного барабану 300-350 мм, з регульованою частотою обертання, енергоємкістю 15-18 кВт/м, робочими швидкостями руху 6-10 км/год., продуктивністю 0.6-1.2 га/год. чистого часу на 1 м захвату.

В обох типах фрезерних культиваторів слід передбачити можливість швидкої зміни ширини захвату для роботи на застосування сівби і садіння просапних культур.

Робочі органи машини повинні бути довговічними з можливістю зато-чування їх без зняття з машини.Культиватори повинні мати гідравлічний привод на фрезерні секції з автоматичним контролем технологічного процесу фрезерування за багатьма параметрами.

В даній роботі, обґрунтовано параметри експериментального фрезер-ного робочого органу, який включає в себе ножетримач і ніж, які обертаються навколо вертикальної осі. Ріжуча кромка ножа виготовлена по гвинтовій кри-вій з постійним кутом підйому, розташований на циліндричній поверхні пере-датнім нижнім зігнутим кінцем направлена вперед в напрямку обертання рото-ра, а затильна частина ножа повернута відносно перпендикуляра до радіусу обертання до центра на кут, більший 15°, але менший 45°. Таке конструктивне виготовлення ножа і його встановлення в ножетримачі дозволяють зменшити зусилля різання грунту.

При русі ножа в грунті має значення і правильне розташування затилоч-ної грані ножа.При розташуванні ножа перпендикулярно радіусу обертання і при його русі по траєкторії, від однойменного поступального і обертального руху, проходить затирання потиличної грані ножа.

Для того, щоб цього не вібувалось необхідно повернути потиличну грань ножа відносно перпендикуляра до радіусу обертання і до центра на деякий кут β.

При роботі машин вказаного типу, при малих поступальних швидкос-тях(0.5-1.2 м/с), колова швидкість(3-6 м/с), а при більших поступальних швид-костях в межах 6-12 м/с. Звідси і видно кут 6-23°.

Отже, для роботи ножа без затирання об моноліт грунту його потилична грань повинна бути повернута відносно перпендикуляра до радіусу обертання і до центру на кут $15° \leq \varphi \leq 45°$.Призначення даного конструктивного рішення в грунтообробній машині дозволить, в порівнянні з прототипом, значно змен-шити енергоємкість обробки грунту.

Отже, така форма ножа може сприяти самоочищенню робочого органу, що стає можливим за рахунок підйому бур'янів, розташованих на ріжучій кромці ножа, із нижніх слоїв в верхні.При постійному підпорі цих бур'янів зустрічним обробним пластом, будуть підніматися по вказаній ріжучій кромці ножа, із нижнього прошарку в верхній, що і приведе до самоочищення робо-чої частини ножа і очищення від бур'янів всього робочого органу.

Все це дозволить покращити самоочистку робочого органу на 15-20%, підвищити продуктивність праці, зменшити витрати палива.

124. В.Б. Онищенко, к.т.н., доцент, М.С. Жерелюк, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М. Барановський,д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КОМБІНОВАНИЙ ОЧИСНИК ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Збільшення обсягів виробництва коренеплодів цукрових буряків пояснюється значним попитом продукції переробки цукрової сировини, який визначається необхідністю забезпечення кормової бази тваринництва України та реалізацією цукру за її межами.

Підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції вимагає принципово нових підходів до розроблення й впровадження нових прогресивних технологій збирання коренеплодів цукрових буряків. Своєчасне збирання цукрових буряків в оптимальні агротехнічні терміни при мінімальних втратах і найменших затратах праці – одне з важливих завдань, вирішення якого вимагає створення високопродуктивної збиральної техніки.

Головною тенденцією розроблення сучасних коренезбиральних машин є підвищення їх експлуатаційних показників і показників якості виконання технологічного процесу, які визначають технічний рівень збиральної техніки, розвиток і виробництво якої в Україні за останні роки практично припинився.

Від вибору конструктивно-компонувальних схем очисних робочих органів, їх конструктивно-кінематичних параметрів залежить якість очищення коренеплодів від домішок, їх пошкодження та втрати, що в кінцевому результаті регламентує кількісні показники та показники якості цукросировини.

Одним із резервів підвищення якості очищення коренеплодів цукрових буряків є поліпшення технологічного процесу відокремлення домішок від коренеплодів шляхом застосування комбінованих очисників, які поєднують у собі систему поперечних шнеків, над якими встановлено горизонтальний вал з очисними пружними елементами. Інтенсифікація процесу відокремлення вільного і налиплого грунту та рослинних домішок відбувається за рахунок значного підвищення динамічності процесу очищення вороху шляхом використання додаткового ефекту одночасної взаємодії очисних пружних елементів з поверхнею тіла коренеплодів.

Удосконалення існуючих технологічних процесів відокремлення домішок від коренеплодів і створення високоефективних комбінованих очисників коренезбиральних машин дозволить підвищити показники якості збирання цукрових буряків, зменшити транспортні втрати, пов’язані з перевезенням ґрунту з поля та зберегти його родючість.

125. В.Б. Онищенко, к.т.н., доцент, В.В. Баранець, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М. Барановський,д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОТОРНИЙ РОЗКИДАЛЬНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Науково-експериментальні та дослідно-конструкторські роботи по механізації процесів зберігання, приготування і внесення органічних добрив спрямовані на вирішення таких нагальних питань, як цілковите використовування властивостей добрив і підвищення їх окупності.

При оцінці машин для внесення слід враховувати всі витрати, обумовлені нерівномірним розподілом добрив: зниження біологічного врожаю, погіршення технологічних і біологічних властивостей оброблюваної культури, забруднення навколишнього середовища.

При обґрунтуванні оптимальних параметрів сільськогосподарських машин у вигляді основного критерію ефективності використовують мінімум приведених витрат. Проте цей показник по відношенню до технічних засобів для хімізації слід розглядати тільки як необхідний, але не достатній. Висока продуктивність машин і необхідна якість робіт, виконуваних в оптимальні агротехнічні терміни, - неодмінні умови для впровадження нової техніки.

Фактична доза внесення і рівномірність розподілу добрив на всій оброблюваній площі - визначальні показники якості. Відхилення дози і рівномірності розподілу добрив від допустимих значень, передбачених агротехнічними вимогами, необхідно розглядати як технологічний брак або відмову системи.

Технологічні відмови нерідко наступають внаслідок того, що при обґрунтуванні функціональних схем машин не повною мірою враховують мінливість фізичних властивостей органічних добрив і ступінь їх впливу на надійність процесу.

Щоб вирішити питання, пов'язані з підвищенням ефективності застосування органічних добрив, потрібно знайти оптимальні значення визначальних показників якості, сформулювати вимоги до функціональних схем і параметрів машин для внесення.

У представленій роботі узагальнені і систематизовані дані теоретичних і експериментальних досліджень у області механізації процесів внесення органічних добрив із застосуванням експериментальних роторних роз- кидальних робочих органів.

126. В.Б. Ловкис, к.т.н., доцент, О.В. Данильчик, Е.Ю. Журавский, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБОГРЕВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

В структуре себестоимости производства продукции энергетическая составляющая имеет преобладающее значение. Поэтому с учётом резкого удорожания и дефицита высококалорийных энергоносителей на основе нефти возникла необходимость создания энергетических установок, работающих на генераторном газе, полученном из различных видов твёрдых топлив, стоимость которых в настоящее время примерно в 9-10 раз ниже стоимости нефтепродуктов.

Эти установки могут использоваться при отоплении производственных цехов предприятий различных назначений, помещений с повышенным отопительным объёмом и высоким расположением потолков, бытовых помещений и специальных сооружений (полевые гаражи, склады, мастерские), расположенные вдали от систем централизованного отопления.

Как показала практика, существующая на предприятиях, система водяного отопления при больших объёмах 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. Обычно для подогрева воздуха используют паровые, водяные, электрические и огневые калориферы. В качестве последних устанавливают теплогенераторы, работающие на жидком топливе или природном газе. Предлагается подогревать воздух за счёт сжигания газогенераторного газа, получаемого: из местного твердого топлива (торф, отходы древесины, сельскохозяйственного производства) на бункерной газогенераторной установке с естественной тягой, работающей на мелкозернистом топливе. Характерной особенностью этих 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 подогрева воды или воздуха. Двухстадийное сжигание топлива в газогенераторных установках обеспечивает КПД до 92% по сравнению с прямым сжиганием в топках с неподвижной решёткой, работающих на естественной тяге, вследствие уменьшения потерь тепла. Уменьшается загрязнение окружающей среды взвешенными частицами и монооксидом углерода. Конструкция газогенератора даёт возможность проводить эксплуатацию установки с автоматической подачей топлива в течении 8-10 часов.

В основе работы газогенератора лежит схема Пинча. Газогенераторы типа Пинча обладают высоким КПД, простые в эксплуатации, тепловая мощность составляет от 30 до 200 кВт. Основным отличием газогенератора от конструкции является то, что он содержит сводчатый рассекатель. Образующиеся во время работы газогенератора продукты сухой перегонки (смолы, кислоты) проходят через активный слой топлива (зону восстановления) сверху вниз, частично сгорают, а частично подвергаются процессу крекинга (располагаются с выделением горючих газов) и не вызывают засмоления деталей установки, то есть при этом обеспечивается получение бессмольного газа.

За счёт паровой (воздушной) системы отопления легко очищать воздух в помещении, изменять его влажность и температуру, если вентилятор работает непрерывно, то циркулирующий воздух поддерживает постоянную температуру в помещении.

Наиболее перспективны выглядит комбинирование водяных и воздушных систем. Высокоэффективный котёл подаёт воду в радиатор, который находится в воздухопроводе. С помощью вентилятора воздух проходит через радиатор, нагревается и распространяется по воздушной системе отопления.

Системы воздушного отопления подразделяют по радиусу действия на местные и центральные по степени замены воздуха в помещении на прямоточные, рециркуляционные и частичной рециркуляцией.

Местные системы отопления используются для отопления одного помещения. Для них характерно отсутствие воздуховодов для распределения воздуха. Воздух подаётся в помещение сосредоточенными компактными струями.

В прямоточных системах наружный воздух подогревается в калорифере и подаётся в помещение в количестве, достаточном для вентиляции. В таком же количестве воздух удаляется из помещения по каналам вытяжной вентиляции.

При частичной рециркуляции часть воздуха забирается снаружи, а другая часть - из помещения. Смешанный воздух подогревается в калорифере и подаётся в помещение. Помещение отапливается всем подаваемым воздухом, а вентилируется только частью воздуха, который забирается снаружи.

Отсутствие вентиляции, когда в помещении происходит циркуляция внутреннего воздуха без его замены, является характерной особенностью рециркуляционных систем.

Центральная система воздушного отопления в основном аналогично местной. Отличия заключается в том, что используются системы воздуховодов для подачи воздуха в помещения.

Особое значение имеют воздухораспределители, предназначенные для равномерного распределения воздуха по объёму помещения.

В прямоточных рекуперативных системах воздушного отопления достигается снижение расхода тепловой энергии путём установки теплообменника-утилизатора. Предварительный подогрев воздуха осуществляется за счёт теплоты удаляемого из помещения внутреннего воздуха.

В местных системах воздушного отопления нагрев воздуха и его циркуляция в помещении обеспечивается воздушно-отопительными агрегатами. Воздушно-отопительные агрегаты предназначены для работы с теплоносителем "горячая вода" и состоит из осевого вентилятора, пластинчатого калорифера, жалюзийной решётки и коллектора для забора воздуха. Воздушно-отопительные агрегаты устанавливаются выше рабочей зоны, обеспечивая подачу воздуха горизонтальными или наклонными струями.

Циркуляция воздуха в помещении зависит от количества приточных и вытяжных струй, их взаимного расположения по площади и высоте помещения. Желательно обеспечить равномерное распределение воздуха по всему помещению. Однако не всегда системы вентиляции обеспечивают это требование. Нередко имеют место замкнутые контуры циркуляции воздуха и застойные зоны. Подача воздуха должна производиться в рабочую (или обслуживаемую) зону в помещениях с избытками явной теплоты и в помещениях, в которых тепловыделения сопровождаются выделением влаги и вредных веществ. Подача воздуха на уровне не более 6 м от пола струями, направленными вертикально вниз, а также горизонтальными и наклонными струями на уровне не более 4 м рассматривается как подача воздуха в рабочую зону.

Выводы

Проведено обоснование комбинированной системы отопления крупногабаритных помещений, имеющих преимущества по сравнению с традиционной водяной системой отопления за счёт экономии материально-энергетических средств и улучшению микроклимата.

Система воздушного отопления производственных помещений, работающая на местных видах твердого топлива, позволяет снизить стоимость тепловой энергии в 3-4 раза, повысить эффективность и надежность теплоснабжения.

Литература

1. Лыгин П.А. Новая конструкция кожухотрубных водоводяных теплообменников // Новости теплоснабжения. 2004. №11. С. 50-53.
2. Валиулин С.Н., Бурдастов Н.Н., Хрутин В.В., Пыжов О.В. Новые теплообменные аппараты с пониженной загрязняемостью // Новости теплоснабжения. 2004. №11. С. 47-49.
3. Саламов А.А. Установки для сжигания и газификации древесных отходов. – Промышленная энергетика, 1985, №2.
4. Равнич М.Б. Топливо и эффективность его использования. – Наука. М., 1971.
5. Альтшулер В.С. Новые процессы газификации твёрдого топлива, издательство "Недра", М., 1976, 279 с.
6. Энергосберегающие технологии и местные виды топлив / Н. И. Бохан, П. Л. Фалюшин, А. А. Астюкевич // Наука - производству: Материалы четвёртой межд. научн.-практич. конф., Гродно, ГГАУ, 2001, часть-2, 392-394 с.

127. С.М. Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, А.П. Довбиш, аспірант,ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

ДО ПИТАННЯ ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНОВОЇ СІМІШІ

Отримані основні результати, які стосуються резонансних коливань зернової суміші підчас процесу сепарації можуть бути використані для визначення основних фізико-механічних характеристик зернової суміші, що закладені у фізичні, а відтак математичні моделі. Для визначення основних параметрів, які описуютьдея фізико-механічні характеристики зернової суміші (E - інтегральний "модуль пружності" зернової суміші, ν - параметр, який вказує на відхилення інтегральних пружних характеристик зернової суміші від лінійного законів) полягає у зіставлені теоретичних та експериментальних результатів. За нелінійної моделі динамічного процесу сепарації зернової суміші, власна частота її коливань вздовж сита залежить від амплітуди, а явище резонансу за заданої частоти зовнішнього збурення ω має місце за умови наближення амплітуди власних

коливань до величини a_p [2, ст. 124-131]. Таким чином, основна ідея визначення невідомих параметрів E та ν полягає у наступному:

- збуджуємо коливання зернової суміші вздовж сита. Вимірюємо їх амплітуду - a_1;

- шляхом повільної зміни частоти зовнішнього збурення ω спостерігаємо за зміною амплітуди коливань зернової суміші. Візуально встановлюємо початок значного росту амплітуди коливань зернової суміші і одночасно фіксуємо значення частоти зовнішнього збурення ω_1.

-відповідно до умови існування резонансу прирівнюємо періоди власних коливань зернової суміші та зовнішнього збурення, тобто

$$\frac{\Pi}{\Omega(a_1)} = \frac{\pi}{\omega_1}, \tag{1}$$

- повторюємо заміри для іншої амплітуди коливань зернової суміші a_2, а отже і отримуємо інше значення частоти зовнішнього збурення за якої спостерігається явище входження у резонанс - ω_2. На базі теоретичних результатів маємо співвідношення аналогічне до наведеного вище, тобто

$$\frac{\Pi}{\Omega(a_2)} = \frac{\pi}{\omega_2}. \tag{2}$$

Залежності (1) та (2) визначать відношення частот коливань зовнішнього збурення вібросепаратора, а отже частот коливань зернової суміші за якої спостерігались резонансні явища у вигляді

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\Omega(a_1)}{\Omega(a_2)}. \tag{3}$$

Якщо у наведені вирази підставити значення власних частот зернової суміші [3, ст. 78 - 85], отримаємо

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^{\frac{\nu}{2}} \tag{4}$$

Остання залежність і визначає значення параметру ν, який описує нелінійно-пружні властивості зернової суміші у вигляді

$$\nu = \frac{2\ln\frac{\omega_1}{\omega_2}}{\ln\frac{a_1}{a_2}}. \tag{5}$$

Що стосується параметру $E(\alpha)$, то для його визначення можна використати одне із співвідношень, яке визначає власну частоту зернової суміші та отримане вище значення параметру ν, тобто

$$\Omega(a_1) = \frac{\Pi\omega_1}{\pi} = \alpha a_1^{\frac{\nu}{2}}\left(\frac{\Pi_x}{l}\right)^{\frac{\nu+2}{2}} \tag{6}$$

Остання залежність визначає значення параметру α увигляді

$$\alpha = \frac{\Pi\omega_1}{\pi a_1^{\frac{\nu}{2}}}\left(\frac{l}{\Pi_x}\right)^{\frac{\nu+2}{2}}. \tag{7}$$

Про достовірність отриманого результату можна судити хоча б із того, що для випадку фізичної моделі зернової суміші у вигляді нашарування плоских балок із лінійним законом пружності [1], із отриманих вище результатів випливає що $\nu = 0$. Наведене одночасно і є підтвердженням розробленої методики дослідження динаміки зернової суміші у процесі вібросепарації.

Використана література

1.Субач А. П. Динамика процессов и машин обьемной вибрационной и центробежной обработки насыпных деталей – Рига: Знание. – 1991. – 400 с.

2. Герук С. М., Довбиш А. П. Вплив збурень коливань вібросепаратора на динаміку зернової суміші: Загальнодержавний міжвідомчий науково–технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільсьеогосподарських машин, вип. 46. – Кіровоград: КНТУ, 2016. – С. 124 – 131.

3. Герук С. М., Довбиш А. П. Математична модель динаміки зернової суміші підчас її сепарації в трубчастому скребковому ланцюговому конвеєрі: Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів», випуск 10/2 (30), 2016: Суми, в-во Сумського національного аграрного університету. С.78-85.

128. С.М. Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, А.П. Довбиш, аспірант, ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ У ПРИВІДНОМУ ЛАНЦЮЗІ КОНВЕЄРА ПІД ЧАС РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ

Для транспортування зернових продуктів та кормових сумішей для годівлі тварин і птиці та інших матеріалів в агропромисловому комплексі. широко застосовується конвеєрний транспорт. Трубчасті кормотранспортери надійно та ефективно вирішують завдання переміщення заданої кількості зернових матеріалів і кормосуміші на задану відстань у встановлений час.

Однак існуючі трубчасті скребкові канатні конвеєри, які переміщують сипкі матеріали в направляючих трубах різної конфігурації характеризуються обмеженими функціональними можливостями, оскільки виконують лише транспортні функції. Тому важливим напрямком подальшого розвитку таких транспортерів є розширення їх функціональних можливостей та експлуатаційних показників за рахунок поєднання в одному технологічному процесі змішування та одночасного переміщення компонентів сухих кормових сумішей безпосередньо перед роздачею їх тваринам.

Відомо, динамічні зусилля [1] у елементах машин та споруд визначаються переміщеннями відповідних перерізів та співвідношеннями, які описують пружні властивості матеріалу розглядуваного об’єкту. Для привідного ланцюга конвеєра для транспортування зерна це співвідношення для амплітуди його коливань при переході через резонанс.

$$m(x)dx\frac{d^2u(x,t)}{dt}=EA\left[\left(\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right)^{\nu+1}_{|x}-\left(\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right)^{\nu+1}_{|x+dx}\right]-R\left(\frac{\partial u(x,t)}{\partial t}\right)dx \qquad (1)$$

Нехай попередній його натяг T_0 . Це зумовлює видовження горизонтальної частини ланцюга конвеєра на величину ΔL

$$T_0=\overline{A}\cdot E\cdot\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^{\nu+1}\Rightarrow\Delta L=L\left(\frac{T_0}{\overline{A}\cdot E}\right)^{\frac{1}{\nu+1}} \qquad (2)$$

де $\overline{A}$ - площа поперечного перерізу ланцюга.

Під час переходу через резонанс, максимальне значення динамічної деформації ланцюга рівне значенню відповідної амплітуди. Отже, найбільше динамічне зусилля ($\overline{T}$) у ланцюгу рівне

$$\overline{T}=E\left(\frac{a+\Delta L}{L}\right)^{\nu+1} \qquad (3)$$

Приймаючи до уваги, що для випадку переходу через резонанс $a>>\Delta L$ для оцінки максимального динамічного зусилля можна обмежитись залежністю, а відтак максимальне нормальне динамічне напруження у прямолінійній вітці ланцюга рівне

$$\overline{\sigma}=\frac{\overline{T}}{A}=\frac{E}{AL^{\nu+1}}\left(a^{\nu+1}+(\nu+1)a^{\nu}\Delta L\right) \qquad (4)$$

У табл.1 наведено значення вказаного напруження за різних величин параметрів руху та фізико-механічних характеристик матеріалу ланцюга

Таблиця 1. **Значення динамічного напруження у прямолінійних ділянках ланцюга конвеєру для транспортування зерна**

m_0, кг/м	L, м	ν	V, м/с	a, м	σ, Н/м
40	20	1,3	1	$1{,}8150\cdot10^{-3}$	$1{,}0091\cdot10^{6}$
40	20	1,3	2	$3{,}7642\cdot10^{-3}$	$5{,}3381\cdot10^{6}$
40	20	1,3	3	$6{,}012\cdot10^{-3}$	$1{,}585\cdot10^{7}$
40	20	1,5	1	$2{,}612\cdot10^{-3}$	$3{,}8910\cdot10^{5}$
40	20	1,5	2	$7{,}123\cdot10^{-3}$	$4{,}7881\cdot10^{6}$
40	20	1,5	3	$11{,}311\cdot10^{-3}$	$1{,}48812\cdot10^{7}$
40	10	1,5	1	$1{,}2131\cdot10^{-3}$	$3{,}2421\cdot10^{6}$
40	10	1,5	2	$2{,}803\cdot10^{-3}$	$2{,}6270\cdot10^{6}$
40	10	1,5	3	$4{,}4317\cdot10^{-3}$	$8{,}2690\cdot10^{6}$
60	10	1,3	1	$5{,}1023\cdot10^{-3}$	$5{,}1131\cdot10^{7}$
60	10	1,3	2	$9{,}8102\cdot10^{-3}$	$2{,}4041\cdot10^{8}$
60	10	1,3	3	$15{,}106\cdot10^{-3}$	$6{,}4962\cdot10^{8}$
60	10	1,5	1	$1{,}3672\cdot10^{-3}$	$4{,}3710\cdot10^{5}$
60	10	1,5	2	$4{,}912\cdot10^{-3}$	$1{,}069110^{7}$
60	10	1,9	1	$3{,}142\cdot10^{-3}$	$1{,}3901\cdot10^{5}$
60	10	1,9	2	$6{,}931\cdot10^{-3}$	$1{,}3780\cdot10^{6}$
60	10	1,9	3	$13{,}12\cdot10^{-3}$	$8{,}7710\cdot10^{6}$

Використана література

1. Дарков А.В. Сопротивление материалов / Дарков А.В., Шапиро Г.С.- М.: ВШ, 1975.- 654 с.

129. О.С. Поліщук, Житомирський агротехнічний коледж

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Раціональна організація перевезень сільськогосподарських вантажів є однією з найважливіших складових частин розвитку економіки країни. У загальному комплексі сільськогосподарських робіт транспортні процеси займають до 35% всіх витрат праці на обробіток сільськогосподарських культур, а за витратами енергії - до 40%. Транспортні витрати складають близько 20 ... 25% витрат, що визначають собівартість найважливіших видів сільськогосподарської продукції.

Основним завданням транспортного обслуговування аграрних підприємств є своєчасне вивезення сільськогосподарської продукції, її подальшої переробки, зберігання та своєчасної доставки продуктів харчування до кінцевого споживача.

Автомобільний транспорт є частиною виробничої інфраструктури аграрних підприємств, який забезпечує безперервність і ритмічність сільськогосподарського виробництва. Проте в сучасних умовах автотранспортні підприємства через об’єктивні причини не завжди в змозі задовольнити потреби сільськогосподарської галузі. Існує велика кількість не вирішених задач. Тому вдосконалення автотранспортного обслуговування є необхідною передумовою економічного розвитку аграрних підприємств. Розв’язання цих задач передбачає удосконалення транспортного процесу, який має сприяти підвищенню ефективності функціонування підприємств автомобільного транспорту у сільському господарстві.

Проблеми ефективного використання та розвитку автомобільного транспорту вивчали такі вітчизняні і зарубіжні вчені, як А.В. Вельможин, А.І. Воркут, Б.Л. Геронімус, Н.Я.Говорущенко, Е.С.Кузнецов Е.С., В. Є. Канарчук, Л.В. Канторович, В.Н. Лівшиц, А.І. Малишев, М.С. Ходош, Ю.М. Цвєтов та інші.[1,2,3,4,5]

Сільськогосподарські вантажі відносяться до виду масових вантажів. Це продукція сільськогосподарського виробництва: зерно, овочі, фрукти, льон, продукти тваринництва, рослинництва, а також посівні та посадкові матеріали, добриво, паливо для сільськогосподарських машин та інші господарські вантажі.

Перевезення сільськогосподарських вантажів впливають на терміни проведення польових робіт і в кінцевому рахунку на врожайність сільськогосподарських культур. Затримка в проведенні транспортних робіт викликає простої агрегатів, зниження якості або псування продукції, порушення технології виробництва.

Вантажопотоки в різних районах країни нерівномірні і залежать від характеру і спеціалізації господарств, забезпечення транспортом, строків дозрівання і врожайності сільськогосподарських культур. У період збирання врожаю навантаження на транспортні засоби максимально зростають.

Сезонність і нерівномірність використання у часі, залежність від стану доріг і погодних умов - характерні особливості роботи транспорту в сільськогосподарському виробництві.

Процес виробництва продукції сільського господарства має багато специфічних особливостей, пов'язаних з кліматичними умовами, термінами дозрівання, збирання культур та споживання продукції, розміщенням сільськогосподарських підприємств у різних зонах. Тому характер сільськогосподарського виробництва, значення його продукції для потреб народного господарства визначають особливості вантажопотоків і перевезень сільськогосподарських вантажів автомобільним транспортом.

Вантажопотоки сільськогосподарських вантажів відрізняються нерівномірністю в різних напрямках, різко вираженими сезонними коливаннями в обсязі і структурі, перевагою у структурі вантажопотоку якого-небудь вантажу, що залежить від спеціалізації сільськогосподарських підприємств району перевезень і сезону заготовок певної продукції.

Найбільшою потужності вантажопотоки досягають у період збирання врожаю. У цей час в їх структурі переважає продукція основних масових культур (зерно, картопля, овочі, фрукти, тощо). У зимовий період потужність вантажопотоків мінімальна, в їх структурі велика частка припадає на добрива, посівні матеріали, різні господарські вантажі.

В першу чергу необхідно зменшити вплив так званого «людського фактора» в технологічних процесах доставки сільськогосподарської продукції [6]. Наприклад, в Європі участь людини залишається на рівні оператора грамотно спланованих процесів збору, розподілу, обробки, зберігання та доставки сільськогосподарської продукції [7].

