

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



СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ-ПРАЦЬ
ВИПУСК №12**



**Ніжин,
21 листопада 2019 року**

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

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ-ПРАЦЬ

ВИПУСК №12

(21 листопада 2019 року)

**Ніжин
2019**

УДК 62; 63
ББК 30; 40.3; 41.4
Я431

Друкується за рішенням Вченої ради ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут» від 29.11.2019 протокол № 5

До збірника включені праці науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів, магістрів та студентів Ніжинського агротехнічного інституту, Національного університету біоресурсів і природокористування України, наукових установ НААН України, навчальних закладів України, у яких наведені результати конструкторських, теоретичних, експериментальних досліджень машин та засобів для механізації і автоматизації агропромислового виробництва, нових технологій у тваринництві, енергетиці, природокористування та підготовці фахівців для АПК. Також у збірнику представлені матеріали тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції "Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України", що відбудеться 21 листопада 2019 року у ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут».

Редакційна комісія: В.С. Лукач (науковий редактор); І.О. Демчук (заступник наукового редактора); А.Г. Кушніренко; С.Г. Фришев; М.І. Ікальчик; О.І. Литвинов; І.І. Махмудов.

Я431 Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України:
Зб. наукових-праць (21 листопада 2019) / За наук. Ред.
В.С. Лукача [та ін.].—Ніжин, 2019—532с.

Відповідальність за інформацію, подану в науковому дослідженні, несуть автори статей.

© ВП НУБіП України «Ніжинський
агротехнічний інститут»
© автори статей

Зміст

СЕКЦІЯ 1.	7
Алієв Е.Б., Гаврильченко О.С., Ключ А.В. Обґрунтування складу енергозберігаючих технічних засобів для забезпечення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях	8
Алієв Е.Б., Луц П.М., Верета В.В. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми роторно-кавітаційного диспергатора кормосумішей	17
Болтянська Н.І., Болтянський О.В. Формування моделі механізму застосування технологій ресурсозбереження на молочно-товарних фермах	26
Болтянська Н.І., Комар А.С. Аналіз нормального закону розподілу при дослідженні надійності прес-гранулятора	33
Болтянська Н.І. Дослідження залежності надоїв молока від інтервалів між доїннями	40
Волянський М.С., Козаченко Н.В., Кресан М.Д. Дослідження конструктивно-технологічних параметрів двомашинного посівного агрегату	47
Демидко М.О., Приходько В.В. Дослідження механізованого процесу вирощування збирання соняшнику	53
Демидко М.О., Сластьон О.В. Дослідження параметрів роботи транспортера-сепаратора зерноочисної машини при вирощуванні озимої пшениці	61
Дудкіна А.П. Особливості вирощування сої в умовах південно-східного степу України	68
Єременко О. І., Зубок Т. О., Громиченко Д.В. Дослідження процесу брикетування біомаси ударним способом	75
Ікальчик М.І., Чуба В.В., Давиденко О.А. Оптимізація технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно	80
Ікальчик М.І., Хмельовський В.С., Кас'ян В.А. Оптимізація процесу компостування гною	85
Ікальчик М.І., Хмельовський В.С., Гордієнко С.С. Обґрунтування процесу роздавання кормів на фермі ВРХ	90
Ікальчик М.І., Теслюк В.В., Тоцький С.О. Дослідження параметрів ротаційних ґрунтообробних робочих органів	94
Ікальчик М.І., Василюк В.І., Хілобок Д.С. Дослідження роботи дизельного двигуна працюючого на природному газі	99
Ікальчик М.І., Теслюк В.В., Кононенко А.В. Дослідження сепарації коренеплодів цукрових буряків	102
Ікальчик М.І., Теслюк В.В., Ремига В.С. Дослідження роботи дизеля на паливі рослинного походження	107
Ікальчик М.І., Василюк В.І., Маленко О.С. Обґрунтування параметрів біогазової установки	111