Згідно з Правилами організації вантажних перевезень [8], перед водієм транспортного засобу стоять наступні завдання: підтримання транспортного засобу в технічно справному стані, своєчасне оформлення всієї документації на автомобіль, необхідне для здійснення процесу транспортування вантажів, після прийняття вантажу до перевезення здsйснювати процес перевезення до пункту доставки продукції.

До особливостей організації перевезень сільськогосподарських вантажів відносяться:

- різкі сезонні коливання обсягу робіт і, як наслідок, великі коливання по різних періодах року в потребі парку рухомого складу;
- залучення на період збирання врожаю рухомого складу та обслуговуючого персоналу різних АТП;
- різні дорожні умови і різні відстані перевезення, що залежать від схеми перевезень;
- у зв'язку з терміновістю перевезень режим роботи рухомого складу на період збирання врожаю встановлюється, як правило, цілодобовий;
- наявність дрібних розкиданих на великій території навантажувальних точок при відносно невеликій кількості прийомних, розвантажувальних пунктів;
- необхідність створення на лінії на період збирання врожаю тимчасових заправних пунктів, пунктів технічного обслуговування і ремонту рухомого складу, харчування і відпочинку водіїв;

- організація надійної диспетчерського зв'язку між усіма пунктами, організаціями та рухомим складом, зайнятими перевезеннями врожаю.

Вибір тієї чи іншої схеми роботи рухомого складу визначається забрудненістю продукції, її вологістю, необхідністю попереднього очищення, просушування перед здачею на приймальні пункти, забезпеченістю збиральною технікою і рухомим складом, станом доріг, пропускною здатністю вантажно-розвантажувальних пунктів та іншими факторами.

Найбільша кількість продукції, як правило, перевозиться від поля до зернотоку, коли рухомий склад працює на відносно невеликому плечі (10-15 км) і в поганих дорожніх умовах (здебільшого по ґрунтових дорогах). При перевезенні з зернотоку на елеватор робота рухомого складу характеризується, значною відстанню перевезення, що досягає 100-150 км, і відносно хорошими дорожніми умовами. (Дороги з твердим покриттям, поліпшені ґрунтові дороги).

Єдиний комплексний план організації збирально-транспортних робіт включає визначення потреби в транспортних засобах, розподіл загального обсягу перевезень сільськогосподарських продуктів між бригадами водіїв. Він же передбачає укладення договорів на перевезення масових сільськогосподарських продуктів, формування комплексних бригад для перевезення продукції з полів на місця тимчасового зберігання і в сховища сільгоспвиробників, перевезення вантажів господарств на приймальні пункти і на підприємства з переробки сільськогосподарської продукції. Згідно плану проводиться розподіл всього автомобільного парку по ділянках перевезень кожного виду сільськогосподарських продуктів, та організація оперативного керівництва і контролю за ходом перевезень. Плануються заходи щодо забезпечення безперебійної роботи бригад і загонів із застосуванням передових методів перевезення і раціональних типів транспортних засобів, а також чіткої приймання, здачі та механізованого навантаження і вивантаження, проведення заходів щодо підвищення технічної готовності рухомого складу, обладнанню його для перевезення сільськогосподарських продуктів, забезпечення проведення технічного обслуговування, ремонту, заправки і надання технічної допомоги на лінії. Крім того, планом передбачаються створення умов безпечної роботи водіїв на лінії, забезпечення їх відпочинку, харчування та інші заходи.

Кожному виду сільськогосподарської продукції притаманні певні способи збирання, переробки та перевезення. Ефективне обслуговування сільськогосподарського виробництва автомобільним транспортом можливе тільки з урахуванням специфічних особливостей, притаманних процесу перевезень у цій галузі.

Технологічний процес перевезення сільськогосподарських вантажів автотранспортними засобами залежить від ряду факторів. Найбільш суттєво впливають на ефективність використання вантажного автомобільного транспорту у сільському господарстві – вантажопідйомність автомобілів і витрати пального.

Література

1. Вельможин А.В. Грузовые автомобильные перевозки / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б.Миротин. – М.: Транспорт, 2007. – 559с.
2. Воркут.А.И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] : 2е изд., перераб. и доп. / Воркут.А.И. – К.: Вища шк., 1986. - 447с.
3. Говорущенко Н.Я. Обеспечение безопасности движения на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко, В.П. Волков, И.К. Шаша. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2007. – 361с.
4. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов. – М.: Наука, 2001. – 535с.
5. Канарчук В.Є. Виробничі системи на транспорті: підручник / В.Є. Канарчук, І.П. Курніков. – К.: Вища школа, 1997. – 359с.
6. Проблемы и пути решения в агрологистическом комплексе Украины [Електронний ресурс].- Режим доступу: http://aapu.com.ua/problemy-i-puti resheniya-v-agrologisticheskom-komplekse-ukrainy/
7. Сумець О.М., Войтов В.А. Логістичні системи і ланцюги постачань: [навч.посібник].-2-е видання, стереотипне. – Харків; КП «Міська друкарня», 2013. – 194с.
8. Н.Т. Кунда. Організація міжнародних автомобільних перевезень. Навчальний посібник для студентів напряму «Транспортні технології» вищих навчальних закладів.- К.: Видавнчий Дім «Слово», 2010. – 464с.

130. С.М. Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, О.М. Сукманюк, к.і.н., Житомирський національний агроекологічний університет, Т.Б. Веремій, Житомирський агротехнічний коледж

МИКОЛА ПЕТРОВИЧ МОМОТЕНКО - ОРГАНІЗАТОР ІНЖЕНЕРНОЇ СИСТЕМИ АПК

Внаслідок реорганізації МТС в сільському господарстві країни відбувся ряд позитивних змін в системі ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки [ст . про МТС].

Згідно з рішенням січневого Пленуму ЦК КПРС Центральний Комітет партії і Рада Міністрів СРСР спільним наказом від 20 лютого 1961 року вирішили створити Всесоюзне об‘єднання Ради Міністрів СРСР «Союзсільгосптехніка» на правах державного комітету Ради Міністрів СРСР. Завдання об‘єднання полягало у забезпеченні колгоспів і радгоспів усіма видами техніки, мінеральними добривами та іншими матеріально-технічними засобами, проведенні механізації виробничих процесів. Воно повинно було враховувати запити колгоспів і радгоспів у тракторах, ґрунтообробних і збиральних машинах, автомобілях, моторах, запасних частинах та ін. Постанова передбачала створення госпрозрахункових об‘єднань «Сільгосптехніки» в республіках, краях, областях і районах, звертала увагу на розвиток ремонтної бази, поліпшення обслуговування техніки [7, с. 12].

На виконання рішення цього Пленуму 28 лютого 1961 р. ЦК Компартії України і Рада міністрів УРСР прийняли постанову про створення Українського республіканського об‘єднання Ради Міністрів УРСР «Укрсільгосптехніка». Діяльність новоствореного об‘єднання була спрямована на подальше зростання технічної озброєності сільського господарства, зміцнення його технічної бази, підвищення рівня механізації та ін.

Створення об‘єднання «Сільгосптехніка» мало певні позитивні наслідки для подальшого розвитку сільського господарства. Вже в перші роки існування об‘єднань значно поліпшилося обслуговування колгоспної і радгоспної техніки. Вони допомагали господарствам у ремонті, догляді за машинами, їх експлуатації, механізації та електрифікації господарств, здійснювали підготовку та перепідготовку механізаторських кадрів [1, 137].

Багаторічним керівником «Укрсільгосптехніки» був Микола Петрович Момотенко. З 1965 р. він був першим заступником голови цього республіканського об’єднання Ради Міністрів, а з 1979 – очолив його. У 1978-1981 рр. керував Держкомітетом УРСР з виробничо-технічного забезпечення сільського господарства, двічі обираючись і депутатом Верховної Ради країни.

Народився Микола Момотенко 19 травня 1931 року у м. Сквира Київської області у сім’ї сільського коваля.

Розпочати свою трудову біографію йому довелося з 12 років.

Його батько Петро Євменович, будучи ковалем, без довгих роздумувань погодився трудитися у Сквирській МТС і все своє життя пропрацював там і ковалем, і слюсарем, і токарем, і ливарником. І сина свого Миколу взяв спочатку підручним, молотобійцем, а згодом вивчив і на комбайнера. Натоді це була велика рідкість, щоби 16-річний хлопчина керував комбайном.

Закінчивши семирічку, Микола вступив до Ніжинського технікуму механізації сільського господарства. Успішно закінчив його у 1952-му і, як відмінник, вступив на факультет механізації Київського сільгоспінституту (нині НУБіП). Там М.П.Момотенко був взірцем для всього 15-тисячного студентського колективу, бо не тільки відмінно вчився, отримуючи почесну стипендію, а й три роки керував комсомольською організацією найбільшого в академії факультету - механізації сільського господарства. На 5-му курсі поступив у партію. У ті роки це було винятком.

Отримавши червоний диплом інженера-механіка, Микола став інженером-механіком по комбайнах і сільгоспмашинах Чорнобильської (Горностайпільської) МТС Київської області (проігнорувавши перспективу наукової діяльності). Працював із таким завзяттям, що через півроку його призначили головним інженером МТС, а ще через рік – директором Чорнобильської РТС. За півтора роки керівництва його РТС стала передовою із найкращими виробничими показниками в області.

У грудні 1960-го (лише за три роки після закінчення академії) Миколу Петровича висувають першим секретарем Бородянського райкому партії. У середині 1962 р. він стає начальником територіального колгоспно-радгоспного управління, а вже через 8 місяців – керівником обласного управління сільського господарства, першим заступником голови Київського облвиконкому. Невдовзі - першим заступником голови «Укрсільгосптехніки».

Шлях від рядового інженера МТС до першого заступника міністра Микола Момотенко пройшов за 8 років, не обминувши проміжних районних і обласних сходинок. За 5 років йому довіряють пост голови Українського республіканського об'єднання «Укрсільгосптехніка», а з 1978-го – голови Держкомітету УРСР з виробничо-технічного забезпечення сільського господарства.

Микола Петрович створював інженерну систему АПК, зміцнивши і розвинувши разом із колегами та однодумцями багатогалузеву систему «Сільгосптехніки».

Особлива увага приділялася підготовці молодих інженерних кадрів для роботи у системі "Сільгосптехніка". У кожній області в складі облсільгосптехніки були навчально-курсові комбінати, а в райсільгосптехніках - навчальні класи. Дуже важливо, що при поставці нових марок, чи моделей техніки, механізатори господарств навчались новим правилам її експлуатації у райсільгосптехніках безкоштовно.

Внаслідок ефективної діяльності Держкомсільгосптехніки УРСР енергоозброєність праці в сільському господарстві зросла від 4,7 кінських сил на одного працюючого у 1965 році до 33,6 к.с. у 1985 році, або більше ніж у 7 разів.

Структура Укрсільгосптехніки була задумана такою, щоб усі виробничі послуги та матеріально - технічне постачання сільського господарства, як основної галузі із забезпечення держави продуктами харчування та сировиною для промисловості, максимально наблизити територіально до сільськогосподарського виробництва.

Була розроблена і впроваджена система вивчення попиту та формування замовлень на рівні району, області, республіки і країни загалом для виготовлення у промисловості всіх видів техніки, запасних частин, нафтопродуктів, мінеральних добрив та інших матеріально-технічних ресурсів для забезпечення потреб сільського господарства.

Ремонтні підприємства за рівнем своєї технологічності нічим не відрізнялися від машинобудівних заводів і в багатьох випадках мали більше різноманітного верстатного обладнання і спеціальної оснастки, ніж окремі заводи.

Миколу Петровича знали й поважали в Україні, у Росії, Білорусії, в інших країнах СРСР. Це був великий організатор інженерної роботи в усіх ланках сільського господарства. Тож праця Момотенка високо оцінена державою: орденами Леніна, Жовтневої Революції, двома орденами Трудового Червоного Прапора і багатьма медалями СРСР.

На жаль, Микола Момотенко рано відійшов у інший світ – на 49-му році життя. Та він встиг залишити сотні учнів, соратників, а головне – добру славу і величезний досвід, яким аграрії користуються і нині.

Список літератури

1. Герук С.М., Сукманюк О.М.Особливості впливу системи машин на розвиток ремонтної бази об'єднань «Сільгосптехніка». Вісник СНАУ. Науковий журнал. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». Випуск 3 (28), 2016.- С.3-10
2.litopys.chdu.edu.ua/article/download/61262/57034
3.https://nubip.edu.ua/node/1156/5
4. http://a7d.com.ua/agropoltika/experience/4202-avtoritetniy-profesonal.html

131. С.А. Дрозд; В.С. Стрельченко; Е.А. Минков, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ВАЛЬЦОВ В ВАЛЬЦОВОМ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ НА РАЗРУШЕНИЕ ЗЕРНА

Введение

В последние годы в сельском хозяйстве находят применение дробилки с вальцовыми рабочими органами. Рабочий процесс вальцовой дробилки основан на разрушении зерна за счет разных скоростей вращения рабочих органов – измельчающих вальцов. В зоне измельчения зерно

раздавливается вальцами и вследствие разности их скоростей разрывается под воздействием рифлей. Основным их недостатком является низкая степень измельчения [1,2].

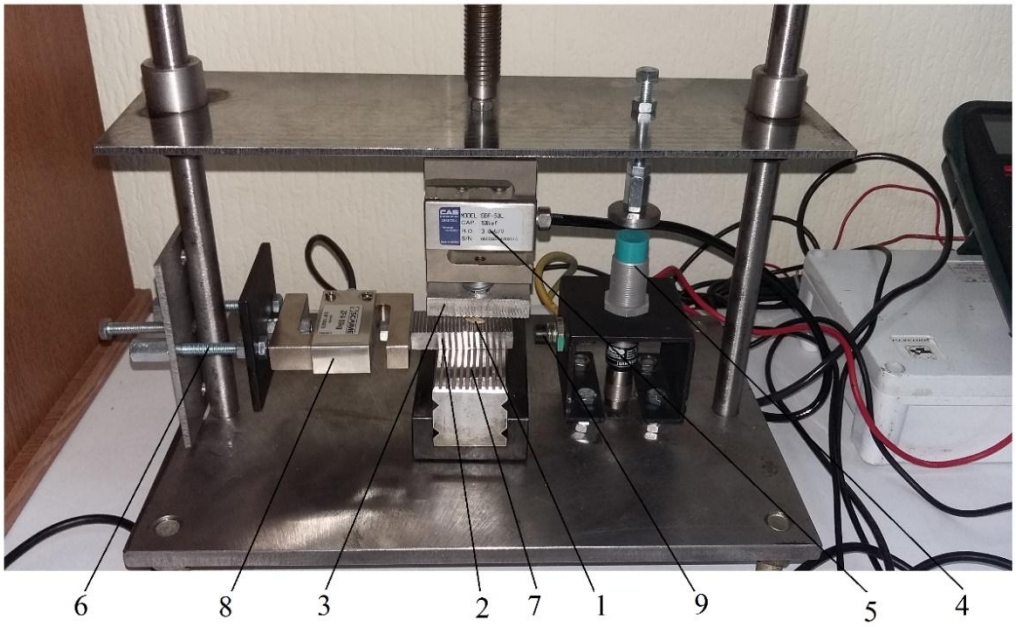
Определение оптимального режима соотношения скоростей вальцов в вальцовом измельчителе позволит повысить качество измельчения и при этом снизить энергоемкость процесса измельчения.

Основная часть

Для определения рационального значения соотношения скоростей вальцов при вальцовом измельчении были проведены экспериментальные исследования по изучению физического процесса деформации зерна при сдвиге вальцов.

Для данных целей была создана лабораторная установка (рисунок 1) для изучения влияния сдвига на разрушение зерна. Рабочая часть стенда состоит их двух пластин, на рабочих сторонах которых нарезаны рифли, аналогичные применяемым при вальцовом измельчении. При этом верхняя пластина оказывает разрушающее воздействие на сжатие, а нижняя на сдвиг.

Рисунок 1 – Общий вид стенда для исследования сдвига



1 – исследуемое зерно; 2 – нижняя пластина; 3 – верхняя пластина; 4 – датчик линейного перемещения (индуктивный); 5 – тензометрическое датчик (фиксация сжатия); 6 – натяжной механизм; 7 – гладкая платформа; 8 – тензометрический датчик (фиксация сдвига); 9 – датчик линейного перемещения (датчик холла)

Работа стенда (рисунок 1) заключается в следующем. Исследуемое зерно 1 кладется между нижней 2 и верхней 3 пластиной. Верхняя пластина 3 оказывает нагрузку сжатия, перпендикулярно исследуемому зерну 1 при помощи винтового механизма стенда, до определенного расстояния между пластинами, тем самым эмитируя сжатие зерновки в вальцовом измельчителе. Расстояние между пластинами контролируется бесконтактным индуктивным датчиком 4. Сила с которой воздействует верхняя пластина на зерно определяется при помощи тензометрического датчика 5. Затем нижняя пластина приводится в параллельное движение относительно зерна при помощи натяжного устройства 6 тем самым эмитируя сдвиг в вальцовом измельчителе. Для снижения силы трения нижняя пластина опирается на гладкую, отполированную платформу 7. Величина силы сдвига нижней пластины контролируется тензометрическим датчиком 8. Величина сдвига фиксировалось при помощи бесконтактного датчика линейного перемещения 9, работающего на эффекте Холла. Исследования проводились с единовременным параллельным замером как силы сдвига, так и силы с которой давит верхняя пластина на зерно, и расстояния между пластинами фиксируя тем самым изменения силы сжатия и размера зерновки.

Данное исследование проведено на зернах ячменя кондиционной влажности с четырехкратной повторностью.

По результату проведенных исследований и полученным данным построены зависимости силы сжатия *Fсж*, силы сдвига *Fсд* и степени деформации зерна *Δl* от величины сдвига *lсд*, выраженного в расстоянии, которое прошла нижняя пластина относительно верхней.

На рисунке 2 представлены результаты исследуемых параметров от величины сдвига при расстоянии между пластинами 1,0 мм.

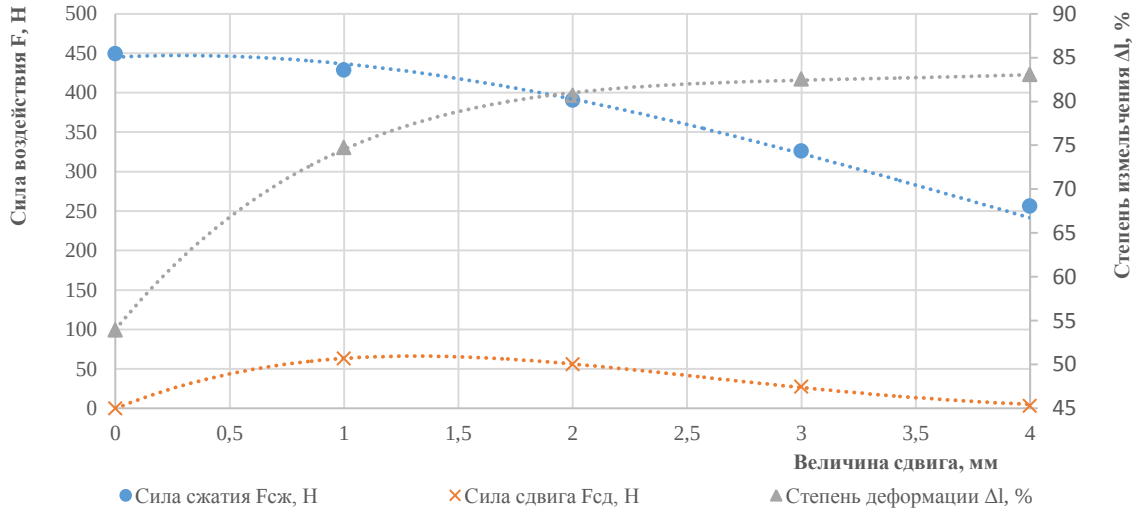


Рисунок 2 – Зависимость силы сжатия *Fсж*, силы сдвига *Fсд* и степени деформации зерна *Δl* от величины сдвига пластин *lсд* при расстоянии между пластинами 1,0 мм (ячмень)

Анализируя полученные результаты, представленные на рисунке 2 следует отметить, что рациональная величина перемещения нижней пластины (длинна сдвига) воздействующая на зерно составляет 4 мм, последующее увеличение длинны сдвига нецелесообразно так как оно не приводит к дальнейшей деформации зерна и не оказывает на него воздействие. При перемещении пластин от 0 до 4 мм также наблюдается снижение величины силы сжатия и увеличение степени деформации. Сила необходимая для образования сдвига растет при сдвигании пластин от 0 до 2 мм, затем снижается при сдвигании пластин от 2 до 4 мм до минимального значения, дальнейшее увеличение перемещения пластин происходит без существенного воздействия $F_{сд}$, что свидетельствует об отсутствии необходимости осуществления этого воздействия.

На основании экспериментально полученного интервала значения сдвига, которое составляет от 2 до 4 мм и рассчитано, что рациональное значение соотношения скоростей вальцов должно находиться в диапазоне 1,14 - 1,29.

Заключение

В результате экспериментальных исследований получены рациональные значения соотношения скоростей вальцов - 1,14 – 1,29, применения которых позволит повысить степень воздействия вальцового измельчителя на зерно.

Литература

1. Руководство по технологии комбикормов, белково-витамино-минеральных концентратов и премиксов, том 2 / Афанасьев В.А. [и др.] - Воронеж: ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт», 2008. – 294 с.;

2. Пунько, А.И. Разработка вальцового измельчителя зернофуража / А.И. Пунько, Д.И. Романчук // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Минск, 2011. – Т. 2. – С. 175–180;

132. В. А. Прядко, А.М. Ковальчук, Житомирський національний агроекологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНТЕГРУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ

В роботі досліджено вплив відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) на режими роботи розподільних електричних мереж, проаналізовано впровадження сучасних комунікаційних стандартів обміну інформацією.

Проведено аналіз впровадження ВДЕ в Україні.

Представлені накопичувачі енергії, як засіб оптимального інтегрування відновлювальних джерел енергії в електричні мережі. Проаналізовані технічні аспекти впровадження ВДЕ в електричні мережі.

Ключові слова: *відновлювальні джерела енергії, електрична мережа, накопичувач енергії, інтегрування, втрати електроенергії, якість електроенергії.*

В работе исследовано влияние возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на режимы работы распределительных электрических сетей, проанализированы внедрения современных коммуникационных стандартов обмена информацией. Проведен анализ внедрения ВИЭ в Украине.

Представленные накопители энергии, как средство оптимального интегрирования возобновляемых источников энергии в электрические сети. Проанализированы технические аспекты внедрения ВИЭ в электрические сети.

Ключевые слова: *возобновляемые источники энергии, электрическая сеть, накопитель энергии, интегрирования, потери электроэнергии, качество электроэнергии.*

Енергетичні системи традиційно розвивалася шляхом централізації систем генерування при створенні все більш потужного енергетичного обладнання та його об’єднання в енергетичні комплекси. В останні роки спостерігається стійка тенденція до зміни загальної концепції розвитку енергетики. Мова йде про впровадження нової ідеології – енергетики сталого розвитку [1]. Одним з основних елементів такої ідеології є впровадження джерел розподіленого генерування (РГ) – енергетичних установок невеликої потужності на основі відновлювальних джерел енергії. Серед останніх найбільш розповсюдженими є вітрові електростанції (ВЕС) сумарна потужність яких станом на 2017 рік становила 410 ГВт [3] та сонячна енергетика, частка сонячної енергії у світовому споживанні нині становить близько 2,5 % загальною потужністю сонячних електростанцій (СЕС) 310 ГВт [3].

За допомогою сучасних інформаційно-комунікаційних технологій «розумні» мережі забезпечать інформаційне сполучення централізованого електропостачання, а також споживачів електроенергії з розосереджених джерел енергії (РДЕ).

Питання використання РДЕ в електричних системах з метою підвищення надійності, якості електропостачання та отримання максимального ефекту від їх функіонування на сьогодні є практично не дослідженими. Важливим тут є дослідження впливу РДЕ на режими роботи розподільних електромереж (ЕМ), а також складової втрат електроенергії, що зумовлені роботою РДЕ.

Тому питання дослідження та аналіз можливостей інтегрування відновлювальних джерел енергії в електричні мережі для отримання максимального ефекту від їх функціонування є актуальним.

Метою даної роботи є дослідження засобів інтегрування відновлювальних джерел енергії в електричні мережі для отримання максимального ефекту від їх функціонування

Об’єктом роботи є відновлювальні джерела електроенергії електричних мереж.

Предметом дослідження є методи та засоби підвищення ефективності функціонування відновлювальних джерел енергії електричних мереж.

Відповідно до мети в роботі розв’язані наступні **задачі**:

- дослідження існуючих засобів інтегрування відновлювальних джерел енергії в електричні мережі.
- аналіз основних засад концепції SmartGrid;
- аналіз існуючих накопичувачів, для інтегрування відновлювальних джерел в електричні мережі;
- оцінювання впливу відновлювальних джерел на втрати потужності в електричних мережах.

Методи дослідження - наукові положення, висновки та рекомендації, що сформульовані в роботі базуються на положеннях аналізу, математичних методів, лінійних моделях усталеного режиму ЕМ, оцінки прийнятих рішень.

При написанні роботи було використано законодавчі і Нормативні акти, підручники, навчальні посібники, статті з журналів і газет провідних сучасних фахівців.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

досліджено та проаналізовано роботу ВДЕ, сезонні та добові перепади генерації;

досліджено та проаналізовано вплив окремих вузлів генерації на втрати в ЕМ

для дослідження впливу РДЕ на втрати потужності в розподільних мережах з прийнятною точністю до 1 % можна використовувати метод накладання.

Практичні значення одержаних результатів показують, що для розв'язання зазначених проблем обґрунтовано можливість розв'язання задачі аналізу впливу окремих вузлів генерації на втрати в електричних мережах (ЕМ), спираючись на лінійні моделі усталеного режиму ЕМ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Техн. електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44–50.
2. R. W. Wies, R. A. Johnson, J. Aspnes. Design of an energy efficient standalone distributed generation system employing renewable energy sources and smart grid technology // Proceedings of IEEE Power & Energy Society General Meeting. – 2010. – P. 1-8.
3. Кириленко О. В., Трач І. В. Технічніособливостіфункціонуванняенергосистемприінтеграціїджерелрозподіленоїгенерації/ О. В. Кириленко, І. В. Трач// ПраціІнститутуелектродинамікиНАНУкраїни. – 2009. – Вип. 24. – С. 3–7. – ISSN 1727-9895.
4. ТугайЮ.І. Інтеграціяпоновлюванихджереленергіївзрозподільніелектричнімережісільськихрегіонів / Ю.І. Тугай, В.В. Козирський, О.В. Гай, В.М. Бодунов // Технічнаелектродинаміка.– 2011.– №5. – С. 63-67.
5. NIST Releases Report on Smart Grid Development // National Institute of Standards and Technology (USA) – Recognized Standards for Inclusion In the Smart Grid Interoperability Standards Framework, Release 1.0 (електроннийресурс). Режимдоступу: http://collaborate.nist.gov/twiki-sggrid/bin/view/_SmartGridInterimRoadmap/ InterimRoadmapFinal.
6. European Smart Grids Technology Platform // European Commission. Directorate-General for Research Sustainable Energy System, EUR 22040, 2006. – 44 p.
7. Sharat Ranjan. DECENTRALISED POWER GENERATION AND DISTRIBUTION // Proceedings of the Himalayan Small Hydropower Summit. – Dehradun, India. – 2006. – P. 147-155.
8. Taro Kondo, Jumpei Baba, Akihiko Yokoyama. Voltage control of distribution network with a large penetration of photovoltaic generations using FACTS devices // IEEE Transactions on Power and Energy. – 2006.– Vol. 126. – № 3. – P. 347-358.
9. B. Mahdad, K. Srairi and T. Bouktir. Optimal coordination and penetration of distributed generation with shunt FACTS using GA/fuzzy rules // Journal of Electrical Engineering & Technology. – 2009. – Vol. 4. – № 1. – P. 1-12.
10. H. Hatta, S. Uemura and H. Kobayashi. Cooperative control of distribution system with customer equipments to reduce reverse power flow from distributed generation // Proceedings of IEEE Power&Energy Society General Meeting. – 2010.– P. 1-6.
11. КуликВ.В. ОптимальнекеруваннярозосередженимиджереламиелектроенергіїзасинхроннимигенераторамизасобамиSmartGrid[Електроннийресурс] / В.В. Кулик, Т.Є. Магас, Ю.В. Малогулко // НауковіпраціВНТУ. Енергетика та електротехніка. – 2011. – №4. – С. 1-6. Режим доступу: http://praci.vntu.edu.ua/article/view/1404/999. – ISSN 2307-5376.
12. Бурикін О.Б. Оптимізація режиму локальних електричних систем з відновлюваними джерелами енергії [Текст] / О.Б. Бурикін, Ю.В. Малогулко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка та електротехнології». – 2013. – №2. – Вип. 15 (338). – С. 42-46. – ISSN 2074-2630.
13. Кулик В.В. Оптимізація перетікань активної та реактивної потужностей у розподільних електромережах засобами розосередженого генерування [Текст] / В.В. Кулик, О.Б. Бурикін, Ю.В. Малогулко // Вісник Вінницького політехнічного університету. Енергетика та електротехніка. – 2014. – №1. – С. 90-93. – ISSN: 1997-9274.

14. Рубаненко О.Є. Вдосконалення математичного забезпечення комп'ютерних систем оптимізації режимів локальних електричних систем з відновлюваними джерелами енергії [Текст] / О.Є. Рубаненко, О.Б. Бурикін, Ю.В. Малогулко // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія «Комп'ютерні системи та компоненти». – 2014. – №2 (5). – С. 85-93. –ISSN 2311-9276.
15. Лежнюк П.Д. Оптимізація функціонування розосереджених джерел енергії в локальних електричних системах. енергії [Текст] / П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко, Ю.В. Малогулко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – 2014. – №60 (1102). – С. 68-77. –ISSN 2079-4525.
16. Кулик В.В. Дослідження ефективності сумісної експлуатації локальних електричних мереж з ВДЕ та систем централізованого електропостачання [Текст] / В.В. Кулик, О.Б. Бурикін, Ю.В. Малогулко // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво». Електрифікація та автоматизація гірничих робіт». – 2014. – Вип. 25. – С. 113-120. – ISSN 2079-5688.
17. Бурикін О.Б. Стандартизація функціонування локальних енергосистем при їх інтеграції у системи централізованого живлення на базі концепції SmartGrid[Текст] / О.Б. Бурикін, Ю.В. Томашевський, Ю.В. Малогулко // Энергетика и электрификация. – 2012. – № 12. – С. 46-48. – ISSN 0424-9879.
18. Кулик В.В. Оптимальне керування відновлюваними джерелами електроенергії на підставі SmartGrid / В.В. Кулик, О.Б. Бурикін, Ю.В. Малогулко // Відновлювана енергетика XXI століття: XII міжнарод. наук.-техн. конф.: матеріли конференції. – АР Крим: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2011.
19. Бурикін О.Б. Перспективи інтеграції розподілених джерел енергії у локальні енергосистеми на базі концепції Smart Grid / О.Б. Бурикін, Ю.В. Малогулко // «Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах». IV міжнарод. наук.-техн. конф.: матеріли конференції. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2012. – С. 37 – 40.
20. Бурикін О.Б. Спосіб узгодження графіків генерування сонячних електростанцій та споживачів енергії локальних електричних систем / О.Б. Бурикін, Ю.В. Малогулко, О.В. Нікіторович // Відновлювана енергетика XXI століття: XV міжнарод. наук.-техн. конф.: матеріли конференції. – Київ: Інститут відновлювальної енергетики НАН України, 2014. – С. 52-55.
21. Малогулко Ю.В. Ефективність сумісної експлуатації локальних електричних мереж з відновлюваними джерелами енергії / Ю.В. Малогулко // «Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах». V міжнарод. наук.-техн. конф.: матеріли конференції. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2014. – С. 146-149.
22. European Smart Grid, 2011 [Online]. Available: http://www.smartgrids.eu/.
23. National Institute of Standards and Technology, Standards Identified for Inclusion in the Smart Grid Interoperability Standards Framework, Release 1.0, Sept. 2009, [Online]. Available: http://www.nist.gov/smartgrid/standards.html.
24. M. Uslar, S. Rohjans, R. Bleiker, J. González, M. Specht, T. Suding and T. Weidelt. SURVEY OF SMART GRID STANDARDIZATION STUDIES AND RECOMMENDATIONS // Proceedings of 2010 Innovative Smart Grid Technologies Conf. Europe (ISGT Europe),Gothenburg, Oct. 2010.
25. Electric Power Research Institute Tech. Rep. – THE SMART GRID INTEROPERABILITY STANDARDS ROADMAP. – Aug. 2009, [Online]. Available:http://collaborate.nist.gov/twikisggrid/pub/SmartGridInterimRoadmap/InterimRoadmapFinal/Report_to_NISTl August10.pdf
26. Reed, G.F., Philip, P.A., Barchowsky, A., Lippert, C. J., Sparancino, A. – SAMPLE SURVEY OF SMART GRID APPROACHES AND TECHNOLOGY GAP ANALYSIS // Proceedings of 2010 Innovative Smart Grid Technologies Conf. Europe (ISGT Europe), pp. 1-8, Gothenburg, Oct. 2010.

133. С.М.Герук, к.т.н., доцент, Т.Б. Веремій, Житомирський агротехнічний коледж

ТЕХНОЛОГІЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

До електротехнології відносяться електричні способи обробки металів, які знайшли значне поширення за останні десятиліття.

Електричними способами обробки називаються такі види, при здійсненні яких знімання металу або зміна структури і якості поверхневого шару деталі є наслідком термічного, хімічного

або комбінованої дії електричного струму, що підводиться безпосередньо (гальванічна зв'язок) до деталі та інструменту. При цьому перетворення електричної енергії в інші види енергії відбувається в зоні обробки, утвореної взаємодіючими поверхнями інструменту і оброблюваної деталі.

Руйнування поверхневих шарів матеріалу під впливом зовнішнього впливу електричних розрядів називається електричною ерозією. На цьому принципі оснований принцип електроерозійної обробки (ЕЕО). Електроерозійна обробка полягає в зміні форми, розмірів, шорсткості та властивості поверхні заготовки під впливом електричних розрядів в результаті електричної ерозії (ГОСТ 25331-82). Під впливом високих температур в зоні розряду відбуваються нагрівання, розплавлення та часткове випаровування металу. Для отримання високих температур в зоні розряду необхідна велика концентрація енергії. Для досягнення цього використовується генератор імпульсів.Щоб у процесі роботи не виникла повноцінна електрична дуга, електроди зближуються тільки за короткі моменти, що тривають долі секунди. За цей час виникає іскра, яка руйнує анод і нарощує катод. Оброблювальна ділянка піддається нагріву і впливу електроструму протягом мілісекунд, при цьому сусідні ділянки і лежачі нижче шари не встигають прогрітися і структура їх не порушується. Процес ЕЕО відбувається в робочому середовищі рідини, яка заповнює простір між електродами; при цьому один із електродів - заготовка, а інша - електрод-інструмент. Якщо потрібне різання або свердління - катодом служить робочий інструмент, а анодом - оброблювана деталь. При нарощуванні, зміцненню поверхні або відновлення форми деталі, вони міняються місцями.

Щоб метал катода не осів на електроді і не збільшував його розмір, процес відбувається в рідкому середовищі - рідина охолоджує каплі розплаву, і він не може осісти на електроді, навіть якщо і досягає його. В'язкість рідини визначає швидкість руху матеріальних часток і вони не встигають за струмом. Метал осідає у ванні у вигляді осаду і не заважає подальшому проходженню струму. При нарощуванні поверхні деталей або зміцненню, метал з анода переноситься на катод. У цьому випадку на вібраційній установці закріплюється позитивний електрод, що служить донором металу, а деталь приєднується до негативного полюсу. Вода або масло в цьому процесі не використовуються, все відбувається на повітрі. Електроіскрова установка, залежно від режиму роботи, може забезпечити точність результату в широких межах. Якщо потрібна висока продуктивність при відносно невисоких вимогах до стану поверхні (I і II класс), то використовуються струми силою 10-60 А при напрузі до 220В. В цьому випадку електроіскрова ерозія може видалити з зони різання або свердління металу в обсязі до 300 мм^3/хв. При необхідності отримання більш високих показників класу точності - VI та VII, продуктивність знижується до 20-30 мм^3 / хв, але й струм потрібен менший, не більше 1 А при напрузі до 40 В. Таке широке регулювання діапазону напруги та струму вказує, що електроерозійна обробка металу може використовуватися в різних галузях, як для масового виробництва, так і для одноразових робіт, включаючи ювелірні. Особливістю застосування електроерозійних установок можна вважати можливість зміцнення деталей різної конфігурації. На поверхню заготовки наноситься найтонший шар більш міцного сплаву або металу без нагріву глибших шарів. Це дозволяє зберегти структуру металу базового виробу і значно змінити властивості його поверхні. У деяких випадках потрібна в'язкість основи виробу і висока твердість поверхні, або в зворотному порядку. Вирішити цю задачу може тільки електроерозійний верстат.

Обробка металів електроерозійним способом дуже поширена, тому дуже складно розглянути всі види обладнання та моделі конкретних установок. Всі вони об'єднані спільними конструктивними елементами: джерелом постійного струму; конденсатором; вібратором; перемикачем режимів. Конструкція, що працює в електроерозійному режимі, може відрізнятися рядом характеристик, що допускають роботу з тим або іншим матеріалом, але загальні принципи побудови робочих схем однакові. Батарея конденсаторів узгоджена з механічним рухом електроду, розряд відбувається в момент максимального зближення робочих поверхонь. Релаксаційні генератори імпульсів визначають максимальний заряд конденсатора при максимальній амплітуді відхилення від точки зближення. Після іскрового розряду конденсатор встигає зарядитися в повному обсязі. Електроіскрова ерозія відмінна від дугового зварювання та різання. Використання імпульсного впливу електричного струму відрізняється від впливу дуги. Імпульс працює в дуже обмеженому просторі, не встигає прогріти сусідні ділянки. Навіть на самих складних, в плані термічного окислення, сплавів інертна атмосфера не буде потрібна - взаємодія відбувається на

площах не більше 0,05-1 мм^2 при глибині впливу 0,05-0,3 мм. Навіть у самій агресивній атмосфері не встигають створитися умови для активного окислення.

Таблиця. Електроерозійні верстати

Модель верстата	Назва верстата	Призначення та коротка технічна характеристика
4720М	Станок настільний електроерозіонний копіювально-прошивний. Універсальний.	Виготовлення робочих деталей прес-форм, фасонних деталей з важкооброблюваних штампів. Продуктивність - 70 мм^2 / хв, шорсткіть - Ra = 0,8 <0,4.
4К721АФ1	Електроерозіонний копіювально-прошивний. Універсальний.	Обробка складнопрофільных отворів. Продуктивність - 250 мм^2 / хв, шорсткість - Ra = 1,25.
4Е723-01Ф1	Електроерозіонний копіювально-прошивний. Універсальний.	Виготовлення елементів деталей з важкоооброблюваних сплавів, проріз отворів. Продуктивність -1200 мм^2 / хв, шорсткість - Ra = 2,5.
4П724Ф3М	Електроерозіонний копіювально-прошивний з ЧПУ. Універсальний.	Виготовлення елементів деталей ковочних штампів, проріз фасонних отворів. Продуктивність -200 мм^2 / хв, шорсткість - Ra = 3,2;1,6.
4Б611	Переносний електроерозійний верстат. Спеціальний.	Прошивання отворів. Продуктивність — 15 мкм/хв. Шероховатость R_z = 160.
4531Ф3	Електроерозійний верстат з програмним управлінням для профільної вирізки.	Вирізка дротовим ЕІ деталей вирубних штампів, матриць, шаблонів. Продуктивність - 18 мм^2 / хв, шорсткість — R_a=1,25.
4735Ф3М	Електроерозійний верстат, вирізний, високої точності з ЧПУ. Спеціалізований.	Вирізка дротовим ЕІ деталей вирубних штампів, матриць, шаблонів. Продуктивність - 40 мм^2 / хв, шорсткість — R_a=1,25.
ЭФА	Електроерозійний верстат, фотокопіювальний. Спеціалізований.	Вирізка дротовим ЕІ деталей вирубних штампів, матриць, шаблонів, товарів народного вжитку Продуктивність - 20 мм^2 / хв, шорсткість — R_a=1,25.

Так як для формоутворення використовується безпосередньо електрична енергія, основна і фактично єдина вимога, що пред'являється до оброблюваного матеріалу - електрична провідність. Таким чином, за допомогою даного способу можна ефективно з високою точністю обробляти будь-які метали і сплави, незалежно від їх фізико-хімічних і механічних властивостей. У ряді випадків можна здійснювати електроерозійну обробку напівпровідникових матеріалів і навіть діелектриків (наприклад, поширена технологія електроерозійного різання і доведення інструментів на базі полікристалічного алмаза з провідної металевою підкладкою - англійське скорочення PCD).

Нові методи обробки металів знайшли широке застосування в багатьох галузях промисловості та машинобудування. З допомогою цих методів істотно підвищується якість і точність обробки матеріалів.

Список літератури

1. https://wikimetall.ru/metalloobrabotka/elektroiskrovaya-obrabotka.html
2. http://www.metobr-expo.ru/ru/articles/elektroiskrovaya-obrabotka-metallov/
3. http://www.mtomd.info/archives/2192
4. Немилов Е.Ф. “Электроэрозионная обработка материалов”, Л., изд-во “Машиностроение”, 1989 г.
5. Фатеев Н.К. “Технология электроэрозионной обработки”, Л., изд-во“Машиностроение”, 1990 г.. Артамонов Б.А., Волков Ю.С. и др.

6. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Москва, "Высшая школа", 1983
7. Лившиц А.Л. Электроэрозионная обработка металлов. Москва, "Высшая школа", 1979
8. Артамонов Б.А. и др. Размерная электрическая обработка металлов. Москва, "Высшая школа", 1978
9. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки. Под ред. Волосатова В.А. Ленинград, "Машиностроение", 1988

134. А.А. Троц, к.т.н, доцент, А А, Засунько, Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗОВОГО АНАЛІЗУ

Проблемою сучасної енергетики є суттєве навантаження на світові матеріальні ресурси. Використання ядерної енергетики, широке споживання органічних джерел енергії (нафти і газу), що вичерпуються, не дозволяють у повній мірі вирішити енергозабезпечення сучасної промисловості. Виникають екологічні проблеми для населення – забруднення ядерними відходами, руйнування екологічної екосфери, знищення зелених насаджень тощо. Сучасні екологічні джерела живлення з використанням сонячного випромінювання і енергії вітру не дозволяють забезпечити стабільні енергоресурси. Вони працюють в локальних територіально-кліматичних регіонах, ефективність їх роботи суттєво залежить від зовнішніх факторів.

В роботі запропоновано багатофункціональне альтернативне екологічне джерело живлення, яке в автономному режимі на базі сучасних технологій вирішує проблеми енергетичного забезпечення різноманітних в тому числі радіоелектронних пристроїв. Принцип роботи автономного джерела живлення оснований на електролізі водяної пари при взаємодії з повітряною атмосферою. Процес відбувається при різних концентраціях кисню і водню в парах води і вмісту цих компонентів у повітрі. Електрохімічний процес отримання електричного струму при цьому є незворотнім і достатнім для потреб живлення радіоелектронних пристроїв різного ступеня складності

В практиці високотемпературного компонентного газового аналізу існує подвійна проблема енергетичного забезпечення оперативного контролю. Це:

- низька споживча потужність чутливого елементу (до 1,5 Вт) при умові стабільного короткочасного виміру;
- технологічні умови експлуатації переносного газоаналізатору в близкості зон високих температур (750 – 1200 ºС).

Метою розробки є створення малогабаритного джерела живлення, що виконує подвійну функцію: оперативне живлення чутливого елементу та живлення вторинного блоку, при умові узгоджених техніко-економічних характеристик і можливості повного енергетичного забезпечення в портативному режимі вимірювального приладу вцілому.

Функціональна схема джерела живлення складається з десяти основних блоків: двох запобіжників; чотирьох діодів; двох конденсаторів; транзистора; трансформатора; реле; власне датчика; вольтметра; резистора; стабілітрона. В запропонованій схемі реле виконує роль запобіжника для випадку перевищення вхідного струму і забезпечує надходження в схему номінального електричного струму. Для забезпечення стабілізації необхідної напруги використана не типова схема - транзистор, стабілітрон на 1,3 В та резистор. В схемі джерела живлення використано мостову схему стабілізації напруги. Це дозволить підвищити стабілізаційні характеристики електричної схеми газоаналізатора вцілому.

Таке технічне рішення дозволяє створити компактне джерело живлення на доступній сучасній елементній базі і розширює сферу використання подібних джерел живлення для умов використання розробленого джерела живлення в портативному режимі для широкого спектру первинних і вторинних приладів.

Для подальшого вдосконалення принципової схеми запропонованого технічного рішення необхідно вирішити проблему вхідної частоти електричної напруги. Для розробленого джерела живлення вона складає 1 к Гц.

135. І.С. Харьковський, к.т.н., С.В. Стецюк, Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Аналіз показує, що ремонтне виробництво має у своєму розпорядженні досить значне число перевірених практикою методів відновлення деталей, які дають можливість реанімувати працездатність пошкодженим деталям. До них відносяться методи ремонтних розмірів, додаткових деталей, пластичної деформації, компенсації зношеного шару, регулювання механізмів та інші. Але не всі із зазначених методів відновлення деталей є рівноцінними і використовуються в ремонтному виробництві.

При використанні методу ремонтних розмірів ускладнюється система постачання запасними частинами, технічною документацією, виникає необхідність великих запасів деталей різної номенклатури. Разом з тим, багаторазове використання даного методу призводить до зменшення їх зносостійкості, зниження запасів міцності деталей, оскільки при цьому поступово знімається зміцнений різними методами поверхневий шар металу. При використанні методу додаткових деталей значно зростають витрати на відновлення виробів і це в багатьох випадках, призводить до того, що вказаний метод виявляється економічно неефективним. Особливо нераціонально використовувати даний метод для відновлення деталей, що мають незначний знос.

Дуже широкий спектр мають використання мають методи компенсації зношеного шару Для того щоб з існуючих методів нанесення покриттів вибрати найбільш раціональний, необхідно правильно оцінити безпосередньо самі покриття, так і можливість їх застосування для відновлення конкретних деталей.Цікавим є метод відновлення деталей пластичною деформацією, який має обмежену сферу застосування і часто не може бути використаний для відновлення конкретних виробів у зв’язку зі специфічними особливостями їх конструкції.

Аналіз літературних джерел показує, що для вибору раціонального способу відновлення деталей можна слід скористатись показниками надійності. Надійність відновлених деталей оцінюється критерієм довговічності, основними показниками якого служать: відносна зносостійкість і опір втомленості деталей або середній ресурс деталі (залишковий ресурс деталі). Оцінка за середнім ресурсу найбільш об’єктивна, оскільки він є одним із основних показників довговічності виробів.

Як показує аналіз, для визначення середнього ресурсу деталі необхідно провести велику кількість тривалих експлуатаційних випробувань. Тривалість таких випробувань може бути більше, ніж середній ресурс відновлених деталей і дуже часто може досягати 3-5 років. В даний час для оцінки працездатності і довговічності виробів все більше поширення набувають методи прискорених стендових випробувань на втому і зносостійкість.

За результатами прискорених стендових випробувань оцінюються показники зносостійкості, припрацювання і несучої здатності відновлених з’єднань. Отримані в процесі прискорених випробувань результати дають можливість за допомогою наявних методик давати порівняльну оцінку надійності відновленої деталі, тим самим, дозволяють якісно оцінити метод відновлення з точки зору втомних і зносостійких властивостей.

Літературні джерела

1. Карабиньош С. С. Сучасні технології ремонту і відновлення сільськогосподарської техніки / С. С. Карабиньош, З. В. Ружило, В. І. Мельник. – К.: НУБІПУ, 2016. – 324 с.
2. Ружило З. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту / З. В. Ружило, А. В. Новицький // Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». - Харків, 2016, Вип. 2 – С. 223 – 231.

136. А.А. Троц, к.т.н, доцент, З.В. Ружило, к.т.н, доцент, А.А Засунько., Національний університет біоресурсів и природокористування України,

ВОДНЕВО-КИСНЕВИЙ ДВИГУН

Однією із актуальних тем наукових досліджень є розвиток теорії та практики високотемпературних твердих електролітів у сфері прикладної електрохімії.На даний час розроблено ряд чутливих елементів та приладів для визначення вмісту кисню в технологічних газових середовищах.

Запропоновані конструкції двигуна на основі спалювання водню. В проекті на основі високотемпературного електролізу водяної пари отримується необхідно мінімальна кількість палива для одноразового такту спалювання, що дозволяє підвищити безпеку роботи з воднем. Запропоновано технічне рішення транспортного засобу. На даний час світова технологія автомобілебудування визначила цей напрям як один із перспективних.

Крім цього, нами проведено дослідження з проблеми отримання самодостатнього джерела живлення електричної енергії при здійсненні високотемпературного електролізу водяної пари при взаємодії системи з повітряним середовищем. При цьому побічними продуктами процесу є спонтанне виділення в навколишнє середовище молекулярного кисню і водню. Процес є можливим за рахунок різниці концентрацій кисню і водню в парах води і вмісту цих компонентів у повітрі. Електрохімічна схема отримання електричного струму в цьому процесі у відношенні молекулярно-газових перетворень є незворотною, а тому при створенні енергетично позитивних процесів утилізації отримуваних кисню і водню можна отримувати додаткові об'єми процентно концентрованого кисню і водню. Лабораторний пристрій досліджено на працездатність окремих його складових.

На даний час електролізери і паливні елементи з твердим полімерним електролітом (ТПЕ) вважаються найбільш перспективними для створення оборотного осередку, працюючого як в режимі електролізера, так і паливного елемента. Це обумовлено низькою інерційністю, високим ККД, питомою потужністю і екологічністю процесу. Оборотний осередок привабливий можливістю зниження ваги й зменшення розміру системи і в якійсь мірі її вартості.

Для цієї цілі можуть бути використані як хімічно оборотні кисневі і водневі електроди, так і електроди, які не змінюють своєї окисної або відновлювальної функції при перемиканні режимів. Слід підкреслити, що, хоча каталітична активність платини і металів платинової групи в системах з ТПЕ достатня для їх використання як для виділення водню і кисню в процесі електролізу, так і для окислення водню і відновлення кисню в процесі генерації струму в паливному елементі, виникає ряд проблем, в тому числі водного «менеджменту», обумовленого гідрофобно-гідрофільними характеристиками електродів. Стаття присвячена розробці електрохімічного елементу електролізер-паливного елементу самодостатнього замкненого циклу.

Літературні джерела

1. Троц А.А. Генератор газу Брауна / А.А. Троц, З.В. Ружило, А.В. Новицький, М.Ф. Богомолов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – Хмельницький, 2017. –Вип. №3 (59). – С. 151 – 156.

137. М.М. Нікітін, к.т.н., доцент, С.О. Барбарич, В.В. Фурдей, ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний коледж»

СУМІШ ОЛІЇ І ГАСУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВУ

На протязі останніх років у розвинених країнах активно проводяться дослідження по пошуках альтернативних джерел енергії, і зокрема на пошуках альтернативних джерел палива не нафтового походження для двигунів внутрішнього згоряння. При цьому мають бути враховані як економічні критерії оцінки такого пального, так і екологічні показники при його використанні. Значного поширення у Європі набув біодизель, який виготовляється на базі рослинної олії шляхом її переробки (етерифікації). Проте при використані біодизеля виникають проблеми, пов'язані з заміною чи вдосконаленням паливної апаратури дизеля, а також з затратами на його виробництво, що зменшує його економічну ефективність. Рослинну олію також можна використовувати як окреме паливо. При застосуванні у якості пального необробленої олії необхідно міняти паливну апаратуру та інші елементи паливної системи через незадовільні низькотемпературні та сумішоутворюючі властивості, що вимагає суттєвих витрат. Це зумовлено як властивостями самої олії – більша густина та в'язкість, що негативно впливає на сумішоутворення і роботу елементів паливної системи дизеля, особливо в умовах низьких температур, так і вищим значенням цетанового числа рослинної олії порівняно з дизельним пальним, що негативно впливає на процес згоряння в двигуні.

Для зменшення впливу негативних властивостей олій на роботу ДВЗ можна використовувати їх суміші з різними розчинниками, в тому числі іншими видами рідких палив. Властивості такої суміші і її вплив на роботу дизельного двигуна докладно розглянуті у роботах Васильєва[4].

Отже для приведення властивостей самої олії до значень, близьких до характеристик дизельного палива необхідно вибрати олію і розчинник, які в певній пропорції мали б характеристики дизельного палива. Основними властивостями дизельного палива є густина і в'язкість. Ці властивості в основному впливають на сумішоутворення паливної суміші і, як наслідок на процес горіння в ДВЗ. Оптимальними для дизельного палива є значення густини в межах 830-860 кг/м^3, а в'язкості 1,5-6 сСт.[2] Менші значення для літнього ДП, вищі для зимового. Як альтернативу дизельному паливу можна створити паливо на основі ріпакової олії і гасу. Ріпакова олія згідно стандартів ТУ [3] має досить високі значення густини (900-920кг/м^3) і в'язкості (50-70сСт) при однакових умовах визначення, тоді як гас має нижчі значення цих показників (780 кг/м^3 і 1,24-1,3сСт відповідно)[1]. Тому змішування цих двох компонентів дасть необхідні значення густини і в'язкості.

Слід відзначити, що гас широко застосовується у сучасній авіації як паливо для реактивних двигунів. Застосовувати окремо його у дизельних двигунах недоцільно, так як цетанове число гасу типу ТС-1 становить 37-38 що негативно впливає на пускові якості дизелів і їх потужність, а значення кінематичної в'язкості при робочих температурах є досить низькими, що може привести до підвищеного спрацювання прецезійних пар системи живлення і погіршення якості сумішоутворення.

Так як рослинні олії мають Ц.Ч.-54-58 а гас має Ц.Ч.-37-38 то при їх змішуванні можна отримати паливну суміш з Ц.Ч. яке буде знаходитись у бажаному інтервалі 43-50. Крім того для такої суміші необхідно врахувати можливу зміну густини і в'язкості у залежності від її складу і температури, а також вплив цих параметрів на циклову подачу паливного насоса високого тиску і форсунки.