Кушнар'ов С.А., Кошкідько О.М. Експериментальні дослідження і обґрунтування режимів роботи штангових обприскувачів	115
Кушнар'ов С.А., Яковенко Я.В. Дослідження технологічного процесу сепарування насіння ячменю з обґрунтуванням параметрів вібраційної насінняочисної машини	126
Кушнар'ов С.А., Лелюх І.С. Исследование технологического процесса основной обработки почвы	136
Кушнар'ов С.А., Петрик Р.В. Дослідження ефективності використання технології no- tiil при виросуванні зимої пшениці	145
Кушнар'ов С.А., Яковенко В.В. Експериментальне дослідження технологічних параметрів та режимів роботи пристрою для вирощування цибулі на перо	152
Литвинов О.І., Федорина Т.П., Козаченко Н.В. Стійкість руху аграрних машин	162
Литвинов О.І., Федорина Т.П., Хропост В.І. Апарат Фур'є в дослідженні машин	186
Литвинов О.І., Лукач В.С., Федорина Т.П. Дослідження апаратів мехатроніки	202
Мартишко В.М., Мороз А.І. Обґрунтування способу та вибір машин для очищення ягід від домішок	215
Макаренко В.Д., Шейко Н.В., Сташенко М.Є. Становлення та розвиток конструкцій роздавачів-змішувачів кормів	224
Макаренко В.Д., Шейко Н.В., Гавриленко А.В. Дослідження процесу волого-теплової обробки зерна з плющенням	229
Макаренко В.Д., Шейко Н.В., Прищеп О.А. Дослідження конструкцій дробарок кормів та патентних матеріалів технічних рішень	235
Махмудов І.І., Уваров М.І., Батечко С.М.- «Дослідження ефективного використання сільськогосподарської техніки при вирощуванні озимої пшениці»	242
Махмудов І.І., Елізаров І.Ю., Ващенко І.В. Дослідження механізованого процесу вирощування кукурудзи на зерно	248
Махмудов І.І., Панченко М.І., Кандауов С.Ю. Дослідження технологічного процесу ТО машино-тракторного парку	252
Махмудов І.І., Гришкевич Д. Комплектування МТП для виробництва продукції рослинництва	259
Мороз А.І., Салівон С.О. Дослідження технологічних параметрів МТП при основному обробітку ґрунту	271
Мороз А.І., Білокобила Е.Ю., Примаєв С.А. Дослідження процесу ТО-23 оптимізацією параметрів системи мащення двигунів	279
Паніна В.В., Дашивець Г.І., Новік О.Ю. Обґрунтування вибору обладнання для раціонального способу відновлення колінчастого валу	288

Панченко М.І., Уваров М.Н., Богданов М.О. Дослідження параметрів роботи сошника сівалки УПС-8 при виросуванні цибулі-чорнушки	296
Смолінський С.В. Алгоритмічна модель адаптації режимів роботи зернозбирального комбайна до умов збирання	307
Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва	313
Теслюк В.В., Барановський В.М., Теслюк В.В. Технологічні передумови сівби цукрових буряків по гребеневій технології	320
Теслюк В.В., Барановський В.М., Колодяжний Д.О. Аналіз технологічного процесу очищення вороху при збиранні кормових буряків	323
Теслюк В.В., Желяк О.В., Вечера О.М. Обґрунтування конструктивного удосконалення борін для обробітку ґрунту	326
Теслюк В.В., Драганер Г.Ю., Вечера О.М. Аналіз та удосконалення ґрунтообробного знаряддя	330
Теслюк В.В., Корольчук С.В., Ікальчик М.І. Техніко-технологічне обґрунтування основного обробітку ґрунту в інтенсивних технологіях	335
Теслюк В.В., Гончарук Р.І., Ікальчик М.І. Індуктори резистентності на основі хітинових похідних в органічному виросуванні рослинницької продукції	338
Теслюк В.В., Циганюк А.В., Вечера О.М. Аналіз та удосконалення ґрунтообробного знаряддя	341
Теслюк В.В., Кирилюк В.І., Перетятко І.Ю. Грибні полісахариди в підвищення резистентності культурних рослин	344
Теслюк В.В., Барановський В.М., Зведенюк В.В., Долюк В.М. Аналіз та удосконалення копіра апарата водіння коренезбиральної машини	347
Фришев С.Г., Гненний Г.В. Дослідження процесу виробництва пшениці з використанням збирально-транспортного комплексу машин	351
Фришев С.Г. Нашому НУБІП УКРАЇНИ бути найкращим	361
Фришев С.Г., Моруга С.В. Обґрунтування раціонального технологічного збирально-транспортного комплексу машин для виробництва кукурудзи	366
Фришев С.Г., Петрик В.А. Обґрунтування раціональних параметрів збирально-транспортного комплексу машин для виробництва цукрових буряків	380
Чугрій Г. А. Використання біопрепаратів при виросуванні пшениці озимої в Донецькій області	391
Шейко Н.В., Сердюк Д.Я. Дослідження процесу подрібнення зеленої маси з використанням пастоприготувача	397