Оптимальні умови для дизельного двигуна забезпечуються дизельним паливом з цетановим числом 50. Ц.Ч. літнього та зимового ДП палива повинно бути не менше 45. Для арктичного ДП допускається Ц.Ч. менше 45, але ні в якому разі не менше 40. При Ц.Ч. менше 40 збільшується затримка запалення, що призводить до різкого збільшення швидкості згоряння при роботі двигуна і, як наслідок – збільшується спрацювання двигуна і паливної апаратури. При Ц.Ч. палива більшому за 50 погіршується повнота згоряння, збільшується димність відпрацьованих газів та підвищується витрата палива.

По мірі збільшення частки олії у суміші її густина та в'язкість збільшується при одночасному збільшенні цетанового числа аж до майже 50, а нижча теплотворна здатність зменшується. Це може вплинути на кількість палива що попадає в циліндри двигуна за цикл, змінивши коефіцієнт надлишку повітря та кількість тепла що виділяється у процесі згоряння.

З урахуванням зміни циклової подачі і елементарного складу паливної суміші можна проаналізувати їх вплив на зміну теплотворної здатності суміші, (H_4) коефіцієнту надлишку повітря (х) і інші показники роботи двигуна що впливають на його потужність. Отримані розрахунково-експериментальні дані по паливу можуть бути перевірені експериментально при стендових випробуваннях двигуна.

Таким чином використовуючи суміш ріпакової олії і гасу як палива можна зменшити частку використання ДП без значних змін в конструкції ДВЗ і збільшення затрат на його виробництво.

Література

1. Самолотное топлево, авиационий керосин ТС-1: ГОСТ 10227-86 – Москва: Изд-во стандартов,1988.
2. Паливо дизельне. Технічні умови: ДСТУ 3868-99 - Київ: Держстандарт України,1999.
3. Масло рапсовое. Техничиские условия: ГОСТ-8988-77 – Москва: Изд-во стандартов,1988.
4. Васильєв И.П. Влияния топлива растительного происхождения на екологичиские и економичиские показатели дизеля/ Васильєв И.П. – Луганськ: ВНУ им.В. Даля.2009. - 240 с.

138. А.И. Алферов, к.т.н., доцент, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйстваимени Петра Василенко

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК

Прогнозирование надежности элементов машин при проектировании имеет целью прежде всего избежать возникновения в условиях эксплуатации механических отказов, обусловленных влиянием силового механического взаимодействия элементов между собой и со средой. При этом особое внимание должно быть уделено внезапным механическим отказам в связи с тем, что их развитие, в отличие от постепенных отказов, как правило, не поддается индивидуальному диагностированию и предупреждению. Кроме того, как показывает практика, внезапные отказы чаще могут происходить в начальный период эксплуатации техники, что отрицательно сказывается на ее конкурентоспособности при внедрении на рынок.

Внезапные механические отказы элементов и систем в мобильных машинах в основном бывают обусловлены многократно повторяющимися случайными экстремальными по величине нагрузками, которые могут скачкообразно хотя бы раз превысить несущую способность и привести к квазистатическому разрушению или возникновению недопустимых остаточных деформаций. Несущую способность каждого из элементовпо этому виду отказов следует также считать случайной величиной и поэтому закономерности возникновения внезапных механических отказов являются стохастическими. Существенной особенностью рассматриваемой модели прогнозирования внезапного механического отказа является то, что его риск не связывается с накоплением повреждений и не зависит от предыстории нагружения элемента, которая не сказывается на несущей способности [1].

Практические методы управления и обеспечения механической надежности на этапе проектирования элементов машин при многократном воздействии случайных экстремальных нагрузок в основном сводятся к следующему:

- проектирование с достаточными и обоснованными вероятностно коэффициентами запаса, учитывающими наличие случайного рассеивания несущей способности и многократно воздействующих экстремальных нагрузок (выбор материалов, формы и размеров деталей, их рациональной компоновки в узлах и т.д.);
- повышение нижней границы рассеивания несущей способности элементов за счет их предварительного нагружения или использования других методов сплошного контроля нижнего уровня сопротивляемости внезапному отказу.
- ограничение максимальных нагрузок, действующих на детали, путем применения предохранительных муфт, ограничителей деформаций, предохранительных клапанов и других устройств, защищающих детали от перегрузок.

Рассмотрим прикладные стохастические модели прогнозирования вероятности безотказной работы, позволяющие производить инженерный анализ и выбирать рациональный вариант обеспечения требуемого уровня надежности.

Используемый далее при построении моделей надежности способ схематизации внешнего экстремального нагружения объекта реализует известный подход, который заключается в замене непрерывного случайного процесса нагружения дискретной последовательностью (потоком) стохастически независимых случайных по величине и одинаково распределенных воздействий $P_{н_1},\ldots,P_{н_m}$, происходящих в случайные моменты времени $t_1,\ldots,t_m$. На рис. 1, а показана схема наложения дополнительно воздействующих нестационарных экстремальных нагрузок на основной стационарный режим. Под экстремальной будем понимать нагрузку, потенциально способную привести элемент к внезапному разрушению или недопустимой деформации. Практически это означает, что экстремальная нагрузка может превысить нижнюю границу случайного рассеивания несущей способности элемента. Величина случайной экстремальной нагрузки $P_н$ при этом определяется разностью между максимумом возникающей экстремальной нагрузки и нижней границей распределения несущей способности $\tilde{P}_o$, являющейся условным неповреждающим уровнем. На практике такой уровень можно принимать, оценивая его косвенно, как верхнюю границу диапазона возможных значений основного постоянно действующего стационарного процесса нагружения. Например, используя известное "правило трех сигм", можно считать, что $\tilde{P}_o = \overline{P} + 3\sigma_\nu$. Обычно такой подход, несколько занижая оценку величины неповреждающего

уровня, обеспечивает возможность гарантированного оценивания снизу вероятности безотказной работы при многократных воздействиях экстремальных нагрузок.

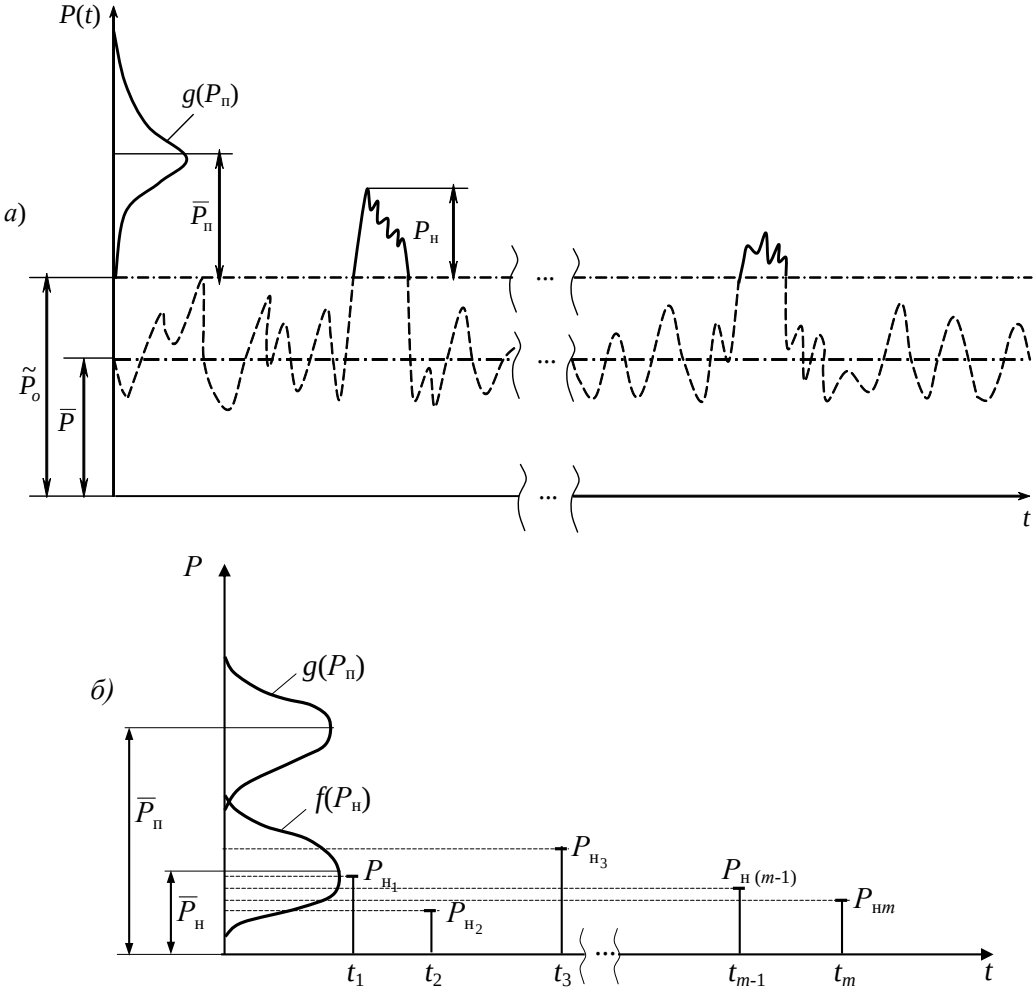


Рис. 1. Схематизация многократного экстремального нагружения:
а) - наложение экстремального нагружения на стационарный режим; б) - схема случайного стационарного потока независимых дискретных нагружений.

На рис. 1, б показаны: $g(P_п)$ - плотность распределения случайной несущей способности; $f(P_н)$ - плотность распределения случайных экстремальных нагрузок.

Предлагаемая схема формирования внезапных отказов соответствует механической модели квазистатической деформации и разрушения. При этом считается, что величина несущей способности каждого элемента полностью определяется его начальным качеством и фиксирована во времени, т.е. не учитывается эффект старения. Предполагается также, что потеря несущей способности имеет квазистатический характер и не зависит от скорости деформации и других динамических эффектов. Рассматриваемая модель исключает влияние на несущую способность элемента деформаций, которые произошли ранее при его предыдущих экстремальных нагружениях. Перечисленные предположения и ограничения необходимо учитывать при практическом использовании излагаемых далее методов прогнозирования механической надежности и решении инженерных задач по ее обеспечению.

В соответствии с известной из теории вероятностей первой форме [10] неравенства Чебышева, при любом законе распределения положительной случайной нагрузки и постоянной несущей способности, можно оценить верхнюю границу для вероятности отказа при первом (однократном) экстремальном нагружении:

$$\tilde{Q}_1 = Вер(P_н \geq P_o) \leq \frac{\overline{P}_н}{P_o} = \frac{1}{K}. \qquad (1.1)$$

Тогда нижняя граница $\tilde{R}_1 = 1 - \tilde{Q}_1$ для вероятности безотказной работы при первом нагружении R_1 может быть определена из выражения

$$R_1 \geq \tilde{R}_1 = 1 - \frac{1}{K}. \qquad (1.2)$$

Из (1.2) следует, что при отсутствии информации о виде и параметрах распределения экстремальных нагрузок, гарантированная оценка $\tilde{R}_1$, полученная в предположениио произвольной случайности нагрузки, практически малопригодна для обеспечения обычно требуемого для элементов машин [6] достаточно высокого нормативного уровня безотказности: $[R] = 0{,}9 \div 0{,}999$. Так, например, если задать $\tilde{R}_1$=0,9, то соответствующее значение коэффициента запаса должно составлять *K*=10. Практика проектирования изделий машиностроения показывает, что реализовывать такие запасы прочности в мобильных машинах нецелесообразно. Следует также заметить, что оценка вида (1.2) может быть обоснована только при однократном экстремальном нагружении, а при многократно повторяющихся нагрузках заданную надежность не обеспечивает.

Литературные источники:

1. Гринченко А.С. Алферов А.И. Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных нагрузок - Харьков, 2017. - 136с.
2. Гусев А.С. Вероятностные методы в механике машин и конструкций/ А.С.Гусев; под ред. В.А. Светлицкого. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.- 224 с.
3. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. М.: Мир, 1980. - 604 с.
4. Гусев А.С. Сопротивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках. М.: Машиностроение, 1989. - 248 с.
5. Линдбеттер М., Линдгрен Г., Ротсен Х. Экстремумы случайных последовательностей и процессов. - М.: Мир, 1989. - 392 с.
6. Дунин-Барковский И.В., Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике. М.: Гостехиздат, 1955. - 556 с.

139. В.І. Дворук, д.т.н., професор, Національний авіаційний університет м. Київ, К.В. Борак, к.т.н., Житомирський агротехнічний коледж

МЕХАНІЗМ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

Зрозуміти механізми зношування будь якого елемента трибосистеми не можливо без розуміння механізмів тертя. Перші спроби пояснення механізмів тертя зробив Леонардо да Вінчі в подальшому поясненням процесів, що відбуваються під час тертя займалися Г. Амонтов, Дж. Т Дезагюльє, Б. Томсон, Дж. П. Джоуль, У Хардли, Я.И. Френкель, Л. Прандтль, Дж Томлинсон, Б.В. Дерягин, Г. Тейлор, Я.И. Френкель, Ф. Боуден, Д. Тейбор, И. В. Крагельський, Б.И. Костецкий, Б.Н. Дж Персон та інші. На даний час домінуючою у всьому світі стала «адгезійно-деформаційна» або «молекулярно-механічна» теорія основана на працях Ф. Боудена, Д. Тейбора, І.В. Крагельського та ін. На думку автора [1] дана теорія розглядає тільки макроскопічні аспекти механізмів тертя і не спроможна відповісти на фундаментальні питання трибології. Основним недоліком даної теорії є неврахування атомних зв’язків, як в елементі трибосистеми так і взаємодія атомів різних елементів трибосистеми. На нашу думку в умовах абразивного зношування переважаючою складовою механізмів тертя та зношування буде саме механічна та молекулярна складова тому взаємодією між атомами можна знехтувати.

В сучасному розумінні абразивне зношування (abrasive wear) це механічне зношування в результаті ріжучої або царапаючої дії твердих тіл або частинок, які знаходяться в закріпленому або вільному стані [2]. У сільськогосподарській техніці абразивному зношуванню найбільше піддаються робочі органи посівних і ґрунтообробних машин. Тому забезпечення зносостійкості зазначених деталей на стадії проектування – актуальне завдання сільськогосподарського машинобудування, вирішення якої можливе лише на основі адекватних уявлень про механізм абразивного зношування.

Стандартний поділ розділяє абразивне зношування на зношування закріпленими частинками (two-body abrasive wear) та зношування незакріпленими частинками (three-body abrasive wear) [2]. Перший процес має місце, коли абразив ковзає вздовж поверхні (grooving abrasion), другий – коли

тверда частинка вільно перекатується між двома поверхнями, що знаходяться у відносному русі (rolling abrasion). Це так називаєме закрите абразивне зношування (closed abrasion), на відміну від відкритого процесу (open abrasion), коли потік не закріплених абразивних частинок переміщується по твердій поверхні. На мою думку [3] та думку деяких авторів [4, 5] такий поділ абразивного зношування можна вважати неповним.Так в роботі [5] відмічається, що тертя РО в ґрунті є результатом взаємодії поверхні робочих органів (РО) з твердими частинками ”сцепленными в непрочную массу”.Тобто абразивні частинки можуть знаходитися в закріпленому та вільному стані, але в процесі тертя можуть змінювати свою зв’язаність, як в більшу так і вменшу сторону. В роботах [2, 3] такий стан абразивної маси названий «напівзакріплений абразив». Добровольський А.Г. в роботі [6] посилаючись на ГОСТ 23.002-78 дав наступне визначення абразивного зношування – це механічне зношування матеріалу в результаті, в основному ріжучої або царапаючої дії на нього твердих частинок, що знаходяться в вільному, напівзакріпленому або закріпленому стані. В ГОСТ 23.002-78 слово «напівзакріпленому» відсутнє, але в розділі 3 тієї ж роботи [6] розглядається «Стойкость материалов при изнашивании о нежесткозакрепленные абразивные частицы», піддаються такому виду абразивного зношування ґрунтообробний інструмент, інструмент дорожніх та будівельних машин, ковші екскаваторів та канавокопачів. Механізм зношування напівзакріпленим абразивом відбувається переважно за рахунок пластичного відтискуванням і в меншій мірі шляхом мікрорізання [6]. Підтвердження можливості протікання одночасно двох видів абразивного зношування є наявність на поверхні РО ґрунтообробних машин слідів мікрорізання та полірованої поверхні (рис. 1).

Рис. 1. Типова поверхня тертя РО ГМ (робочий орган фірми Bednar FMT, напрацювання агрегату 130 га, Попільнянський район, Житомирської області).

Абразивна частинка в ґрунті, яка взаємодіє з поверхнею робочого органу може бути закріплена тільки з однієї сторони, двох або трьох тобто мати різні ступені свободи,. що суттєво впливає на механізми які протікають на поверхні тертя

Характеристикою зв’язаного стану частинок, як відомо [6], є ступінь закріпленості абразиву, яка в ряді випадків є провідним фактором зношування. Так, наприклад, у важких дискових боронах передній ряд дисків зношується в 1,5...2 рази швидше, ніж задній, що, найімовірніше, пов'язане зі зменшенням ступеня закріпленості абразивних частинок в ґрунті, що обробляється заднім рядом дисків, оскільки інші фактори зношування для обох рядів дисків однакові. Для визначення ступеня закріпленості абразиву необхідна відповідна шкала, яка на сьогоднішній день не розроблена.

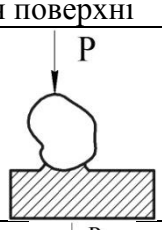
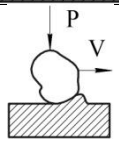
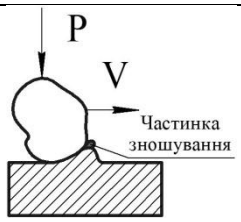
Відповідно до «молекулярно-механічної» теорії механізм абразивного зношування складається з 3 етапів [7, 8], які представлені в табл. 1.

Викликає сумнів окреме протікання першого і другого етапів руйнування матеріалів при абразивному зношуванні РО в ґрунті. Більш ймовірним при зношуванні робочих органів, які працюють в ґрунті, є протікання одночасно першого і другого етапів де процес проникнення і переміщення відбувається одночасно про, що може свідчити зміна ширини і глибини одиничної канавки на поверхні РО.

При абразивному зношування РО посівних і ґрунтообробних машин перед виникненням першого етапу можливе протікання і інших етапів, які можуть як зміцнювати робочу поверхню (наклеп частинками, які не можуть проникати в поверхня і-за багатьох факторів) так і знижувати абразивну зносостійкість (взаємодія з патокою коріння, яка містить гліцин і аспірин, які сприяють окислювальному розчиненню сталі). Тому дану схему руйнування матеріалів при абразивному зношуванні (табл. 1) РО в ґрунті можна віднести тільки до одного окремого випадку.

Таблиця 1

Принципова схема руйнування матеріалів при абразивному зношуванні [8]

Етапи руйнування поверхні		
1. Проникнення абразивної частинки		1. Взаємодія абразивної частинки з поверхнею 2. Локальне пружно-пластичне відтискування поверхневого шару металу з утворенням навалок.
2. Переміщення абразивної частинки		1. Зародження і ріст мікротріщень. 2. Зародження і ріст мікротріщин. 3. Відрив поверхневого шару від основної частини металу.
3. Відокремлення частинки зносу		1. Утворення валика з деформованого матеріалу. 2. Пластичне відтискування валика абразивною частинкою 3. Зріз металу і утворення частинки зносу

Список використаних джерел

1. Марков Д.П. Развитие представление о механизмах трения / Д.П. Марков. – Трение и знос, 2013. – Том. 34 - №1 – С. 87-101.
2. Холодилов О.В.Пилипович Т.П., Петроковец М.И. Русско-белорусско-английский толковый словар в области трения, изнашивания и смазки.Под ред. Н.К.Мышкина; АН Беларуси. Ин-т механики металлополимер. систем им. В.А.Белого – Гомель, Инфотрибо. – 1996 – 173 с.
3. Борак К.В. Підвищення зносостійкості робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь методом електроерозійної обробки: дис. канд. тех. наук: 05.02.04 – тертя та зношування в машинах / Борак Костянтин Вікторович. – Харків, 2013. – 217 с
4. Аулін В.В. Напружено-деформований стан ґрунту при його взаємодії з різальними елементами робочих органів ґрунтообробних машин / В.В. Аулін // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.–Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2010. – №3 – С. 6-17.
5. Трение, износ и микротвердость материалов: Избранные работы (к 120 летию со дня рождения) / Отв. ред. И.Г. Горячева; Предисл. И.Г. Горячевой; Вступ. ст. И.А. Буяновского, М.М. Хрущова (мл.). – М.: КРАСАНД, 2012. – 512 с.
6. Добровольский А.Г., Кошеленко П.И. Абразивная износостойкость материалов: Справочное пособие. – К.: «Тэхника», 1989. – 128 с.
7. Крагельский И.В. Трение и знос. – М.: Машиностроение, 1968 – 480 с.
8. Меделяев И.А. Физическая природа разрушения материалов при абразивном изнашивании / И.А. Менделяев, А.Ю. Албагачиев, Г.М. Сорокин. – Трение и износ, 2004г. – Том 25 – №2 – С. 148-154.

140. С.М. Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, Д.В. Герасимчук, аспірант, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України, С.С. Добранський, аспірант, Національний авіаційний університет, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Сучасні технології виробництва коренеплодів націлені на отримання запланованих врожаїв з урахуванням зон. Для посіву коренеплодів застосовуються високоврожайні гібріди з високою врожайністю та стійкістю до шкідників і хвороб. Для отримання великих урожаїв коренеплодів необхідні значні обсяги водоспоживання, а при їх відсутності продуктивність різко зменшується. При цьому необхідно враховувати, що розвиток коренеплоду вимагає не переущільненого шару ґрунту, внаслідок чого може статися зниження врожайності коренеплодів і збільшення собівартості виробництва. Збирання коренеплодів є дуже відповідальним періодом, що за собою несе великий вплив на вимоги до коренезбиральних машин. У цей відповідальний період необходно так налаштовувати коренезбиральну техніку, щоб не було великих втрат і пошкоджень коренеплодів.

Пошкодження коренеплодів не дозволить забезпечити тривале зберігання на складах, що призведе до значних втрат при зберіганні.

Агротехнічні вимоги до машин для збирання коренеплодів встановлюють межу втрат маси коренеплодів при їх викопуванні - не більше 1,5%. Есперимента́льне дослідження робочих органів коренезбиральних машин вимагає значної трудомісткості, що накладає свій відбиток на застосування методів планування експерименту.

Метою проведення екперементальних досліджень є перевірка попереднього розпушування ґрунту перед викопуванням коренеплодів, що дозволяє значно скоротити їх втрати і пошкодження в сухі з переущільненим ґрунтом періоди збирання.

Перед початком експериментальних досліджень технології виробництва і процесу викопування коренеплодів необхідно провести оцінку стану поля: визначити вологість і твердість ґрунту, засміченість бур'янами, врожайність коренеплодів, розприділення коренеплодів у рядку, їх розмірно-масові характеристики, відхилення коренеплодів від осьової лінії рядків, виступання головок коренеплодів над поверхнею ґрунту, глибина залягання корнеплодів у ґрунті, зусилля для вилучення з порушенням зв’язків коренеплодів з ґрунтом і без порушення та інші показники.

Експериментальні дані необхідно оцінювати в 3-5 кратній повторності.

При проведенні досліджень необхідно враховувати такі вихідні дані: сівозміна, засоби механізації при виконанні всіх операцій, система застосування добрив, підготовка ґрунту під посів, посів коренеплодів, догляд за посівами, захист рослин в період вегетації, проведення збиральних робіт. Велику увагу приділяється вдосконалення збиральних робіт і процесу викопування коренеплодів виробничими і удосконаленими машинами в різних умовах збирання. У період збирання проводять агротехнічну оцінку роботи коренезбиральних машин, яка включає в себе:

Характеристику умов проведення досліджень (тип ґрунту і рельєф ділянки; попередник; засміченість ділянки бур'янами; фактична ширина основних і стикових міжрядь; висота стояння бадилля; форма розетки листя бадилля; відстань між коренеплодами в рядках; положення головок коренеплодів відносно поверхні ґрунту; відхилення коренеплодів щодо умовної осьової лінії рядка; густота насадження рослин; біологічний урожай коренеплодів і гички; розміри коренеплодів і їх маса; вологість і твердість ґрунту.

Біологічний урожай визначають за формулою (1):

$$\text{у} = \frac{q_{\text{зіб}} + q_{\text{втр}} + q_{\text{зіб}} + q_{\text{б}}}{S}, \frac{\text{кг}}{\text{га}}, \quad (1)$$

де $q_{\text{зіб}}$ - маса цілих коренеплодів і їх частин, зібраних в ємність з облікового майданчику, кг;

$q_{\text{втр}}$ - маса загублених коренеплодів і їх частин в ґрунті і на поверхні, кг;

$q_{\text{про}}$ - маса коренеплодів в валці після очищувача гичкозбиральної машини, кг;

$q_{\text{б}}$ - маса частин коренеплодів і зрізаних головок в купі бадилля, кг;

S - площа облікової ділянки, га.

Розміри і масу коренеплодів і гички визначають одночасно з урахуванням біологічної урожайності.

Викопують коренеплоди з бадиллям, очищають від землі, обрізають хвостики до діаметра 10 мм і зважують разом з бадиллям з точністю до ± 10 г. Далі заміряють по кожному коренеплоду: довжину листя пучка бадилля - від основи черешків до верхівки листя; товщину попередньо зжатого пучка гички без деформації стебел на відстані 5-7 см від основи черешків листя з наступним підрахунком числа зеленого і сухого листя.

Потім зрізують бадилля і визначають масу чистого коренеплоду шляхом зважування.

Технічну довжину коренеплоду вимірюють від лінії зрізу гички з верхівки головки коренеплоду до лінії зрізу хвостової частини діаметром - 10 мм.

Діаметр коренеплоду заміряють штангенциркулем у найбільшій його товщині.

Кількість замірів по всім обліковим показникам (маса коренеплоду з бадиллям, маса чистого коренеплоду, технічна довжина і діаметр коренеплоду, довжина листків пучка гички і його товщина, кількість зеленого і сухого листя гички) з усіх п'яти ділянках має бути не менше 300.

Вологість ґрунту відбирається по глибині орного горизонту у шарах 0-10, 10-20, і 20-30 см у трьох точках кожної повторності облікової ділянки за допомогою ґрунтового бура.

Вологість ґрунту кожної повторності по горизонтам визначають за формулою (2):

$$W = \frac{(P_{\text{в.пр}} - P_{\text{с.пр}})}{(P_{\text{с.пр}} - P_{\text{т}})} 100, \% \qquad (2)$$

де $P_{\text{в.пр}}$ - маса сирої проби (брутто), г

$P_{\text{с.пр}}$ - маса сухої проби (брутто), г

$P_{\text{т}}$ - маса тари бюкса, г.

Перед оцінкою якості роботи ділянку розбивають на облікові ділянки довжиною 20 м і шириною рівною робочій ширині захвату машини. Для розгону агрегату між обліковими ділянками залишають коридори довжиною 20-30 м. Кількість відібраних проб повинно бути не менше трьох. Відбір кожної проби проводять без зупинки агрегату, тобто процес відбору проби повинний бути безперервним.

Поступальну швидкість руху збирального агрегату визначають на кожній обліковій ділянці.

Глибину ходу викопуючих робочих органів встановлюють відповідно до конструктивних особливостей машин і стану розвитку коренеплодів.

Якість роботи корнезбиральної машин визначають на кожній обліковій ділянці після проходу агрегату.

Якість підкопування і повноту підбору коренеплодів (втрати коренеплодів і їх частин) здійснюють корнезбиральною машиною на кожній обліковій ділянці.

Кожну частку втрат по масі визначають у відсотках від загальної маси коренеплодів з облікової ділянки (прибрані коренеплоди плюс всі види втрат).

Для визначення складу прибраного вороху коренеплодів, зібрану на брезент пробу, розбирають на фракції; чисті коренеплоди з нормальним, низьким, високим зрізом і не обрізані; частини коренеплодів; бадилля вільне і пов'язане з коренеплодами; земля вільна і пов'язана з коренеплодами; інші домішки.

Частку кожної фракції прибраного вороху (проби) визначають у відсотках від загальної маси проби, а масу коренеплодів кожного виду обрізки (нормальний, низький зріз і т.д.) у відсотках від загальної маси коренеплодів у купі.

Глибину ходу викопуючих робочих органів визначають на облікових ділянках після проходу коренезбиральної машини. При цьому до проходу корнезбиральної машини необхідно визначити гребенистість (поперечний профіль) ділянки по ширині робочого захоплення коренезбиральної машини, який надає вплив на стабільність глибини ходу викопуючих робочих органів, а отже, на повноту, підкопування і ступінь пошкодження коренеплодів.

За результатами вимірів для кожного підкопую чого робочого органу визначають статистичні показники.

Після проведення дослідженні планується вирішити наступні задачі:

1. Перевірити ефективність застосування викопуючих робочих органів.
2. Визначити ефективність попереднього порушення зв'язків коренеплодів з ґрунтом при їх викопуванні.
3. Обґрунтувати доцільність вибору викопуючого робочого органу.
4. Показати ефективність результатів досліджень.

Література

1. Rishter G/M. Modelng radiation interception and radiation use efficiency for sugar beet under variable climatic stress/G.M.Richter, K.W.Jaggard, RAC Mitchell// Agricultural and Forest Mtterorology. -2001. -№ 109(2). – P.13-25.

2. Сборник агротехнических и исходных требований на тракторы и сельскохозяйственные машины, том. Т. 31; 33; 37-39. ЦНИИТЭИ. – М., I982-I987. 11. ОСТ 70.8.6-83. Машина для уборки сахарной свеклы. Программа и методы испытаний. Государственный коми- тет СССР по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства. – М., 1984.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Доспехов Б.А. – М.: Колос, 1979. – 415 с.

4. Мельников С.В., Рощин П.М. Методика испытаний машин с применением математической теорией планирования экспериментов // Новое в методах испытаний тракторов и сельскохозяйственных машин.-М.: ЦНИИТЭИ, 1971. - 64 с. 13. Спичак В.В., Сапронов Н.М. Современные требования к сахарной свекле // Сахар. -2007. -№ 7. - С. 12-17.

5. Хвостов В.А. Машины для уборки корнеплодов и лука. Теория, конструкция, расчет / В.А. Хвостов, Э.С. Рейнтгарт. – М.: Полимаг, 1995. – 392 с.

141. В.В. Аулін, д.т.н., професор, А.В. Гриньків, А.П. Лукашук, аспірант, А.Є. Чернай, аспірант, Центральноукраїнський національний технічний університет

ФОРМУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ БАЗИ ДАНИХ ТРАНСМІСІЇ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ЗА КРИТЕРІЄМ СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАТИВНОСТІ

На початковому етапі формування переліку діагностичних параметрів силових агрегаітв визначили систему параметрів технічного стану двигуна і трансмісії, що підлягають діагностуванню, а потім проводили розрахунки інформаційної значущості кожного контрольованого параметра. Для цього були використані структурно-наслідкові моделі об'єктів діагностування, побудовані на основі оцінки їх надійності і аналізу причинно-наслідкових зв'язківелементів [1].

Аналіз структурно-наслідкових моделей систем та агрегатів транспортних машин(ТМ) дозволив встановити перелік їх діагностичних параметрів. Обмеженням для вибору діагностичного параметру були доступність обладнання та організаційного забезпечення на підприємстві, а також інтегральність обраних діагностичних показників. Кожна досліджувана система та агрегат ТМ може знаходитися як в справному, так і в несправних технічних станах, внаслідок відмови одного із складових їх елементів. Приймаючи припущення, що при поділі систем і агрегатів ТМ на *N* елементів і два альтернативні результати контролю для кожного з них, множини відмов характеризують їх як ймовірнісну систему з кінцевою множиною технічних станів, рівну числу складових елементів, що відмовили [2]. Поява кожного з них характеризується ймовірністю появи відмов систем і агрегатів ТМ. При цьому ймовірність справного стану визначається як ймовірність протилежної події.

Ймовірність $P(\overline{S}_0)$ приймається рівній сумі ймовірностей відмов складових елементів об'єкту діагностування. В результаті, нехтуючи ймовірністю спільної появи відмов $(S_1,...,S_j)$, приймали появу цих подій незалежними. При цьому, ймовірність можливих станів систем і агрегатів ТМ визначали з урахуванням ймовірності відмови об'єкту і співвідношення відмов їх елементів на інтервалах пробігу [3].

Для дослідження технічних станів трансмісії ТМ було обрано: коробка переключення передач та головна передача. Матриця технічних станів коробки переключення передач (КПП) та головної передачі (ГП) наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Матриця технічних станів КПП та ГП

Діагностичні параметри	Технічний стан				
	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
D_1 - лужне число	0	0	0	1	1
D_2 - колір робочої оливи	0	0	0	0	1
D_3 - склад механічних домішок	0	1	1	1	0
D_4 - термоокислювальна стабільність оливи	0	0	1	0	0
D_5 - склад нерозчинного осаду	0	0	0	0	1
D_6 - діелектрична проникність	0	1	1	1	1

До матриці технічних станів станів досліджуваних трансмісій ТМ включено S_0 - справний стан і несправні стани агрегатів, що приводять до погіршення їх функціональних можливостей та роботи з причин: S_1 – зношування робочих, опорних поверхонь валів; S_2 – зношування зубчастих поверхонь; S_3 – спрацювання оливи; S_4 – зношування підшипників.

Всі подальші операції, для визначення інформативних діагностичних показників для КПП та ГП ТМ проводили з використанням розрахунку ентропії діагностичних параметрів досліджуваних агрегатів, що експлуатується в сільськогосподарському виробництві(СГВ) [4]. Оцінки показників надійності коробки переключення передач і головної передачі наведено в таблицях 2-5.

Зміну показників надійності технічного стану валів КПП та ГП ТМ, що експлуатуються в умовах СГВ, з напрацюванням відображено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Зміна значень показників надійності валів КПП і ГП з пробігом ТМ

Пробіг, тис.км	Кількість відмов	Кількість відмов на початку пробігу	Інтенсивність відмов, 1/км
0…12	1	0	$4{,}762\times10^{-6}$
12…24	0	1	0
24…36	2	1	$1{,}02\times10^{-5}$
36…48	0	3	0
48…60	3	3	$1{,}786\times10^{-5}$
Середнє значення	-	-	$6{,}565\times10^{-6}$

Отримані результати експериментальних даних визначають, що максимальне значення інтенсивності відмов для даної групи деталей відбувається на інтервалі 48…60 тис. км., а початок їх зношування – 0…12 тис. км пробігу ТМ.

Оцінку зміни показників надійності технічного стану зубчастих поверхонь КПП та ГП з пробігом ТМ, наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 - Зміна значень показників надійності зубчастих поверхонь КПП і ГП ТМ

Пробіг, тис.км	Кількість відмов	Кількість відмов на початку пробігу	Інтенсивність відмов, 1/км
1	2	3	4
0…12	0	0	0
1	2	3	4
12…24	1	0	$4{,}762\times10^{-6}$
24…36	3	1	$1{,}531\times10^{-5}$
36…48	1	4	$6{,}494\times10^{-6}$
48…60	2	5	$1{,}429\times10^{-5}$
Середнє значення	-	-	$8{,}169\times10^{-6}$

Можна бачити, що максимальне значення інтенсивності відмов для зубчастих поверхонь КПП та ГП ТМ спостерігається на інтервалі 24…36 тис. км., а початок зношування – на інтервалі 12…24 тис. км пробігу ТМ.

Результати зміни показників надійності технічного стану трансмісійної оливи відображено в таблиці 4.

Таблиця 4 - Зміна значень показників надійності трансмісійної оливи з пробігом ТМ

Пробіг, тис.км	Кількість відмов	Кількість відмов на початку пробігу	Інтенсивність відмов, 1/км
0…12	0	0	0
12…24	0	0	0
24…36	2	0	9.524×10^{-6}
36…48	1	2	5.495×10^{-6}
48…60	3	3	1.786×10^{-5}
Середнє значення	-		6.575×10^{-6}

Визначено, що максимальне значення інтенсивності відмов (відхилення значення показників від

нормативних значень) трансмісійної оливи спостерігається на інтервалі 48…60 тис. км., а початок її спрацювання – на інтервалі 24…36 тис. км пробігу ТМ.

Результати досліджування зміни технічного стану підшипників КПП та ГП ТМ, наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 - Зміна значень показників надійності підшипників КПП і ГП з пробігом ТМ

Пробіг, тис.км	Кількість відмов	Кількість відмов на початку пробігу	Інтенсивність відмов, 1/км
1	2	3	4
0…12	0	0	0
12…24	1	0	$4{,}762\times10^{-6}$
1	2	3	4
24…36	4	1	$2{,}041\times10^{-5}$
36…48	2	5	$1{,}429\times10^{-5}$
48…60	3	7	$2{,}679\times10^{-5}$
Середнє значення	-	-	$1{,}325\times10^{-5}$

Отримані експериментальні дані свідчать, що максимальне значення інтенсивності відмов для підшипників КПП і ГП ТМ спостерігається на інтервалі 28…42 тис. км., а початок зношування деталей – 14…28 тис. км пробігу ТМ. Значення середньої ймовірності станів КПП і ГП ТМ розраховуються за стандартними методиками [5].

Результати експериментальних досліджень показали, що надійність КПП та ГП є нерівноважною за конструктивними характеристиками, а тому виявлення інформативно значущих діагностичних параметрів КПП і ГП є необхідним [6]. Для вирішення завдання її вирівнювання на певному рівні використовуютьінформативність діагностичних параметрів технічного стану трансмісії ТМ (табл. 6).

Таблиця 6 - Значення інформативності діагностичних параметрів станів КПП і ГП ТМ

Діагностичний параметр	Інформативна значимість, біт
D_1 - лужне число	0,255
D_2 - колір робочої оливи	0,078
D_3 - вміст механічних домішок	0,4
D_4 - термоокислювальна стабільність оливи	-0,104
D_5 - склад нерозчинного осаду	0,074
D_6 - діелектрична проникність	0,6

Оцінкою значень інформативності встановлено, що за критерієм статистичної інформативності найбільш інформативними діагностичним параметрами КПП і ГП є: діелектрична проникність, вміст механічних домішок, лужне число оливи. Таким чином, для подальшого дослідження технічного стану трансмісії ТМ слід сформувати діагностичну базу даних, ґрунтуючись на відібраних діагностичних параметрах, обробити її статистичними методами та провести аналіз показників надійності.

Літературні джерела

1. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Інформаційні аспекти діагностування агрегатів транспортних засобів.*Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІПРК2015)*. Восьма міжнар. наук.-практ. конф. 18-19 травня 2015 р., Київ.Зб. тез. К.: НАУ. 2015. С. 58-61.
2. Аулін В.В., Гриньків А.В. Визначення найбільш інформативніших діагностичних параметрів за чутливістю функції стану агрегатів транспортних засобів. Зб. тез доповідей Х Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих науковців *"Підвищення надійності машин і обладнання"* 20-22 квітня 2016р.. Кіровоград: КНТУ. 2016. С.53-55.
3. Аулін В.В., Гриньків А.В. Технічний стан системи, агрегатів транспортних засобів у сільськогосподарському виробництві, як міра інформації. Зб. тез ІІ Всеукр. наук.-практ. конф. *"Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь"*7-8 квітня 2016 р. Житомир:ЖАТК, 2016. С.129-131.

4. Аулин В.В., Гринькив А.В. Использование теоретико-информационногоподхода для анализатехническогосостояниятопливнойсистемыавтомобиля “MOTROL” journalaccordingoftheCommissionofMotorizationandEnergeticinAgriculture, CULS. 2016. Vol.18, №2. P.63-69.
5. Пугачев В. С. Теориявероятностей и математическая статистика М.:ФИЗМАТЛИТ, 2002. 496 с.
6. Аулін В.В., Гриньків А.В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської і автотракторної техніки. Вісник ЖДТУ. Секція: Технічні науки. 2016. №2(77). С.36-41.

142. В.В. Аулін, д.т.н., професор, А.О. Панков, Д.В. Голуб, Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький

РОЗРОБКА МЕХАТРОННОГО ПРОГРАМНО–АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ РЕГУЛЮВАННЯ НОРМИ ВИСІВУ

Розвиток інтелектуальних мехатронних модулів обумовлений появою недорогих мікропроцесорів і контролерів на їх базі і спрямований на інтелектуалізацію процесів, і в першу чергу – процесів управління функціональними перетвореннями і роботою машин та агрегатів. В даний час існує багато платформ для управління фізичними процесами стосовно мехатронних модулів. Однак реалізацію апаратної платформи необхідно здійснювати на базі перспективних структурних рішень, що відкриті для розвитку і мають ієрархічну структуру [1].

Arduino – це інструмент для розробки пристроїв, що взаємодіють з навколишнім фізичним середовищем. Це відкрита програмована апаратна платформа для роботи з різними фізичними об'єктами і являє собою плату з мікроконтролером і спеціальним середовищем розробки (IDE) з відкритим програмним кодом для написання програмного забезпечення мікроконтролера. В платформу вбудовані елементи для програмування та інтеграції з іншими схемами.

Тому платформа Arduino стає основним елементом для досліджень і рішення задач в областях мехатроніки [2]. Arduino спрощує процес роботи з мікроконтролерами, забезпечуючи ряд наступних переваг перед іншими пристроями:

- низька вартість. В порівнянні зі схожими апаратними платформами, плати Arduino мають відносно низьку вартість. Провідні виробники промислової електроніки, такі як Siemens, ABB, OMRON випускають подібні пристрої, проте вартість їх висока;
- кросплатформеність. Програмне забезпечення Arduino працює в операційних системах Windows, Mac OS, Linux і Android, в той час як більшість інших систем орієнтовані на роботу тільки в Windows[3];
- зручне середовище програмування, яке інтуїтивно зрозуміле і просте, але при цьому досить гнучке;
- програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом. Програмне забезпечення Arduino має відкритий вихідний код, завдяки чому користувачі можуть змінювати та доповнювати його. Можливості мови Arduino також можна розширювати за допомогою бібліотек мови C++;
- розширювана відкрита архітектура. Пристрої Arduino побудовані на базі мікроконтролерів Atmel ATmega8 і ATmega168. Завдяки тому, що всі схеми модулів Arduino опубліковані під ліцензією Creative Commons, розробники можуть створювати свої версії пристроїв на основі існуючих;
- можливість автономної роботи розширює сферу застосування пристроїв, а наявність версій для роботи з популярною мобільною операційною системою Android дозволяє використовувати модулі з Arduino для автоматизації робочих процесів мобільних машин, у тому числі і в сільському господарстві;
- велика кількість додаткових модулів, як від розробника, так і від сторонніх виробників, що дає можливість автоматизації і контролю різних фізичних процесів, функцій і систем.

Тому на основі апаратної платформи Arduino розроблено автоматизовану систему регулювання норми висіву (ПАК РНВ)з мехатронним модулем [4, 5] для висівних пристроїв з елементами пневмоніки, принципову схема якої представлено на рис.1.

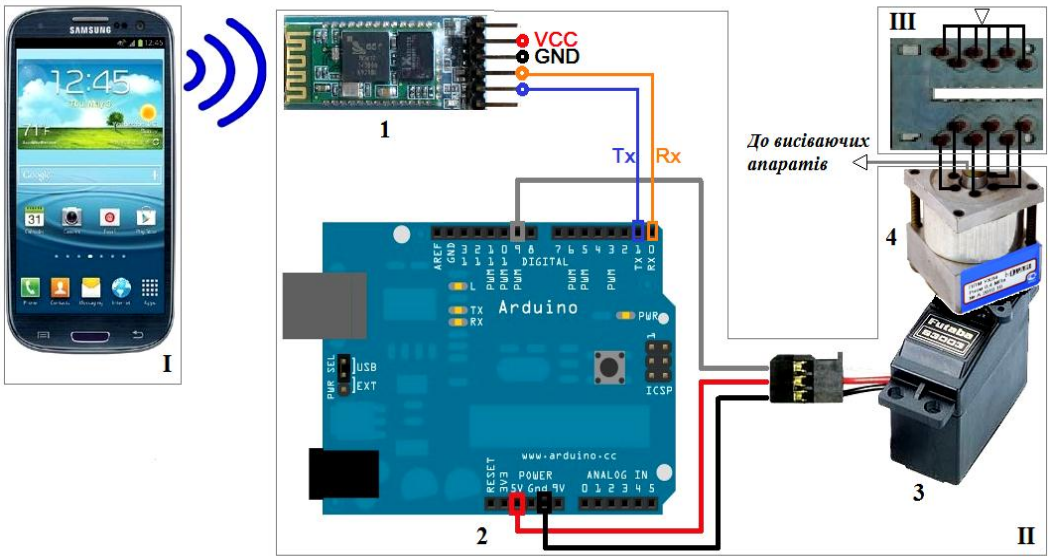
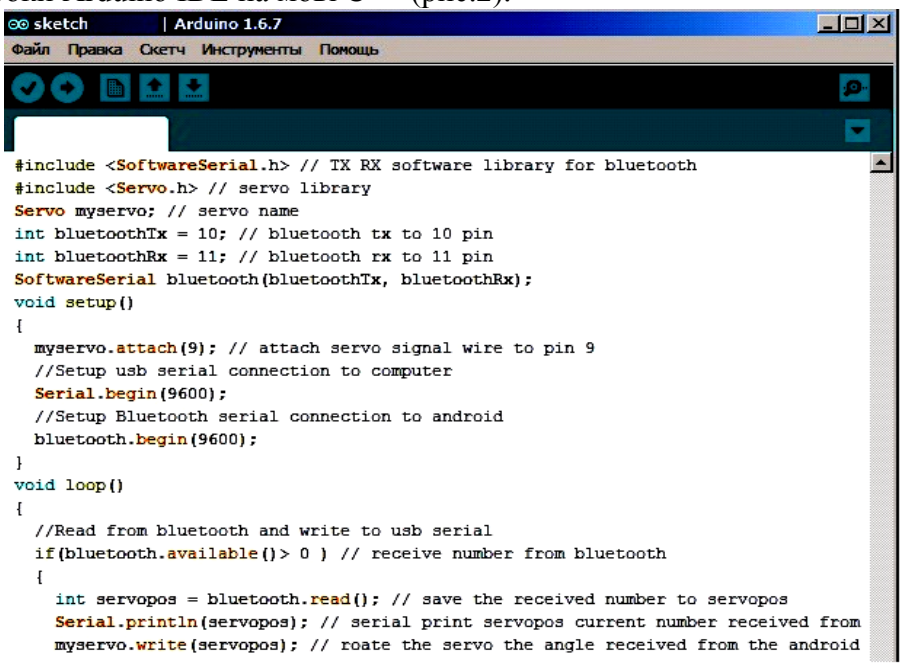


Рис.1. Програмно-апаратний комплекс регулювання норми висіву у висівних апаратах і системах з елементами пневмоніки: I – обчислювальний пристрій; II – мехатронний модуль; III – блок управління висівною системою; 1 – bluetooth-модуль; 2 – платформа Arduino; 3 – серводвигун; 4 – перемикач пневматичний багатопозиційний; VCC – плюс живлення; GND – мінус живлення; Tx, Rx – сигнали управління

Система працює наступним чином. Значення норми висіву, що програмно задається в обчислювальному пристрої I, передається на bluetooth-модуль 1 й у вигляді сигналу управління взаємодіє з кодом в пам'яті контролера Arduino 2, звідки управляюча дія передається на серводвигун 3, який повертає пневмоперемикач 4 на певний кут і з'єднує відповідні канали слайдера в блоці управління III зі струминного схемою управління висівної системою, змінюючи частоту подачі пневмоімпульсів до висівних апаратів.

Програмне забезпечення складається з двох частин. Перша частина включає в себе код взаємодії платформи Arduino з виконавчим пристроєм (сервоприводом) і обчислювальним пристроєм, що працює на базі операційної системи Android (смартфон або планшет). Друга частина включає в себе код для обчислювального пристрою, який являє собою програму-інтерфейс управління нормою висіву.

Код взаємодії Arduino з сервоприводом і обчислювальним пристроєм створений у середовищі розробки Arduino IDE на мові C++ (рис.2).




```
#include <SoftwareSerial.h> // TX RX software library for bluetooth
#include <Servo.h> // servo library
Servo myservo; // servo name
int bluetoothTx = 10; // bluetooth tx to 10 pin
int bluetoothRx = 11; // bluetooth rx to 11 pin
SoftwareSerial bluetooth(bluetoothTx, bluetoothRx);
void setup()
{
  myservo.attach(9); // attach servo signal wire to pin 9
  //Setup usb serial connection to computer
  Serial.begin(9600);
  //Setup Bluetooth serial connection to android
  bluetooth.begin(9600);
}
void loop()
{
  //Read from bluetooth and write to usb serial
  if(bluetooth.available()> 0 ) // receive number from bluetooth
  {
    int servopos = bluetooth.read(); // save the received number to servopos
    Serial.println(servopos); // serial print servopos current number received from
    myservo.write(servopos); // roate the servo the angle received from the android
```

Рис.2. Фрагмент коду взаємодії платформи Arduino з сервоприводом і обчислювальним пристроєм

Після налагодження код завантажується в пам'ять контролера Arduino для подальшого використання в автономному режимі регулювання норми висіву.

Код обчислювального пристрою або інтерфейс оператора для управління нормою висіву створюється в середовищі програмування MIT_app.inventor (рис.3).

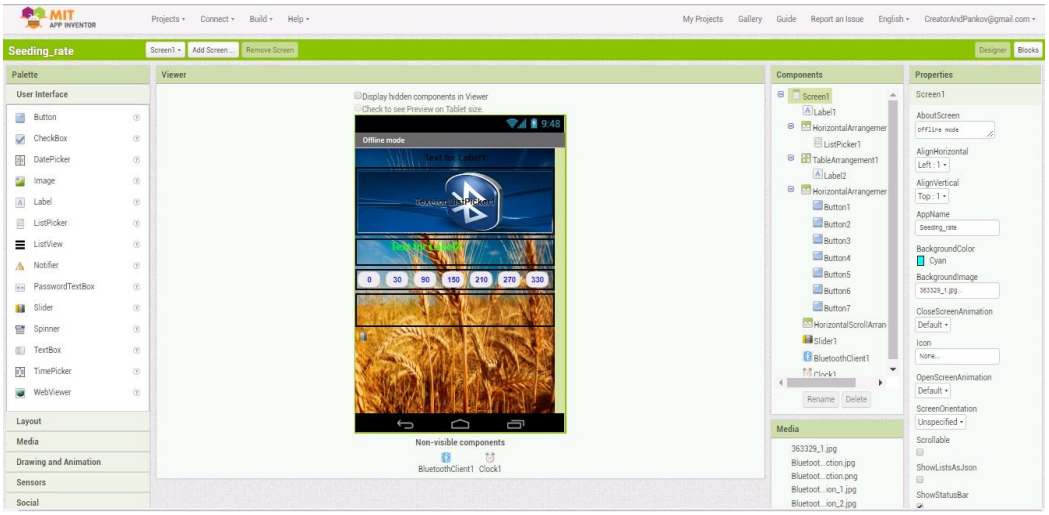


Рис. 3. Розробка програми-інтерфейсу для управління висівом

Після налагодження програма завантажується і встановлюється на мобільний пристрій під управлінням операційної системи Android.

Програма являє собою структуру взаємодії блоку управління висівною системою з елементами управління і індикації, які програмно задані перемикачем в обчислювальному пристрої, на кнопках якого задані значення кута повороту пневмоперемикача мехатронного модуля (від 30^0 до 330^0 з нейтральним положенням при 0^0), рис.1. Кількість положень перемикача в обчислювальному пристрої дорівнює кількості прорізів перфорованого диска блоку управління висівної системою з елементами пневмоніки в радіальному напрямку, тобто шести. В якості управління нормою висіву використовується, як вже сказано вище, поворот пневмоперемикача, що змінює частоту генерованих пневмоімпульсів.

Висновок

Реалізацію програмно-апаратної платформи регулювання норми висіву при мехатронному підході необхідно здійснювати на базі структурних рішень, що відкриті для розвитку і мають ієрархічну структуру, зокрема на базі платформи Arduino.

Список літератури

1. Подураев Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : [учеб.пособие для студентов вузов] / Юрий Викторович Подураев. – М.: Машиностроение, 2006. – 256с.
2. Омельченко Е. Я. Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы Arduino / Е. Я. Омельченко, В. О. Танич, А. С. Маклаков, Е. А. Карякина // Электротехнические системы и комплексы. – 2013. – № 21. – С. 28-33.
3. Meyer J. Tablet-PC erweitert die Maschinen-bedienung / J. Meyer, B. Johanning, H. Müller // Landtechnik. – №68 (1). – 2013. – pp. 10-13.
4. Аулин В.В. Поточно–программное регулирование рабочих параметров мобильных технологических машин / В.В.Аулин, А.А.Панков, А.Г.Стахорская//MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Poland,Lublin, 2016.–Vol.18, №2. –pp. 25–32.
5. Аулин В.В. Программно–аппаратные средства дифференцированного дозирования технологических материалов / В.В. Аулин, А.А. Панков //Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. Труды БГТУ.Серия 1. – Минск: БГТУ, 2017. – № 1 (192). – С.23–33.

143. В.Грабар, К.Т. Осипчук, Житомирський агротехнічний коледж

ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН ЗАГАЛЬНО–ТЕХНІЧНОГО ЦИКЛУ

Новий етап науково – технічної революції, повсякденне впровадження автоматизації, комп’ютерної техніки і нових систем зв’язку на фоні поширення ринкових відносин здійснюють різнобічний вплив на роль і значення людини в суспільному виробництві. Необхідність посилення

темпів зростання технічного прогресу, підняли проблему якості підготовки фахівців для аграрного виробництва.

Процес оновлення навчальної діяльності, зокрема, графічної підготовки здійснюється на основі аналізу зовнішнього і внутрішнього середовища. Таким чином механізм мобілізації іновацій та оновлення навчального процесу передбачає систематичну і постійну роботу, спрямовану на моніторинг ринку праці, дослідження джерел інноваційних можливостей, виявлення перспективних напрямків професійної діяльності майбутніх фахівців, прийняття рішень щодо їх реалізації шляхом внесення обновлюваних змін.

Враховуючи особливості сучасного ринку праці та вимоги до фахової підготовки , приймаємо рішення щодо оновлення графічної підготовки майбутніх фахівців:

-іноваційний процес повинен бути перспективним, спрямованим в майбутнє;

- придатним для практичного використання;

-організація впроваджування повинна здійснюватись шляхом внесення обновлюваних змін до існуючого традиційного навчально – виховного процесу.

Отже, нові завдання поставлені державою і суспільством перед вищою школою, вимагають удосконалення усіх ланок навчальної роботи та наукової діяльності, а це неможливо без розроблення і знання основних концепцій теорії освіти як єдиної системи наукового пояснення шляхів підготовки майбутніх фахівців. І як наслідок: перше концептуальне положення – розвиток будь - якої педагогічної теорії здійснюється через опанування нововведень, через інформаційно-комунікаційні технології, які за своєю структурою наближують навчальний процес до професійної діяльності; друге концептуальне положення - закони педагогічних інноваційних процесів в графічній підготовці виражають зв'язок між поняттями цієї галузі знань, її

складовими, властивостями понять, це зв’язок графічних знань, інформаційних технологій та міждисциплінарний зв'язок.

В навчальній діяльності інформаційно-комунікаційну технологію ми розглядаємо як процес підготовки і передачі інформації тому, хто навчається з використанням комп’ютерної техніки і спеціалізованих навчального призначення програмних засобів, які відображають предметну галузь і де в тій чи іншій мірі реалізується технологія її вивчення і забезпечуються умови для використання різних видів навчальної діяльності. Ступінь комп’ютеризації навчального процесу не є чимось принциповим і в залежності від конкретних обставин, програмне забезпечення може моделюватись у достатньо широкому діапазоні, змінюватись, доповнюватись, удосконалюватись тощо.

У класичній педагогіці можна виділити два типи законів:

-динамічні – за якими початковий стан об’єкта однозначно визначає ряд наступних його станів;

-статичні – за якими передбачається визначення можливості (ймовірності) закладених тенденцій у зміні об’єкта або системи певних заданих умов.

Нарисна геометрія, інженерна та комп’ютерна графіка, як навчальна дисципліна має цілий ряд специфічних рис і значно відрізняється від інших. Саме ця особистість обумовлює сукупність методів навчання графічних знань, вмінь і навичок, які відрізняються від загальноприйнятих. Вони представляють собою видозмінені загальні методи навчання.

Загальні методи є багатовимірним педагогічним явищем, що містить у собі ряд аспектів: відповідність закономірностям пізнання, використання методів навчання відповідно до законів мислення і змісту навчального матеріалу; врахування психологічних механізмів пізнання, досягнення навчальної мети.

При проведенні заняття з навчальної дисципліни «Основи нарисної геометрії та інженерна графіка» - тема «Взаємний перетин геометричних тіл» застосовуємо динамічний метод: пояснення – ознайомлення студентів з макетом перетину двух геометричних тіл; пояснення побудови лінії перетину. На макеті виконується демонстрація розрізів за допомогою яких , виконуємо побудову лінії перетину. Проектування виконуємо на три площини проекцій, на всіх проекціях будуємо лінію перетину.

Подання теоретичного матеріалу лекція. Лекція – як теоретичний метод навчання графічних дисциплін займає незначну частину від загальної кількості годин, що відведено на весь курс. В інженерній і комп’ютерній графіці лекційне викладення матеріалу поєднується з практичним заняттям і це один з вагомих чинників, який впливає на вибір методів, прийомів і засобів передачі

знань від викладача до студента. Лекція проходить у вигляді розповіді і супроводжується демонстрацією різноманітних наочних засобів. Візьмемо лекцію, наприклад на тему «Проекційне креслення». Під час викладення теоретичного матеріалу використовуємо - модель простору, трьохгранний кут куба з поясненням положення точки в просторі, положення лінії, площини в просторі. Демонстрація утворення комплексного креслення із трьох площин проекцій, розміщення геометричних елементів на комплексному кресленні з використанням постійної креслення, лінії «к».

Розділ «Машинобудівне креслення» - практичне заняття на тему «Ескіз деталі виготовленої механічною обробкою». Демонстрація зразків деталей машин с/г техніки. Використовуємо метод пояснення, в якій послідовності виконувати ескіз деталі, по черговість нанесення усіх елементів. Оформлення ескізу: нанесення контурів елементів деталі , конструктивних елементів – фасок, галтелей, округлень, проточки тощо. Тонкими лініями потрібно намітити контури розрізів і перерізів, виносні елементи, додаткові вигляди. Провести розмірні і виносні лінії, виміряти деталь і розмірними числами проставити розміри. Визначають шорсткість поверхні, виходячи з умов її виготовлення або призначення, і показуємо на кресленні відповідними знаками.

Висновок. Одним з напрямків підготовки якісних фахівців для задоволення потреб ринку праці, є підвищення ефективності технічної освіти не тільки на підставі теоретичних знань, але й з урахуванням практичних навичок. Світовий досвід свідчить, що найбільш стійкою є економіка тих країн, у яких спостерігається неухильне зростання частки високоосвічених і висококваліфікованих фахівців. Використання в навчальній діяльності інформаційно-комунікаційних засобів – це цілий комплекс навчальних методичних, організаційних, технічних та інших завдань.

Література:

1. Інженерна та комп’ютерна графіка: Підручник/ б.Д. Коваленко. Видавництво «Каравела», 2008 – 512с.
2. Інженерна та комп’ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдим, А.М. Підкоринтов, І.А. Скидан. За ред. В.Є. Михайленко. – К.: Вища школа, 2000. – 342 с.
3. Райковська Г.О. Методика формування графічних знань в системі інформаційних технологій / Райковська Г.О. – Житомир: Житом. держав. технол. ун-т, 2009. – 324 с.
4. Хаскін А.М. Креслення. К., «Вища школа», 1986 -435с.
5. Миронов Б.Г. , Миронова Р.С. Черчение. М.; «Машиностроение», 1991. – 288с.

144. А.М. Пахучий, Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

ДО ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЧІСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗБИРАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

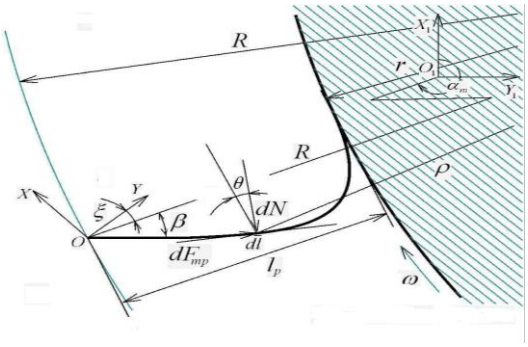
Виконано аналіз впливу вихідних параметрів обчісуючого пристрою та властивостей стеблової маси на формування поверхні гребінки барабану, яка зумовлює мінімізацію крутного моменту, що визнає енергоємність процесу.

На сучасному етапі широкого розповсюдження набуває збирання зернових культур методом обчісування на корені. Продуктивність комбайна при збиранні зернових культур методом обчісування може збільшуватися в 1,5-2,0 рази, а витрати палива знижуватися на 30-40%. Технологія збирання методом обчісування рослин на корені полягає в тому, що обчісуючі робочі органи (гребінки) взаємодіють з рослиною відокремлюючи з них насіння[1].

Процес збирання рослин на корені методом обчісування та удосконаленням конструкції пристроїв барабанного типу вивчалися багатьма вченими які досліджували процеси, що відбуваються при обчісуванні зернових культур, рису, люпину, сорго[2.3]. Аналіз виконаних досліджень та винаходів вказує на відсутність надійних конструкцій здатних якісно виконувати технологічний процес збирання зернової частини врожаю з високою ярусністю, пониклістю, полеглістю та різною за висотою стеблової частини.

Виконаний аналіз досліджень в напрямку підвищення ефективності жниварок обчісуючого типу вказує на доцільність проведення подальшої роботи з обґрунтування параметрів процесу, що забезпечить підвищення показників якості. В обчісуючи пристроях не достатньо обґрунтовано геометричну форму обтікача жниварки обчісуючого типу виходячи з умови забезпечення періодичної подачі стеблової маси до обчісуючого барабану, підвищення ефективності технологічного процесу збирання.

Метою дослідження є визначення перспективних напрямків підвищення ефективності технологічного процесу збирання жниваркою обчісуючого типу її конструктивно-режимних параметрів, що враховує технологічні параметри роботи комбайна і фізико-механічні властивості сільськогосподарських культур що збираються. Одним з можливих варіантів зниження енергоємності процесу роботи обчісуючих робочих органів є вдосконалення геометричної форми та профілю їх гребінок (рис. 1).



Для вирішення цього завдання вважаємо, що барабан обертається з постійною частотою, а маса стебел являє собою однорідне середовище. На елементарну площадку робочої кромки гребінки діє нормальний тиск стеблостою *qdl*, сила тертя між кромкою і стеблом *qfdl* і сила тертя бічної поверхні гребінки зі стеблом. Величина останньої не робить істотного впливу на опір руху гребінки в масі стебел і тому нею можна знехтувати.

Рисунок 1 - Кінематична схема дії сил на гребінку обчісуючого барабана

Елементарний крутний момент барабана під дією прикладених сил визначається за рівнянням:

$$dM = q\rho(\sin\theta + \cos\theta)dl, \qquad (1)$$

де ρ - радіус обертання елементарної поверхні;

θ - кут між напрямком дії нормальної сили і нормаллю до радіуса обертання елементарної поверхні.

Закономірність зміни тиску стеблостою на гребінку залежно від глибини розташування в колосовий масі її елементарної поверхні визначено експериментальним шляхом [4,5,6]:

$$q = 1{,}31 \cdot 10^4 h^{1{,}081} \sin\alpha \qquad (2)$$

де *h* - відстань від проходить від поверхні площині до елементарної поверхні;

Для спрощення рішення задачі будемо розглядати процес роботи гребінки в рухливих осях системи координат XOY. У прийнятій системі координат відстань від елементарної площини до поверхні ґрунту визначається за рівнянням:

$$h = b\left(\frac{1}{\sqrt{1+k_1^2}}\right)\left\{\begin{matrix}[k_1\sin(\alpha_т+\alpha_1)-\cos(\alpha_т+\alpha_1)]y - \\ [\sin(\alpha_т+\alpha_1)+k_1\cos(\alpha_т+\alpha_1)]x + \\ R(\cos\alpha_т - k_1\sin\alpha_т)+b\end{matrix}\right\} \qquad (3)$$

де *R* - радіус барабана з гребінками;

m - поточний кут повороту гребінки;

1 - кут між віссю координат *Ox* і радіус-вектором гребінки;

b , *k1* - постійні коефіцієнти, що визначаються товщиною шару стебел і її відстань до осі обертання барабана.

Радіус ρ знаходимо як відстань від елементарної площини з координатами (*y* , *x*) до осі обертання (*y0* , *x0*).

$$\rho = \sqrt{R^2 - 2R(y\cos\alpha_1 + x\sin\alpha_1) + y^2 + x^2}\,. \qquad (4)$$

Кут між напрямом дії нормальної сили і перпендикуляром до радіуса обертання елементарної площини визначається з рівняння.

$$\mathrm{tg}\theta = \frac{x'(R\cos\alpha_1 - y) - R\sin\alpha_1 + x}{x'(R\cos\alpha_1 - x) + R\cos\alpha_1 - y}. \qquad (5)$$

З урахуванням того, що $dl = \sqrt{1+x_1^2}\,dy$, замінивши косинус і синус через тангенс кута, на підставі співвідношення (5) отримаємо рівняння для розрахунку крутного моменту очісуючої гребінки.

$$M = \int_{y_h}^{y_k} \frac{q\rho(1 + f\mathrm{tg}\theta)\sqrt{1 + x_0'}}{1 + \mathrm{tg}^2\theta} dy \cdot \qquad (6)$$

Величина тиску q стебел на елементарний площину dl, радіус обертання і кут залежать від поточного кута повороту гребінки, тому величина крутного моменту барабана є змінною. Аналізуючи процес взаємодії гребінки з колосом і соломою, можна зробити висновок, що крутний момент досягне свого максимального значення при найбільш повному зануренні гребінки в стеблову масу. Це відбувається в момент початку входження робочого органу в масу стебел. У зв'язку з викладеним постановка завдання формулюється так:

З безлічі кривих, що проходять через точки *(yh , xh)* і *(yk , xk)*, знайти ту, при якій крутний момент гребінки в момент входу її в масу стебел матиме мінімальне значення.

Для вирішення поставленого завдання скористаємося методом Риттца. Рівняння кривої, що забезпечує екстремальне значення функціоналу, шукаємо у вигляді:

$$x = yx_0' + y^2 \frac{x_k - y_k x_0'}{y_k^2} + (y - y_k)(C_1 y - C_2 y^2 + C_3 y^3). \qquad (7)$$

де x_0' - тангенс кута між віссю *Oy* і дотичної до кривої в початковій його точці.

Для даного обчісуючого пристрої вибирається x_0' з умов максимально можливого захоплення стебел в початковий момент її взаємодії з гребінками, $x_0' = \mathrm{tg}(\alpha_1 + \beta)$ де

β - кут між радіус-вектором гребінки і дотичної до кривої в цій же точці.

Після підстановки виразу (7) в (6) завдання зводиться до знаходження значень коефіцієнтів С1, С2, С3, що визначають профіль гребінки. Взявши похідні від отриманого рівняння за С1, С2, С3, і прирівнявши їх до нуля, отримаємо систему рівнянь:

$$\frac{\partial M_{0i}}{\partial C_i} = \int_{y_0}^{y_1} (1 + tg^2\theta)^{\frac{1}{2}} \left\{ \begin{array}{l} q(1 + x')^{\frac{1}{2}}(tg^2\theta - 1)\frac{\partial \rho}{\partial C_i} + \rho(1 + x')^{\frac{1}{2}}(ftg^2\theta - 1)\frac{\partial q}{\partial C_i} + \\ + qx'(ftg^2\theta - 1) \times (1 + x')^{\frac{1}{2}} \frac{\partial x'}{\partial C_i} + (1 + x')^{\frac{1}{2}} f \frac{\partial tg\theta}{\partial C_i} \end{array} \right\} dx = 0 \qquad (8)$$

де *i*-1, 2, 3

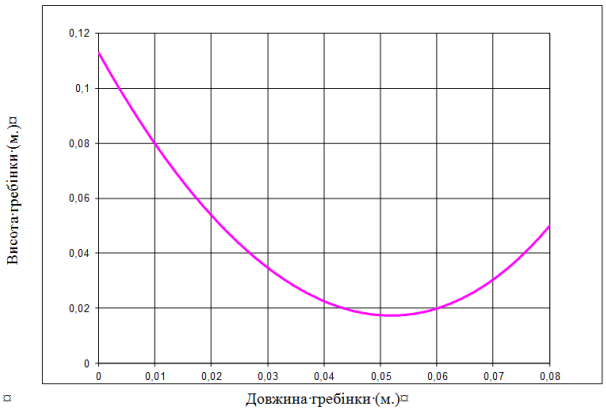
$$\frac{\partial \rho}{\partial C_i} = \frac{z' \frac{\partial x}{\partial C_i} - R\sin\alpha_1 \frac{\partial y}{\partial C_i}}{\sqrt{R^2 - 2R(x\sin\alpha_1 + y\cos\alpha_1) + x^2 + y^2}}; \qquad (9)$$

$$\frac{\partial q}{\partial C_i} = -k(n-1)h^{n-2} \frac{\sin(\alpha_\text{т} + \alpha_1) + k_1\cos(\alpha + \alpha_1)}{\sqrt{1 + k^2}} \frac{\partial \rho}{\partial C_i}; \qquad (10)$$

$$\frac{\partial \mathrm{tg}\theta}{\partial C_\text{i}} = \left\{ \begin{array}{l} [x'(R\sin\alpha_1 - x) + R\cos\alpha_1 - y]\left[(R\cos\alpha_1 - y)\frac{\partial x}{\partial C_\text{i}} + \frac{\partial x'}{\partial C_\text{i}}\right] - \\ - Rx\sin\alpha_\text{т}[x'(R\cos\alpha_1 - y) - R\sin\alpha_1 + y]\frac{\partial x}{\partial C_\text{i}} - z'\frac{\partial x'}{\partial C_\text{i}} \end{array} \right\} \times \qquad (11)$$

$$\times [x'(R\sin\alpha_1 - x) + R\cos\alpha_1 - y]^{-2};$$

$$x' = x_0' + \frac{2y}{y_k^2}(x_k - y_k x_0') + (y - y_k)(2yC_1 + 3yC_2 + C_3) + y^2 C_1 + y^3 C_2 + yC_3,$$



де $\frac{\partial x}{\partial C_1} = y^2(y - y_k)$; $\frac{\partial x}{\partial C_2} = y^3(y - y_k)$;

$\frac{\partial x'}{\partial C_2} = 3y^2(y - y_k) + y^3$; $\frac{\partial x}{\partial C_3} = y(y - y_k)$;

$\frac{\partial x'}{\partial C_1} = 2y(y - y_k) + y^2$; $\frac{\partial x'}{\partial C_3} = (y - y_k) + y$.

Рисунок 2 - Графік профілю гребінки.

Отриману систему рівнянь вирішували чисельним методом.

У результаті рішення системи рівнянь отримано значення коефіцієнтів С1, С2, С3 і побудований графік профілю гребінки обчісуючого барабана (рис. 2).

Висновок: при збиранні колосових культур методом обмолоту рослин на корені важливе значення має висота стебел і різниця висоти на полі, що істотно впливає на втрати зерна. Основна проблема обчісування сільськогосподарських культу полягає в недосконалості форми обчісуючої гребінки, що вимагає обґрунтування її конструктивно-режимних параметрів і розробки відповідної фізико-математичної моделі, що враховує технологічні параметри роботи комбайна і фізико-механічні властивості стеблової маси. Визначено профіль гребінки обчісуючого барабану, що впливає на якісні показники та режими роботи пристрою. Для отримання якісних показників та енерговтрат при збирані методом обчісування з розрахованим профілем гребінки є доцільним проведення лабораторних досліджень для визначення параметрів обчісуючого пристрою.

Бібліографічний список

1. Машини для збирання зернових та технічних культур. Посібник . / За ред. В. І . Кравчука, Ю. Ф. Мельника, - Дослідницьке, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого , - 2009 . - 296с .
2. Машков О.М. Автореферат. Обґрунтування параметрів обчісуючого пристрою для обмолоту зернових культур на корені. – Сімферополь. 2000 р..
3. Мороз М.М. Автореферат. Обґрунтування параметрів та режимів роботи обчісуючої жатки для збирання зернових-колосових культур. – Кіровоград. 2001р.
4. Пащенко В.Ф. Моделирование взаимодействия с почвой рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий: монография / В.Ф. Пащенко / Харьк. гос. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева. – Х., 1994. – 134 с.
5. Василенко М.П. Элементы теории устойчивости движения прицепных с.-х. машин и орудий / М.П. Василенко // сб. науч. Тр. По земледельческой механике / ВАСХНИЛ. – Т. 2. – М.: Сельхозиздат, 1954.
6. Василенко М.П. Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и машинных агрегатов) / М.П. Василенко, В.П. Василенко. – К., 1980. – 135 с.

145. С. Матушко, О. Дев'ятко, к.т.н., М.І. Денисенко, к.т.н., доцент, Національного університету біоресурсів і природокористування України

ОГЛЯД ВИДІВ ПАЛИВА ДЛЯ ЗЕРНОСУШАРОК

Актуальність. Одним з головних етапів збереження структури зерна є відповідність виконання технологічних процесів його збирання та сушіння. Саме від точності дотримання встановлених вимог залежить якість і термін його зберігання зернової маси. Навіть при нормальних погодних умовах у свіжозібраного зерна вологість складає 18 … 20%, а при несприятливих умовах 25 … 35%. Тому, тема з огляду процесів збереження зернової маси є актуальною для аграріїв, хоча одночасно важливим є забезпечення процесу сушіння зернової маси.

Сушіння — основна технологічна операція з приведення зерна й насіння до стійкого стану. Тільки після того, як із свіжозібраної зернової маси видалено всю надлишкову вологу і зерно доведено до сухого стану, можна розраховувати на подальшу надійну збереженість продукції.

Мета роботи. Охарактеризувати переваги та недоліки використання можливих видів палива для сушарок за умови дотримання оптимальних параметрів цього процесу сушіння.

Викладення основного матеріалу. На території нашої країни збір ярих культур нерідко збігається з настанням дощового часу і зерно прибирають у вологому або сирому стані. Для поліпшення показників зернової маси використовують сушарки. Саме з їх допомогою з зернової маси видаляють рідину. Вони поділяються на стаціонарні і мобільні, шахтні і колонкові, а також залежно від виду палива, що використовується. Найбільш поширеним є використання природного газу – його основні переваги полягають в простоті включення і виключення, з початком сезону сушіння і до його закінчення, господарству не потрібно ємкостей для зберігання газу, більш чисте зерно після сушіння, що по вартісним показникам зростає в рази. Звідси випливають недоліки такі, як відсутність поблизу газової магістралі, дороге підключення і політичні ризики. Тому, альтернативним рішенням для господарств в порівнянні з газовими сушарками – використовувати в якості палива дизельне паливо. Переулаштування сушарки на даний вид палива не вимагає спеціальних дозволяючих документів. Застосування дизельного палива для здійснення процесу сушіння також є досить затратним для деяких господарств, тому замість нього використовують в

якості палива солому, палети чи лузгу. Наведений вид пального є більш дешевшим і є доступним в необхідній кількості. Хоча перехід на його використання вимагає від господарств встановлення додаткового обладнання у вигляді теплогенераторів. Окупність додаткових затрат – велика, а недоліками при цьому є: для зернової маси – можлива короткочасна присутність запаху гарі в ній, а для господарств – необхідність постійно контролювати запаси альтернативного виду палива.

Висновки. Показано види палива для сушильних агрегатів, які використовуються під час сушіння. Обґрунтовано огляд їх переваг і недоліків відносно кожного виду палива для забезпечення процесу сушіння зерна.

Список літератури

1. Сушіння зерна [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://buklib.net/books/22982/.
2. ОСНОВНІ ВИДИ І КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОСУШАРОК [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://agro-smart.com.ua/ua/news/osnovnye-vidy-i-konstruktsii-zernosushilok.
3. Зерносушарки та процес сушіння зерна [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.apx-machine.com/zernosusharky-ta-protses-sushinnya-zerna.html.
4. Зерносушилки. Варианты замены газовых горелок на твердотопливные [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.finpro.group/wiki/zernosushilki/toplivo/45-zernosushilka-na-gaze.

146.П.П. Василишин, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОПРИВОДУ СКИДНОГО ПРИСТРОЮ ПЛАТФОРМИ АВТОТРАКТОРНОГО ЗАСОБУ

Різноманіття конструкцій і широкий діапазон сільськогосподарських гідрофіцированих машин привели до розробки великої різноманітності гідравлічних циліндрів. Об’ємний гідродвигун із зворотно-поступальним рухом вихідної ланки називається гідроциліндром. Гідравлічні циліндри широко застосовуються в якості виконавчих пристроїв різних гідрофіцированних машин з гідроприводом. Гідравлічні циліндри класифікуються за конструкцією і принципом дії відповідно до ГОСТ 17752-81.

Діаметр поршня, діаметр штока і номінальний тиск – основні параметри, що характеризують силові можливості гідроциліндрів.

Гідравлічні циліндри класифікуються:

За принципом дії: гідроциліндри діляться на дві групи:

- гідроциліндри односторонньої дії. Рух вихідної ланки, у таких гідроциліндрів можливо тільки в одному напрямку, рух здійснюється під дією тиску робочої рідини;
- гідроциліндри двосторонньої дії. Рух вихідної ланки у таких гідравлічних циліндрів під дією тиску робочої рідини здійснюється в двох напрямках.

За конструктивним виконанням робочого органу:

- поршневі гідроциліндри, робочі камери утворені робочими поверхнями корпусу циліндра і поршня. Вони можуть бути з одностороннім або двостороннім штоком. Перші в протилежних напрямках мають різні за величиною вихідні параметри (зусилля і швидкість), а другі - однакові в обох напрямках.
- плунжерні гідроциліндри, їх робочі камери утворені поверхнями корпусу циліндра і плунжера. Плунжер являє собою подовжений, з виходом з корпусу, циліндр, що виконує функцію одностороннього штока. Ці гідроциліндри технологічно простіше, оскільки не вимагають обробки внутрішньої поверхні корпусу гідроциліндра.
- телескопічні гідроциліндри, у яких є кілька розташованих поршнів, що переміщаються один щодо іншого. Хід поршня в цьому гідроциліндрі дорівнює сумі ходів всіх поршнів. Зазвичай хід поршня більше довжини корпусу самого гідроциліндра. У цих гідроциліндрах внутрішня порожнину штока великого циліндра є циліндром для поршня меншого діаметру. Послідовність руху поршнів визначається навантаженням на них. Першим буде висуватися менш навантажений поршень.

На поршень гідравлічного циліндра однобічної дії рідина може чинити тиск тільки з одного боку. Тут рух поршня в одному напрямку забезпечується за рахунок тиску робочої рідини. Якщо тиск підводиться в ліву порожнину гідроциліндра, поршень рухається вправо. Рух поршня в

зворотному напрямку, в гідроциліндрах односторонньої дії забезпечується вагою незавантаженої платформи.

У гідравлічному циліндрі двосторонньої дії, переміщення робочого органу здійснюється в двох напрямках. Переміщення поршня забезпечується за рахунок тиску робочої рідини. У гідравлічних циліндрах робоча рідина може підводитися як в ліву порожнину, тоді поршень рухається вправо, так і в праву, для забезпечення руху в зворотному напрямку.

Різновиди схем гідроциліндрів представлені на рисунку 1.

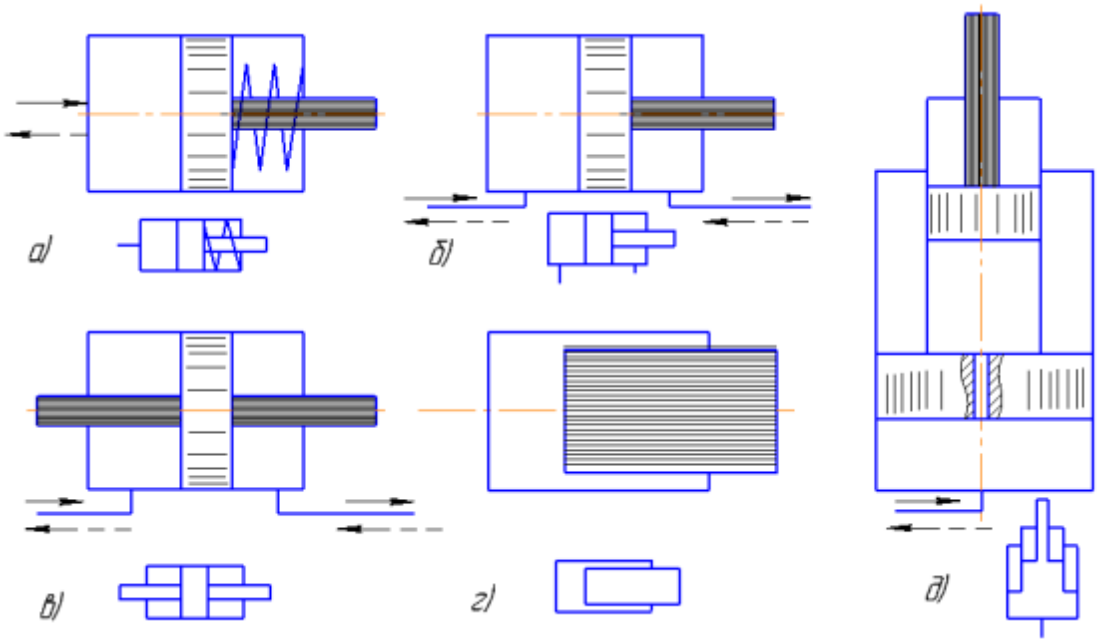


Рис 2. Схеми основних типів гідроциліндрів:
а) схема поршневого гідроциліндра односторонньої дії; б) схема поршневого гідроциліндра двосторонньої дії; в) схема гідроциліндра поршневої дії з двостороннім штоком; г) схема плунжерного
гідроциліндра; д) схема телескопічного гідроциліндра односторонньої дії

За конструкції гідроциліндри підрозділяються на:

а) циліндри з робочим органом у вигляді поршня:

- з одностороннім штоком;
- двостороннім штоком.

б) циліндри з робочим органом у вигляді плунжера. Плунжерні гідравлічні циліндри можуть бути тільки односторонньої дії, з одностороннім штоком.

За характером ходу вихідної ланки:

- гідроциліндри одноступінчасті;
- гідроциліндри телескопічні (багатоступінчасті).

В даний час дуже велике застосування в автомобілебудуванні отримали телескопічні гідроциліндри одно -, двох -, трьох-і п’ятиступінчасті. Практика показує, що при виборі їх числа необхідно знати, що їх збільшення пов’язане зі зростанням ваги і складності конструкції гідроциліндра, збільшенням його вартості. Дуже важливо знати, що зі збільшенням числа ступенів гідроциліндра збільшується нерівномірність величини швидкості руху штоків. Тому, гідроциліндри з меншим числом ступенів мають більше переваг в порівнянні з великим числом ступенів. Для зменшення числа ступенів необхідно збільшити початкову довжину циліндра l0.

147.Б.О. Драчук, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЕКСПРЕС-МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРАЦЮЮЧИХ МАСТИЛ

При проведенні даного аналітичного огляду експрес-методів контролю якості працюючих мастил, розглядалися методи вимірювань, результати яких можуть бути отримані досить оперативно і з високою точністю. Також ставилося завдання не пред’являти високих вимог, з точки зору професійних знань виконавцям, які можуть виконувати аналіз і давати оцінку якості мастил,

працюючи в якості оператора, тобто особливий інтерес представляють уніфіковані методи, які прості в технічному рішенні.

Фотометричний спосіб вимірювання забруднення в області інфрачервоного випромінювання і детально описується його принцип дії. Запропонований метод вимірювання добре корелюється з методом центрифугування і має переваги з точки зору зручності застосування.

Для оцінки граничного стану моторного мастила розроблена методика визначення ступеня дисперсності частинок дисперсної фази мастила і його загальної забрудненості фотометричним методом. Інтенсивність розсіяного світла пропорційна концентрації дрібних частинок і характеризує ступінь дисперсності нерозчинних частинок в мастилі.

Дисперсні забруднення також можна визначати, використовуючи оптико телевізійного пристрій, що складається з мікроскопа і відеокамери, установленої в гніздо мікроскопа. Така схема дозволяє по зображенню поля зору мікроскопа аналізувати дисперсний склад на екрані монітора.

Інша група методів розроблена для визначення вмісту води в працюючих маслах. Так, на думку авторів, найбільш ефективним методом ранньої діагностики дизеля є автоматизований контроль розрідження або обводнення працюючого мастила.

Для визначення вмісту води в мастилі пропонується також індикаторно-адсорбційний метод, заснований на вибірковій адсорбції води за допомогою цеолітів. Для фіксації зони адсорбції води використаний принцип індикаторно-рідинної хроматографії.

Для контролю якості нафтопродуктів інтерес представляє спосіб, відповідно якому пробу нафтопродукту пропускають через індикаторний елемент, який змінює своє забарвлення при хімічній взаємодії з водою. За зміною кольору індикатора судять про наявність води в пробі нафтопродуктів.

Присадки в процесі експлуатації спрацьовуються, і мастило зазнає якісних змін. Для визначення змісту присадки в працюючій оливі розроблена методика прискореного рідинного колоночного хроматографічного поділу моторних мастил. Дослідження ІЧ-спектроскопією працюючих мастил показало, що за характеристичними смугами поглинання в ІЧ-спектрах концентратів присадок, що входять до складу групи з’єднань з найбільш високим ступенем окислення, вдається отримати дані при відносному зменшенні в маслі концентрації присадок.

В останні роки ринки технологічного обладнання України пропонують ємнісні прилади експрес-контролю ПРМ. Такими приладами є: аналізатор нафтопродуктів НП і ряд інших приладів (рис. 1-3).

Рис. 1. Аналізатор BALTECH OA-5000

Рис. 2. Аналізатор SHATOX SX-300

Рис. 3. Портативний сенсор Pall WS09

Розглянуті електрофізичні методи і засоби контролю ПРМ, на наш погляд, найбільш перспективні для подальшого дослідження роботоздатності мастил. А розробка універсальних експрес-методів контролю мастила, при використанні однієї вимірювальної комірки і одного вимірюючого пристрою, що визначають кілька різних параметрів працюючого мастила (забрудненість, вміст води і палива), дозволить підвищити інформативність, оперативність і ефективність діагностики агрегатів АТЗ. Разом з тим, для обґрунтування використання електрофізичних методів контролю ПРМ, необхідне проведення теоретичних досліджень базових основ електрофізичних вимірів.

148.Т.І. Шатківська, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ НА ТРАНСПОРТНИХ РОБОТАХ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Проведення дослідження показали, що більшість нещасних випадків, зареєстрованих в сільськогосподарському виробництві, пов’язане з експлуатацією та ремонтом сільськогосподарської техніки. При технічному обслуговуванні і ремонті гідравлічних приводів платформ і робочих органів сільськогосподарських мобільних машин щорічно гинуть від 5 до 30 чоловік, при травматичної ситуації – придавлювання під час опускання платформами, іншими гідрофікованими частинами і механізмами. Порушення вимог безпеки операторами, у вигляді небезпечних дій потерпілих, стали основною групою причин загибелі в АПК України – 39,2%.

Основними причинами нещасних випадків, з летальним результатом постраждалих в АПК працівників, стали:

- виконання технічних операцій під платформою автотранспортного засобу, що знаходиться в піднятому положенні – 30,7%;
- застосування несправних або невикористання захисних пристосувань – 3,2%;
- оперування з вузлами машин при працюючому двигуні – 10% та інші.

Досить висока частка виробничого травматизму – 27,2% пов’язана з технічними несправностями і конструктивно-виробничими недоліками самоскидного АТЗ.

На рисунку 1 представлений перелік несправностей, що призвели до смертельного результату оператора.

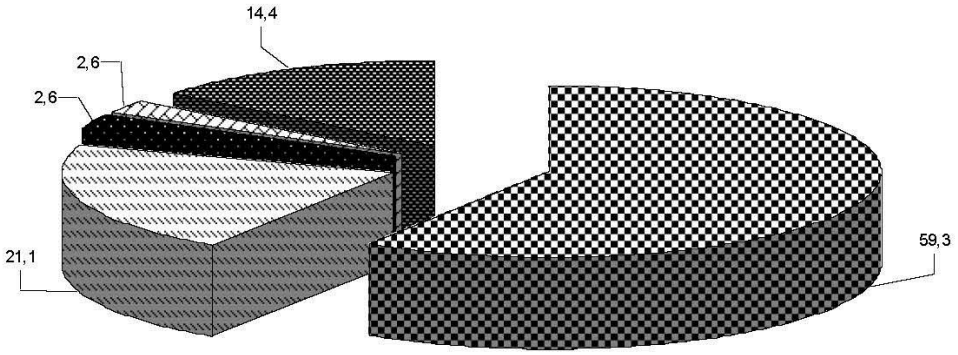


Рис. 1. Перелік несправностей, що призвели до летального результату постраждалих,%

Із рисунку 1. видно, що найбільша кількість травм зі смертельним результатом відбувається через несправність гідравлічного приводу.

Розслідуванням причин нещасних випадків виявлено, що найбільш небезпечним джерелом травмування стали самоскиди (58,0% випадках) причепи-самоскиди – 23, 2%, вантажні автомобілі – 10,1% та інші.

Розподіл відмов по системам та апаратів сільськогосподарських АТЗ і мобільних машин показано на рисунках 2 та 3.

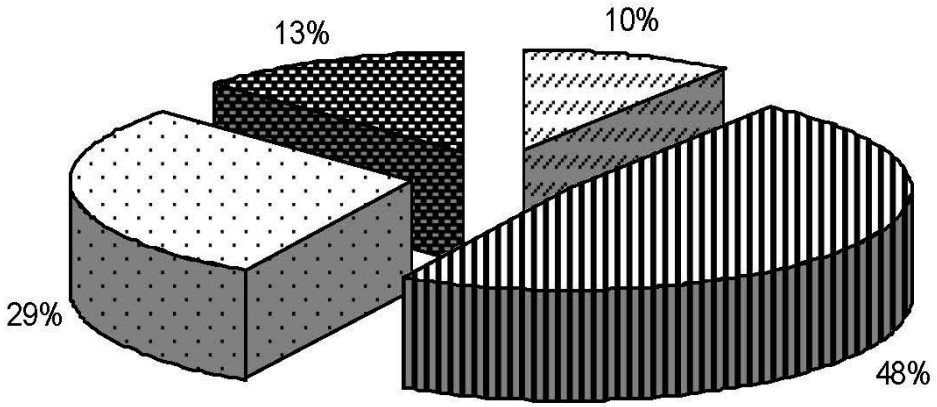


Рис. 2. Розподіл потоку відмов в системах гідрофіцированих машин: гідропривід – 48%; електропривід – 29%; елементи механічних передач – 13%; двигун – 10%.

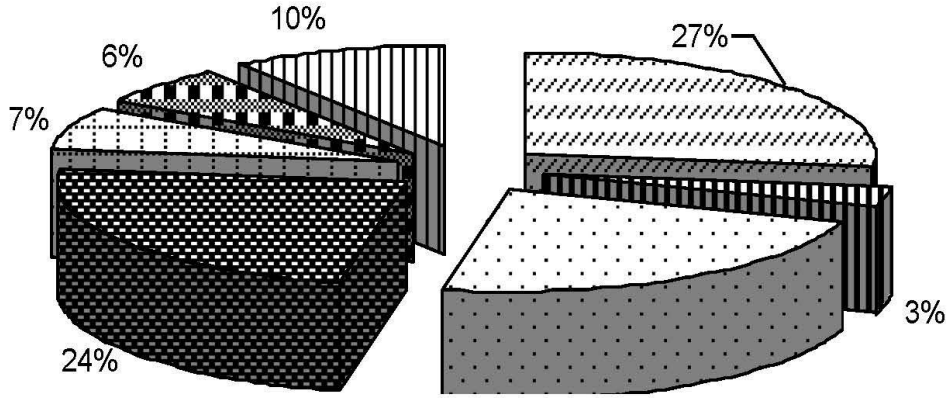


Рис. 3. Розподіл несправностей і відмов в гідравлічному приводі гідрофіцированих машин:
гідравлічні рукава – 27%; ущільнення – 24%; ущільнення гідроциліндра – 23%; керуюча апаратура – 10%; насоси – 7%; швидкознімні з'єднання – 6%; інші причини – 3%.

149.Ю.Л. Свинобой, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОПОЇЗДІВ В ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ ЛАНКАХ

Системний підхід до розробки технології діагностування машин за вихідний принцип приймає врахування специфіки стану конкретної машини і високу якість перевірки при мінімальній трудомісткості. В результаті такого системного підходу створюється гнучка універсальна технологія, що відображає можливе різноманіття ситуацій і враховує кожен результат попередньої операції перевірки.

Технічне діагностування організовують так, щоб з мінімальними витратами праці вирішити такі завдання:

- перевірити певну сукупність параметрів і якісних ознак технічного стану машини і прийняти рішення про необхідність відновлення до номінального значення тих параметрів, які вийшли за допустимі межі;
- при усуненні наслідків відмови машини перевірити правильність функціонування, знайти

несправність і прийняти рішення про відновлення працездатності машини;

- після досягнення машиною доремонтного або післяремонтного напрацювання перевірити працездатність і правильність функціонування, отримати інформацію для прогнозування залишкового ресурсу і при необхідності підготувати (прийняти) рішення по відновленню ресурсу машини або її складових частин;
- при ремонті визначити необхідність повного розбирання і проведення капітального ремонту вузлів і агрегатів (передремонтного діагностування),
- оцінити якість ремонту машин і агрегатів (післяремонтне).

Основними факторами, надають вплив на вартість діагностування, є тривалість або трудомісткість цього процесу балансова вартість технічних коштів, а також їх річний робочий час.

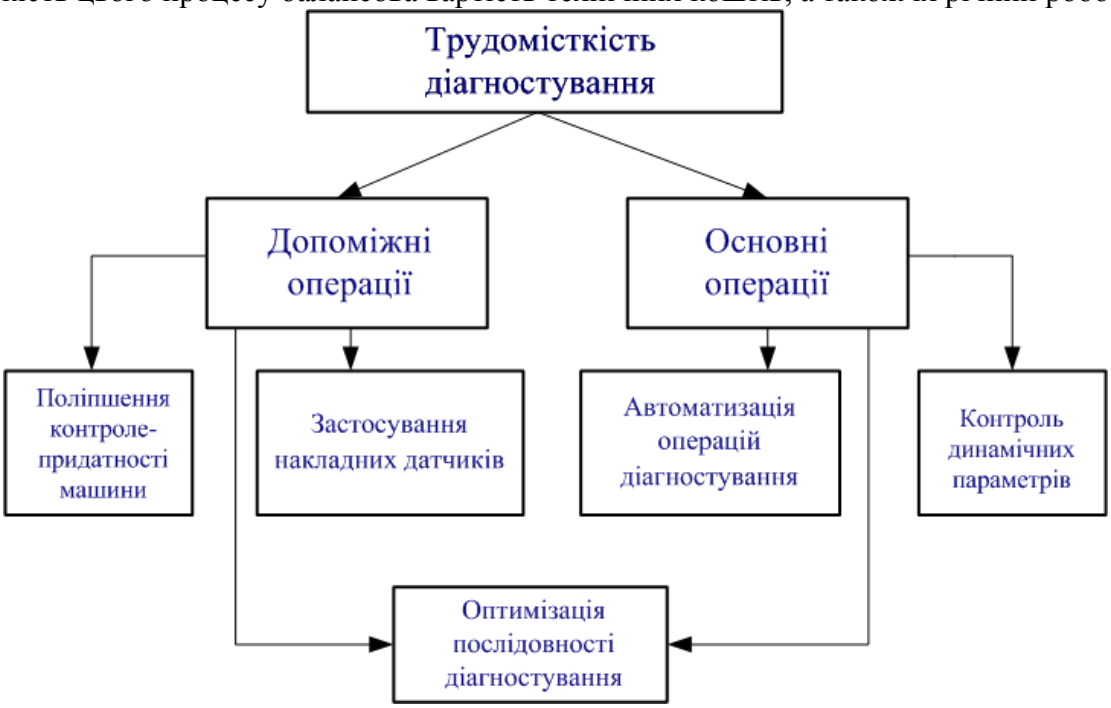


Рис. 1. Основні шляхи скорочення трудомісткості діагностування.

У зв'язку з цим, наші дослідження спрямовані на виконання умови:

$$T_{діагн}, Б_{обор} \rightarrow min \qquad (1)$$

де $T_{діагн}$ – трудомісткість діагностування, люд.-год;

$Б_{обор}$ – балансова вартість діагностичного обладнання, грн.

Зменшувати трудомісткість діагностування, а відповідно підвищувати продуктивність діагностичних коштів можна за рахунок проведення заходів, представлених на рисунку 1.

150.О.Д. Крупенко, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДІАГНОСТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ СМД-62

Для реалізації запропонована методика був укомплектований діагностичний комплекс (рисунок 1, 2, 3) на основі ЕОМ.

Для діагностики дизельного двигуна СМД-62 необхідно обробити масив даних отриманих від різних вузлів масив даних формується за допомогою аналогово-цифрового перетворювача 2, плати сполучення 3, двох індукційних датчиків 4 і 5, датчика тиску 6 в паливопроводі і перетворювача надлишкового тиску у впускному колекторі 7. Датчик 4 використовується для отримання кутового прискорення колінчастого вала, на підставі якого визначається ефективна потужність дизеля. Датчик 5 використовується для визначення кута випередження впорскування палива і стану муфти випередження вприскування палива (при наявності). Датчик 6 фіксує значення тиску в паливопроводі, на підставі яких висновок про стан плунжерних пар, нагнітальних

клапанів, паливних форсунок і інших вузлів системи живлення високого тиску. Перетворювач надлишкового тиску у впускному колекторі 7 використовується для визначення стану системи впуску і турбокомпресора (при наявності).

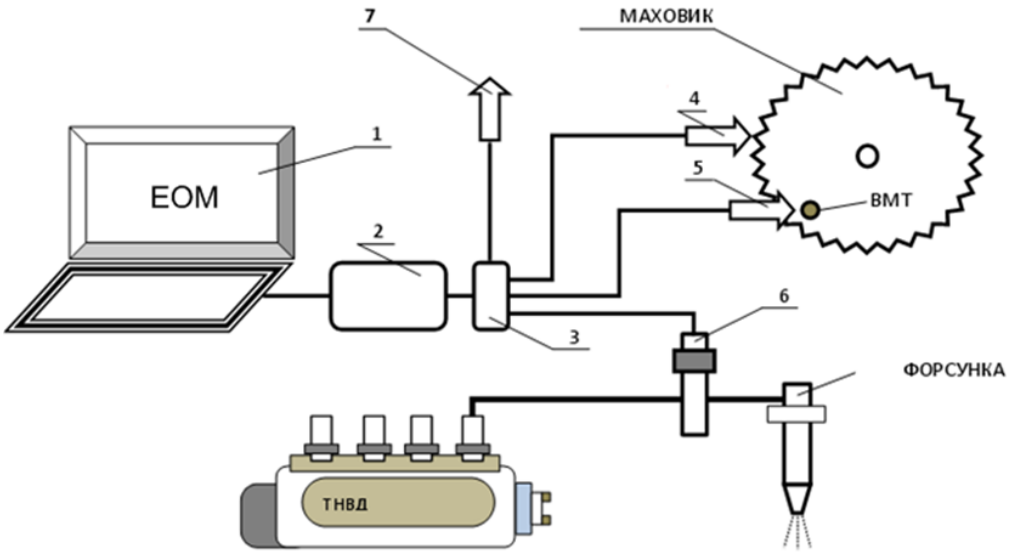
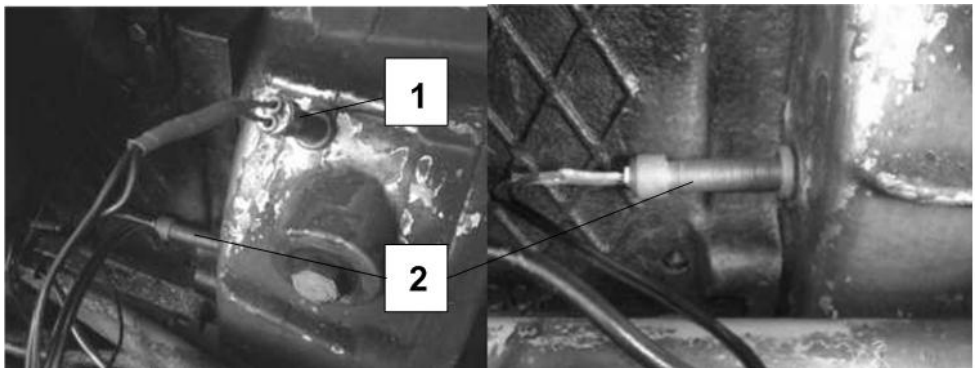


Рис. 1. Схема пропонованого діагностичного комплексу

Рис. 2. Діагностичний комплекс, підготовлений до роботи

Для отримання сигналу використовуються два індукційних датчика (рисунок 3). Індукційний датчик 1 встановлюється в спеціально підготовлений отвір М16х1,5 в картері маховика, навпроти зубчастого вінця маховика колінчастого вала на відстані 1-3 мм від вершин зубів, відповідно до рекомендацій. При проходженні зубів вінця маховика перед ним, в датчику генерується ЕРС, частота якої пропорційна швидкості проходження зубів вінця маховика.



1 - датчик частоти обертання маховика; 2 - датчик фіксації ВМТ

Рис. 3. Установка індукційних датчиків на двигун СМД-62

У маховику колінчастого вала більшості тракторів є механічний фіксатор (установча шпилька), для визначення положення першого циліндра двигуна у верхній мертвій точці (ВМТ).

Технологічний отвір цього пристрою використовується для установки індукційного датчика 2 фіксації положення поршня першого циліндра у ВМТ (рисунок 3).

151.В.В. Іщенко, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України

СТАН АВАРІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Аналіз матеріалів розслідувань нещасних випадків констатує, що причинами травм зі смертельним результатом в агропромисловому виробництві країни, в останні роки, стали дорожньо-транспортні пригоди (20,11%), при цьому на транспортні роботи доводиться 18,14% всіх нещасних випадків.

На стан аварійності в АПК вплинули: недостатній досвід і помилки водіїв; недисциплінованість водіїв, нехтування вимогами безпеки; відсутність передрейсових та післярейсових медоглядів водіїв і обслуговуючого персоналу; порушення працівниками трудової та транспортної дисципліни та інші.

В агропромисловому виробництві застосовують всі види транспорту: автомобільний, тракторний, гужовий, авіаційний, залізничний, трубопровідний, канатний.

Понад 70% сільськогосподарських вантажів перевозиться автомобільним транспортом, інші 30% тракторним і іншими видами транспорту. Класифікація автомобільного транспорту, що застосовується в АПК, представлена на рисунку 1.

В даний час керівниками сільськогосподарського виробництва розглядається перспектива застосування причіпних автопоїздів на транспортних роботах, насамперед трьох і чотириланкові.

В даний час фірма КАМАЗ пропонує велику лінійку автомобілів великої вантажопідйомності (рис. 1).

Рис. 1. Автомобіль КАМАЗ 65117 з причепом СЗАМ - 6385

Активна безпека – це властивість автотранспортних засобів знижувати ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод.

До властивостей активної безпеки відносяться: тягово-швидкісні властивості, гальмівні якості, стійкість, керованість, обертальність, стабілізація, інформативність, звукова та світлова сигналізація, оглядовість, маневреність, населеність.

Сукупність властивостей, що забезпечують зміни швидкості руху і інтенсивності розгону транспортного засобу, в необхідних діапазонах, при різних дорожніх умовах, називаються тягово-швидкісними.

Тягово-швидкісні властивості транспортних засобів оцінюються наступними показниками:

- рухом по горизонтальній прямолінійній ділянці дороги з твердим покриттям, максимальною швидкістю;

– часом розгону до досягнення заданої швидкості;

– величиною шляху руху до зупинки, по інерції;

– при русі з постійною швидкістю, максимальною величиною підйому, подоланого, на низькій передачі транспортним засобом та інші.

На тягово-швидкісні властивості впливають характеристики двигуна і трансмісії, маса транспортного засобу, аеродинамічні характеристиками, розміри коліс, коефіцієнт опору коченню.

Уявлення про зміну швидкості і уповільненні при гальмуванні дає діаграма (рис. 2).

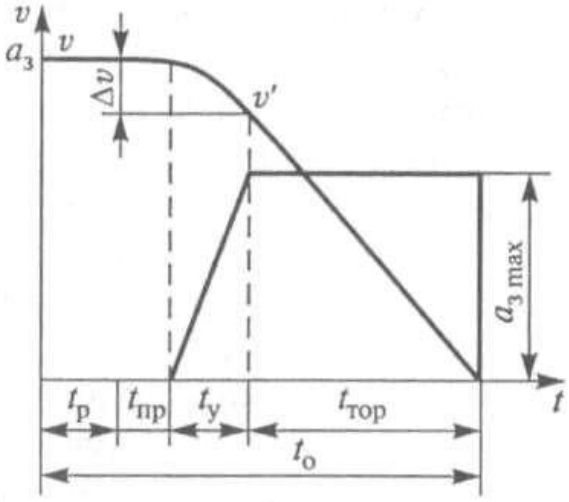


Рис. 2. Параметри гальмування автомобіля

Можливість здійснення уповільнення транспортного засобу з необхідною інтенсивністю, їх утримання на ухилі здійснює гальмівні система, яка визначає гальмівні властивості сільськогосподарських транспортних засобів. Згідно з діючими нормативними документами вітчизняні та зарубіжні транспортні засоби повинні мати такі гальмівні системи:

❖ робоча гальмівна система, яка призначена для зменшення величини швидкості при різних умовах експлуатації автотранспортного засобу;

❖ запасна гальмівна система, що виконує функції робочої в разі відмови робочої гальмової системи;

❖ стояночна гальмівна система, призначена для утримання, в нерухомому стані, автотранспортного засобу;

❖ допоміжна гальмівна система, призначена для забезпечення необхідної швидкості руху транспортного засобу на спусках.

Зміст

1. *В.О. Кроль, П.П. Федірко, к.т.н., доцент, В.В. Морозов, Подільський державний аграрно-технічний університет* 6

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛУ ВЕЙБУЛЛА МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОЇ ПРАВДОПОДІБНОСТІ В ПАКЕТІ LIBREOFFICE 5

2. *А.И. Волков, к.с-х.н., доцент, Д.В. Лукина, А.В. Майоров, Н.В. Януков, Л.О. Пояркова, Е.М. Петухова, Н.З. Гаязутдинов, Г.Ю. Гуйда, ФГБОУ ВО «Марийский Государственный Университет», Йошкар-Ола, Россия* 8

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

3. *Н.Н.Корчак, Подольский государственный аграрно-технический университет* 10

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ ФРУКТОВ

4. *С.С.Карабиньош, к.т.н., доцент, Д.Стежка, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України* 12

ГОЛОГРАФІЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНІСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ

5. *S.S.Karabinesh,associate professor, B.A. Menshov, student, National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine* 13

CONDITIONS OF CYLINDER LINERS THERE DEFECTS AND DAMAGE

6. *Г.О.Лапенк, к.т.н. доцент, В.М.Кочур, студент, Полтавська державна аграрна академія* 15

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ САДІННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

7. *И.М. Швед, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Республика Беларусь, г. Минск* 17

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

8. *И.И.Скорб, Белорусский государственный аграрный технический университет, А.М.Волк,Белорусский государственный технологический университет* 20

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА ЖИДКОГО НАВОЗА ПРИ ЕГО НАКОПЛЕНИИ В КАНАЛАХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

9. *А.А.Гофман, В.С.Бончик, к.т.н., доцент,П.П.Федірко, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 23

ВИБІР МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕРНОВИХ ДРОБАРОК

10. *О.В. Медведський, к.т.н., О.В. Коновалов, Житомирський національний агроекологічний університет* 24

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОЛЕКТОРА ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

11. *О.Я. Семен, аспірант, Львівський національний аграрний університет* 27

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ САДІННЯ ЧАСНИКУ МАШИНОЮ З ЛАНЦЮГОВО-ПЛУНЖЕРНИМ САДИЛЬНИМ АПАРАТОМ

12. *Г.А. Голуб, д.т.н., професор, О.А. Завадська, Національний університет біоресурсів і природокористування України* 29

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРИ

13. *К.В. Сашко, к.т.н., доцент, П.Д. Станкевич,Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 32

ОГРАНИЧИТЕЛИ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ МОСТОВЫХ КРАНОВ

14. *К.В. Сашко, к.т.н., доцент, А.И. Пирожник, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 35

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИКОЛОДОЧНЫХ ТОРМОЗОВ МОСТОВЫХ КРАНОВ

15. *Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент, С.В. Есипов,Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 37

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ЗАБИВАЕМОСТИ ВИНТОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

16. *С.С. Карабиньош, к.т.н., доцент, В.А.Кулик, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України* 40

ОЦІНКА РОБОТОЗДАТНОСТВІ ВАЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ТА ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

17. *С.В. Міненко, к.т.н., доцент, В.М. Савченко, к.т.н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет* 41

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ В ТЕПЛИЦІ

18. *Л.Г Савченко, к.і.н., В.М. Савченко, к.т.н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет* 44

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ НА ВИРОБНИЧИЙ ПЕРСОНАЛ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЬ

19. *С.С. Карабиньош, к.т.н., доцент, З.А. Федченко, к.т.н., Національний університет біоресурсів та природокористування України* 45

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФОРМИ ОТВОРІВ СЕПАРУЮЧИХ РЕШІТ З ОТВОРАМИ ТОРОЇДАЛЬНОЇ ФОРМИ

20. *В.Л. Куликівський, к.т.н., В.М. Боровський, Житомирський національний агроекологічний університет* 47

ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ ДЕТАЛЕЙ ТА НАДІЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

21. *В.Л. Куликівський, к.т.н., Житомирський національний агроекологічний університет* 49

ПРИЧИНИ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА ГВИНТОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ТРАНСПОРТЕРІВ

22. *В.Л. Куликівський, к.т.н., В.К. Палійчук, Житомирський національний агроекологічний університет* 51

КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

23. *О.И. Мисуно, к.т.н, доцент,А.И. Оскирко, инженер, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»г. Минск, Республика Беларусь* 53

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАПОЛЬНОГО КОЗЛОВОГО КРАНА

24. *О.И. Мисуно, к.т.н., доцент,А.И. Оскирко, инженер, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»г. Минск, Республика Беларусь* 55

К ВОПРОСУ УМЕНЬШЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 2022» НА ПАХОТЕ

25. *З.В. Ружило, к.т.н., доцент, З.А Федченко, к.т.н., Національний університет біоресурсів та природокористування України* 58

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА СЕРІЙНИМИ СЕПАРУЮЧИМИ РЕШЕТАМИ ТА РЕШЕТАМИ З ОТВОРАМИ ТОРОЇДАЛЬНОЇ ФОРМИ

26. *М.В.Семененко, к.т.н., доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України* 61

ДО ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМ РЕЦИКЛІНГОМ

27. *О.В. Бригас, к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»* 62

СПОСОБИ УТИЛІЗАЦІЇ КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ ТА ЇХНІ НЕДОЛІКИ

28. *Б.В. Ємець, к.т.н, Р.О. Швайка, Житомирський національний агроекологічний університет* 63

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ШВИДКОСТІ АВТОМОБІЛІВ У РОСЛИННИЦТВІ З ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ «ГЛОБУС»

29. *М.Л. Заєць, к.т.н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет* 66

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР СОШНИКОМ ДЛЯ ПІДГРУНТОВО-РОЗКИДНОЇ СІВБИ

30. *М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 68

ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ГІДРОРЕАКТИВНОГО ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

31. *М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 70

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ЯК СИРОВИННОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

32. *М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 71

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА З ТЕХНІЧНОЇ ОЛІЇ

33. *М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 73

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОРЕАКТИВНОГО ЗМІШУВАЧА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

34. *М.Ю. Павленко, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 74

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОТУЖНОСТІ НАСОСА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА ВІД КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО ЗМІШУВАЧА

35. *Д.Ф.Кольга, к.т.н., доцент, С.А.Костюкевич, к. с.-г. н., доцент, Ф.И.Назаров, асистентУО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь* 76

СОСТОЯНИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ КОПЫТ КОРОВ И ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ

36. *А.В. Китун, д.т.н., професор, Ф.Д. Сапожников, к.т.н., доцент, В.М. Колончук, А.С. Борисенко, студентка, «Белорусский государственный аграрный технический университет»г. Минск, Республика Беларусь* 78

УСЛОВИЯ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СПИРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

37. *В.В. Михалков«Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь* 80

МОДИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ МАЗ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

38. *Ю.Д. Карпиевич, И.И. Бондаренко,«Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь* 81

РАБОТА ТРЕНИЯ ГИДРОПОДЖИМНЫХ МУФТ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

39. *А.В. Захаров, к.т.н., доцент, А.В. Ващула, Л.Г. Сапун, И.О. Захарова, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь* 83

ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА С ПРЕДПУСКОВЫМ ПОДОГРЕВАТЕЛЕМ И МЕТОДИКА ЕГО РАСЧЕТА

40. *А.В. Захаров, к.т.н., доцент, А.В. Ващула, Л.Г. Сапун, И.О. Захарова, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь* 86

СПОСОБ И СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЕРХНЕЙ ТЯГИ НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО НЕРОВНОСТЯМ РЕЛЬЕФА

41. *Г.И.Гедроить, к.т.н., доцент, С.В. Занемонский, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь* 88

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПУСТИМОГО ДАВЛЕНИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ НА ПОЧВУ

42. *А.И. Бобровник, Т.А. Варфоломеева, В.М. Головач,«Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь* 90

КИНЕМАТИКА УПРАВЛЯЕМОСТИ СДВОЕННЫХ КОЛЕС ТРАКТОРА «БЕЛАРУС» ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ

43. *А.И. Бобровник, Т.А. Варфоломеева, В.М. Головач, А.П. Болдан, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь* 92

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

44. *А.М. Романюк, студентка, С.М. Грушецький к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 94

БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ УДОСКОНАЛЕНОГО ПНЕВМОЕЛЕКТРИЧНОГО СЕПАРАТОРА

45. *І.М. Шмирко, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 96

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ СУПН-8А

46. *А.О. Гук, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 98

РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО ПЛУГА З АВТОМАТИЧНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ШИРИНИ ЗАХВАТУ

47. *Л.В. Макарова, студентка, С.М. Грушецький к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 100

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СУШІННЯ ЗЕРЕН СОЇ

48. *С.О. Берцулевич, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 102

УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНАТОРА «КОМПАКТОР-4,0»

49. *М.Л. Гуменюк, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 103

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

50. *Р.М. Головатий, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 105

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

51. *П.М. Гогот, студент, С.М. Грушецький к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 108

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА МОДЕРНІЗОВАНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА КТН-1,0М

52. *С.Ю. Кондратюк, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 110

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ ІЗ ТРАВ

53. *І.В. Громик, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 112

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ VII-ГО КЛАСУ

54. *Д.П. Гафійчук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 114

КЛАСИФІКАЦІЯ СТОЯКІВ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЗА КОНСТРУКЦІЄЮ КРІПЛЕННЯ

55. *Д.В. Лахтін, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 117

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ҐРУНТОВОГО ТЕПЛООБМІННИКА

56. *М.В. Корнійчук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 119

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОЛОКОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ В ДОЇЛЬНОМУ АПАРАТІ

57. *М.О. Дудар, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 121

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА МОЛОТАРКА КУКУРУДЗИ ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

58. *Т.М. Коваль, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 123

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ПОДРІБНЮВАЛЬНИХ АПАРАТІВ МАШИН ДЛЯ ПІДБИРАННЯ МАСИ

59. *А.С. Григор'єв, студент, С.М. Грушецький,к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 126

МЕТОДИКА ПОЛЬОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ОРНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ В ПРОЦЕСІ РОБОТИ

60. *А.С. Кузьмук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 128

НАУКОВО-ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА ТЕХНОЛОГІЇ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ УТРИМАННЯ ҐРУНТУ В ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕННЯХ

61. *А.В. Маланчук, студент, С.М. Грушецький, к.т.н., доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет* 131

АГРОТЕХНІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ ВИКОПУВАЛЬНОГО ПЛУГА

62. *Г.Ю. Гуйда, А.И. Волков, Д.В. Лукина, А.В. Майоров, Н.В. Януков, Н.Э. Яйцева, Л.В. Пакеев, А.М. Калинин, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, Россия* 134

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИСКОВОЙ ПИЛЫ

63. *Г.Ю. Гуйда, А.И. Волков, Д.В. Лукина, А.В. Майоров, Н.В. Януков, Н.Э. Яйцева, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, Россия* 137

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АГРЕГАТА

ДЛЯ СНЯТИЯ ШКУР

64. *О.М. Ачкевич, к.т.н., Національний університет біоресурсів та природокористування України, В.І. Ачкевич, директор компанії «Аврора – Сервіс»* 139

РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ В КОМПАНІЇ «АВРОРА-СЕРВІС»

65. *О.Ф.Соколовський, к.т.н, доцент, Житомирський агротехнічний коледж* 141

ДОСЛІДЖЕННЯ ТУРБОМЕХАНІЗМІВ З РЕГУЛЬОВАНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

66. *С.М.Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, О.М. Сукманюк, к.і.н., Житомирський національний агроекологічний університет* 145

КРАМАРОВ В.С. – РОЗРОБНИК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

67. *П.Д. Іванцов, Г.О.Федорчук, студентка, Житомирський агротехнічний коледж* 146

БЕЗПОЛИЦЕВИЙ ОБРОБІТОК ГРУНТУ, ЯК ГОЛОВНИЙ АСПЕКТ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

68. *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»* 150

НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНЕРЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ПРИВОД СИСТЕМ ОЧИСТОК ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

69. *В.С. Корко, к.т.н., доцент, П.В. Кардашов, к.т.н., доцент, И.Б. Дубодел, к.т.н., доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 153

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

70. *П.В. Кардашов, к.т.н., доцент , В.С. Корко, к.т.н., доцент, И.Б. Дубодел, к.т.н., доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 156

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

71. *И.Б.Дубодел, к.т.н., доцент, П.В.Кардашов, к.т.н., доцент, Е.А. Городецкая, к.т.н., доцент, Белорусский государственный аграрный технический университет* 158

КИНЕТИКА КОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВ КАРТОФЕЛЬНОГО СОКА

72. *В.В.Голдыбан, к.т.н, доцент, А.С.Воробей, к.т.н, И.А. Барановский, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»* 159

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОИСК РЯДКА В КОМБАЙНЕ ТЕРЕБИЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ УБОРКИ МОРКОВИ КТМ-1

73. *А.С.Воробей, к.т.н, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Н.Л.Ракова, к.т.н, доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 161

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУХОЙ ОЧИСТКИ КАРТОФЕЛЯ

74. *Д. А. Жданко, к.т.н, доцент, Д. И.Сушко, аспирант,старший преподаватель, Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Беларусь* 163

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ АГРЕГАТОВ ГИДРОПРИВОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

75. *О.В.Блезнюк, к.т.н., доцент, В.В.Трощенко, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка* 167

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН НА ПІДПРИЄМСТВІ

76. *С.Н. Бондарев, А.В. Китун, д.т.н., професор, Ф.Д. Сапожников, В.М. Колончук, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», В.И. Передня, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь* 170

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ

77. *В.М. Збродыга, к.т.н., доцент, А.И. Зеленькевич, Учреждение образования«Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь* 173

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНЫХ ПОТОКОВ И МДС В ТРАНСФОРМАТОРЕ «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ»

78. *В.М. Збродыга, к.т.н., доцент, А.И. Зеленькевич, Учреждение образования«Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь* 175

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ГАРМОНИК КРАТНЫХ ТРЕМ В ТРАНСФОРМАТОРЕ «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ»

79. *И.В.Протосовицкий, к.т.н., доцент, Д.И.Протосовицкий, УО «Белорусский Государственный Аграрный Технический Университет»* 177

ПАРАМЕТРЫ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В ТРАНСФОРМАТОРАХ ТМГСУ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМАХ

80. *А.Г. Вабищевич, к.т.н., доцент, Е.Н. Курак, М.Е. Шалоник, И.П. Вырвич, Д.А. Грибанов,студенты,Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск Республика Беларусь* 180

КОМБИНИРОВАННЫЕ АГРЕГАТЫ ДЛЯ МЕЛКОТОВАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

81. *С.І. Левко, О.М. Крупич, Львівський національний аграрний університет* 182

ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМИ КАНАЛУ ГОЛОВКИ ПРЕСА РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ

82. *М.А.Бойко, В.В.Мацкело, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск* 185

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ТЕПЛИЧНЫХ КОМБИНАТОВ

83. *В.И. Передня, д.т.н., професор, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Д.В.Касперович, А.В. Китун, д.т.н., профессор,Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь* 187

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-ПИТАТЕЛЯ ТРУДНОСЫПУЧИХ КОМПОНЕНТОВ КРМОВЫХ ДОБАВОК

84. *В.В. Захаров, С.А. Костюкевич, , к.с-х.н., доцент,С.А. Баль, студент, «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь* 190

МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ ПЛОЩАДКА ЛИНИИ ПРОМЫВКИ ДОИЛЬЙНОЙ УСТАНОВКИ УДА-16Е

85. *В.Н. Дашков, д.т.н, професор,«Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Институт энергетики НАН Беларуси», г. Минск, С.А. Антошук, к.т.н., доцент,«Белорусская Машиноиспытательная станция» п. Привольный, Минский район, Республика Беларусь, В.В. Захаров, «Белорусский государственный аграрный технический университет»г. Минск, Республика Беларусь* 193

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКИ КАК СПОСОБ СОКРАЩЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МОЛОКА.

86. *Ю.А.Башко, «РУП научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», С.А. Костюкевич, , к.с-х.н., доцент,В.Захаров, «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь* 198

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН САМОХОДНОГО СМЕСИТЕЛЯ РАЗДАТЧИКА КОРМОВ

87. *О.В.Бондарчук, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 201

СТИМУЛИРОВАНИЕ ПРОРАСТАНИЯ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ВЫСОКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

88. *Р.О. Крупич, Р.С. Шевчук,д.с.-г. н., доцент, О.М. Крупич, Львівський національний аграрний університет* 204

ГОСПОДАРСЬКИХ ВИПРОБУВАНЬРУЧНОГО ВІБРОУДАРНОГО СТРУШУВАЧА ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ

89. *А.М.Лисюк, В.М.Ночвай, к.т.н., доцент, Житомирський державний технологічний університет* 206

ВІДНОВЛЕННЯ СПРАЦЬОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРА Т-150

90. *М.О. Стецюк, В.М. Ночвай, к.т.н., доцент, Житомирський державний технологічний університет* 208

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

91. *Р.В.Карплюк, Л.Г. Полонський, д.т.н., професор, Житомирський державний технологічний університет* 210

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ БУРЯКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ БМ-6

92. *Б.Б. Сергієнко, Л.Г.Полонський, д.т.н., професор, Житомирський державний технологічний університет* 212

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ККУ-2А

93. *С.М. Кухарець, д.т.н., В.Р. Білецький, Житомирський національний агроекологічний університет* 215

ВСТАНОВЛЕННЯ СТУПЕНЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУКОЛІСНИХ РУШІЇВ НА ҐРУНТОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ

94. *І.Л. Роговський, к.т.н.,Національний університет біоресурсів і природокористування України* 218

НАЯВНІСТЬ, СТАН ТА ХАРАКТЕРНІ ВІДМОВИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

95. *Д.Ю. Калініченко, І.Л. Роговський, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 221

ОГЛЯД ОСНОВНИХ СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ І ЇХ СКЛАДОВИХ ФАКТОРІВ

96. *Р.Ю. Богун, студент, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 223

ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

97. *Р.С. Шевчук, к.т.н., В.Р. Паславський, аспірант, Львівський національний аграрний університет* 224

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МАЛОГАБАРИТНОГОШНЕКОВОГО ОЛІЙНОГО ПРЕСА

98. *І.А. Афанасьєв, В.В. Ткач, к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»* 226

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ДОЇЛЬНОЇ АПАРАТУРИ ВІТЧИЗНЯНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ДОЇННЯ КОРІВ У ЗАЛАХ

99. *Л.С. Герасимович, д.т.н., академік НАН Беларуси, В.В. Михайлов, В.А. Павловский, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск* 228

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕПЛИЧН ОВОЩЕВОДСТВЕ

100. *В.Н.Гутман, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 230

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ СВИНЕЙ

101. *И.В. Протосовицкий, к.т.н., доцент, А.Д. Сыч, Д.А. Кулаковский, В.И. Епифанов, Белорусский государственный аграрный технический университет* 223

ЗАЩИТА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

102. *А.В. Новицький, к.т.н., доцент, Ю.А Новицький, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України,* 234

РЕЗЕРВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

103. *З.В. Ружило, к.т.н., доцент, А.В. Новицький, к.т.н., доцент, Н.М. Муштрук, студентка, Національний університет біоресурсів і природокористування України,* 235

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ

104. *Б.Я.Татьянченко, к.т.н., доцент, Ю.В.Сіренко, аспірант, Сумський національний аграрний університет* 236

РІВНЯННЯ ТРАЄКТОРІЇ НЕУСТАЛЕНОГО РУХУ КОЛІСНОЇ МАШИНИ

105. *Б.Я.Татянченко, к.т.н., доцент, А.Н.Калнагуз,Сумской национальный аграрный университет* 239

О НАПРАВЛЯЮЩИХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ РАЗГОННЫХ УСТРОЙСТВ

106. *О.В.Семерня, Сумський національний аграрний університет* 242

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСПИЯТЛИВИХ УМОВ ПРАЦІ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ОПЕРАТОРА САМОХІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ТРАКТОРІВ

107. *О.В.Семерня, Сумський національний аграрний університет* 244

УПРАВЛІННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ МЕХАНІЗАТОРА

108. *М.В. Горовий, Сумський національний аграрний університет* 247

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ JOHN DEERE СЕРІЙ W І 9000WTS/CTS ДЛЯ ВАЖКИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

109. *А.В. Саєнко, А.А Саєнко, аспірант, Сумський національний аграрний університет* 249

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АГРЕГАТІВ ПРИ ПОСІВІ

110. *Г.С. Головченко, О.М. Калнагуз, Сумський національний аграрний університет* 251

ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА ВІД МАГНІТНОГО ПОРОШКУ ПІСЛЯ ОБРОБКИ НА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ НАСІННЄОЧИСНИХ МАШИНАХ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕШІТ ТА ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

111. *П.М. Ярошенко, к.т.н, доцент, Сумський національний аграрний університет* 253

ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ АГРЕГАТУВАННЯ НАВІСНИХ АГРЕГАТІВ

112. *О.М. Калнагуз, О.В. Семерня, Сумський національний аграрний університет* 255

ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ДОБРИВ

113. *Г.С. Головченко, О.М. Калнагуз, Сумський національний аграрний університет* 258

КІНЕМАТИКА ПОТОКУ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ

114. *П.М. Ярошенко, к.т.н, доцент, Сумський національний аграрний університет* 260

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРІВ У ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ

115. *Ф.И. Назаров, И.С. Крук, к.т.н., доцент, Д.С. Мазур, Белорусский государственный аграрный технический университет, С.Н. Герук,к.т.н., доцент, Житомирский агротехнический колледж* 263

К ОБОСНОВАНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПАХОТНЫЙ АГРЕГАТ ПРИ НАВЕШИВАНИИ НА РАМУ ПЛУГА КАТКОВЫХ ПРИСТАВОК

116. *И.С. Крук, к.т.н., доцент, Ю.С. Биза, Белорусский государственный аграрный технический университет, С.Н. Герук, к.т.н., доцент, Житомирский агротехнический колледж* 266

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ АМОРТИЗАТОРОВ В СИСТЕМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ШТАНГИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЕ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ

117. *О.В. Гордеенко, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Т.П. Кот, Белорусский национальный технический университет,И.С. Крук, к.т.н., доцент, Белорусский государственный аграрный технический университет, С.Н. Герук, к.т.н., доцент, Житомирский агротехнический колледж* 268

ВОЗМОЖНОСТЬ ОБЪЕМНОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ПРИ ЛЕНТОЧНОМ ВНЕСЕНИИ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ПЕСТИЦИДОВ

118. *Д.И. Кривовязенко, Белорусский государственный аграрный технический университет* 271

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

119. *В.Б. Ловкис, к.т.н., доцент, Л.А. Абрамчик, А.Л.Лонский, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,г.Минск,Республика Беларусь* 274

ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА

120. *В.Б.Онищенко,к.т.н., доцент, А.Ю.Розуменко, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М.Барановський, д.т.н.,професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя* 276

УДОСКОНАЛЕНИЙ СЕПАРУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

121. *В.Б. Онищенко,к.т.н., доцент, О.М. Дольник, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М. Барановський, д.т.н.,професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя* 277

УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

122. *В.Б. Онищенко,к.т.н., доцент, В.М. Бошовий, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.Ф. Кузьменко, к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації і електрифікації сільського господарства» НААН України* 278

УДОСКОНАЛЕННЯ СЕГМЕНТНО-ПАЛЬЦЕВОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА КОСАРКИ

123. *В.Б. Онищенко, к.т.н., доцент, В. Кузьменко, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М. Барановський,д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя* 278

УДОСКОНАЛЕННЯ КУЛЬТИВАТОРА З ФРЕЗЕРНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

124. *В.Б. Онищенко, к.т.н., доцент, М.С. Жерелюк, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М. Барановський,д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя* 279

КОМБІНОВАНИЙ ОЧИСНИК ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

125. *В.Б. Онищенко, к.т.н., доцент, В.В. Баранець, студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, В.М. Барановський,д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя* 280

РОТОРНИЙ РОЗКИДАЛЬНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

126. *В.Б. Ловкис, к.т.н., доцент, О.В. Данильчик, Е.Ю. Журавский, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 280

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБОГРЕВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

127. *С.М. Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, А.П. Довбиш, аспірант, ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»* 282

ДО ПИТАННЯ ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНОВОЇ СІМІШІ

128. *С.М. Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, А.П. Довбиш, аспірант, ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»* 284

ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ У ПРИВІДНОМУ ЛАНЦЮЗІ КОНВЕЄРА ПІД ЧАС РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ

129. *О.С. Поліщук, Житомирський агротехнічний коледж* 285

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

130. *С.М. Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, О.М. Сукманюк, к.і.н., Житомирський національний агроекологічний університет, Т.Б. Веремій, Житомирський агротехнічний коледж* 288

МИКОЛА ПЕТРОВИЧ МОМОТЕНКО - ОРГАНІЗАТОР ІНЖЕНЕРНОЇ СИСТЕМИ АПК

131. *С.А. Дрозд; В.С. Стрельченко; Е.А. Минков, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»* 289

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ВАЛЬЦОВ В ВАЛЬЦОВОМ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ НА РАЗРУШЕНИЕ ЗЕРНА

132. *В. А. Прядко, А.М. Ковальчук, Житомирський національний агроекологічний університет* 291

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНТЕГРУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ

133. *С.М.Герук, к.т.н., доцент, Т.Б. Веремій, Житомирський агротехнічний коледж* 294

ТЕХНОЛОГІЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

134. *А.А. Троц, к.т.н, доцент, А А, Засунько, Національний університет біоресурсів і природокористування України* 297

ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗОВОГО АНАЛІЗУ

135. *І.С. Харьковський, к.т.н., С.В. Стецюк, Національний університет біоресурсів і природокористування України* 298

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

136. *А.А. Троц, к.т.н, доцент, З.В. Ружило, к.т.н, доцент, А.А Засунько., Національний університет біоресурсів и природокористування України,* 298

ВОДНЕВО-КИСНЕВИЙ ДВИГУН

137. *М.М. Нікітін, к.т.н., доцент, С.О. Барбарич, В.В. Фурдей, ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний коледж»* 299

СУМІШ ОЛІЇ І ГАСУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВУ

138. *А.И. Алферов, к.т.н., доцент, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйстваимени Петра Василенко* 300

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК

139. *В.І. Дворук, д.т.н., професор, Національний авіаційний університет, м. Київ, К.В. Борак, к.т.н., Житомирський агротехнічний коледж* 303

МЕХАНІЗМ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

140. *С.М. Герук, к.т.н., доцент, Житомирський агротехнічний коледж, Д.В. Герасимчук, аспірант, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України, С.С.Добранський, аспірант, Національний авіаційний університет, м.Київ* 305

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

141. *В.В. Аулін, д.т.н., професор, А.В. Гриньків, А.П. Лукашук, аспірант, А.Є. Чернай, аспірант, Центральноукраїнський національний технічний університет* 308

ФОРМУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ БАЗИ ДАНИХ ТРАНСМІСІЇ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ЗА КРИТЕРІЄМ СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАТИВНОСТІ

142. *В.В. Аулін, д.т.н., професор, А.О. Панков, Д.В. Голуб, Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький* 311

РОЗРОБКА МЕХАТРОННОГО ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ РЕГУЛЮВАННЯ НОРМИ ВИСІВУ

143. *В.Грабар, К.Т. Осипчук, Житомирський агротехнічний коледж* 313

ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН ЗАГАЛЬНО–ТЕХНІЧНОГО ЦИКЛУ

144. *А.М. Пахучий, Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва* 315

ДО ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЧІСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗБИРАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

145. *С. Матушко, О. Дев'ятко, к.т.н., М.І. Денисенко, к.т.н., доцент, Національного університету біоресурсів і природокористування України* 318

ОГЛЯД ВИДІВ ПАЛИВА ДЛЯ ЗЕРНОСУШАРОК

146. *П.П. Василишин, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 319

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОПРИВОДУ СКИДНОГО ПРИСТРОЮ ПЛАТФОРМИ АВТОТРАКТОРНОГО ЗАСОБУ

147. *Б.О. Драчук, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 320

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЕКСПРЕС-МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРАЦЮЮЧИХ МАСТИЛ

148. *Т.І. Шатківська, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 322

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ НА ТРАНСПОРТНИХ РОБОТАХ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

149. *Ю.Л. Свинобой, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 323

ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОПОЇЗДІВ В ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ ЛАНКАХ

150. *О.Д. Крупенко, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 324

ДІАГНОСТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ СМД-62

151. *В.В. Іщенко, Л.Л. Тітова, к.т.н., Національний університет біоресурсів і природокористування України* 326

СТАН АВАРІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»

IVВсеукраїнська науково-практична конференція

ЗБІРНИК ТЕЗ

28-29 березня 2018 року

м. Житомир

Редактор: **Добранський С.С.**

Житомирський агротехнічний коледж
Відділення «Агроінженерія»