СЕКЦІЯ 2.	402
Василенко В.В., Шворов С.А. методичні основи побудови система автоматичного керування безпілотними збиральними комбайнами	403
Василенко В.В., Мірських Г.О., Герасименко В.П. Методологічні основи підвищення якості підготовки фахівців електроенергетики для АПК	412
Ковальов О.В., Єфимчук О.А. Обґрунтування параметрів вентиляційної електромеханічної системи на базі ґрунтообробного мотоблоку	421
Кюрчев С.В., Колодій О.С., Верхованцева В.О. Дослідження сепарації в зустрічному повітряному потоці	428
Савченко В. В., Синявський О. Ю., Самоделок С. І. Втрати енергії в перехідних процесах в асинхронних електроприводах при відхиленні напруги	434
Синявський О. Ю., Савченко В. В., Трутень Ю. М. Вплив відхилення напруги на технологічні та енергетичні характеристики вентиляційних установок	439
СЕКЦІЯ 3.	446
Жигулін О. А., Борис В. В. Безпека праці та життєдіяльності при реалізації виробничих процесів в агроінженерії	447
Жигулін О. А., Борис В. В. Безпека праці та життєдіяльності в енергоустановках	452
Жигулін О. А., Борис В. В., Жигуліна Н. О. Безпека праці та життєдіяльності в Україні	469
Жигулін О. А., Борис В. В., Дорош Я. О. Логістика в управлінні матеріальними й інформаційними потоками для підвищення конкурентоспроможності підприємницьких структур агробізнесу	478
Жигулін О. А., Борис В. В., Жигуліна Н. О. Безпека транспортних засобів в Україні	495
Жигулін О. А., Борис В. В., Жигуліна Н. О. Травматизм на транспорті	511
Жигулін О. А. Способи й засоби рятування людей і тварин при пожежі	520
Литовченко В.П. Ергономічні орієнтири сучасної мультимедійної презентації	528

Секція 1.

УДК 631.22

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Алієв Е.Б., канд. техн. наук, старш. дослідник, доцент,

Гаврильченко О.С., канд. техн. наук, доцент,

Клюс А.В., магістрант,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

Анотація. Як показують аналітичні дослідження за рахунок використання поновлюваних джерел енергії загальні витрати видобувного палива чи електроенергії можливо зменшити на 80 %. В якості поновлюваного джерела теплової енергії для підігрівання припливного повітря, забезпечення нормативних параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень можливо використовувати тепло, яке акумулюється в ґрунті в теплий період року від сонця і внутрішньої земної енергії. Використання геотермальної системи знижує витрати електроенергії для опалення приміщень на 40-50 %. Обґрунтовано склад енергозберігаючих технічних засобів на основі геотермальної вентиляції, теплоутилізатора і двох стадійного спалювання біомаси. Розроблено технологічну схему процесу енергозабезпечення мікроклімату в тваринницькому приміщенні в режимі зблокованого комплексного використання геотермальної енергії та енергії біопалива з конвертуванням її в теплову та електричну енергію в холодний та теплий період року.

Ключові слова: мікроклімат, технічні засоби, теплоутилізатор, газогенератор, геотермальна вентиляція.

Постановка проблеми. Відомо, що традиційне забезпечення оптимального мікроклімату для тварин з метою отримання від них високої продуктивності пов'язано з великими витратами теплової та електричної енергії [1].

Усі відхилення від нормативних умов повітряного середовища

негативно впливають на їх розвиток та продуктивність. Тому питання вдосконалення систем забезпечення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях завжди є актуальними і потребують наукового обґрунтування [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як показують аналітичні дослідження за рахунок використання поновлюваних джерел енергії загальні витрати видобувного палива чи електроенергії можливо зменшити на 80 % [3].

В якості поновлюваного джерела теплової енергії для підігрівання припливного повітря, забезпечення нормативних параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень можливо використовувати тепло, яке акумулюється в ґрунті в теплий період року від сонця і внутрішньої земної енергії. Використання геотермальної системи знижує витрати електроенергії для опалення приміщень на 40-50 % [4].

Рослинна біомаса – один з найбільш поширених та доступних поновлюваних джерел енергії, зростаючий інтерес до якого пов'язаний з економічними та екологічними факторами. Технічно розвинуті держави вже на протязі довгих років реалізують обширні програми розвитку та використання біомаси.

Переваги біомаси як палива: відновлюваний характер, повна відсутність чи незначна кількість викидів сірки і збереження рівноваги вуглекислого газу в атмосфері, відноситься до високоякісних палив і не призводить до посилення парникового ефекту [5].

Основний спосіб термохімічної конверсії біомаси – пряме спалювання. Технології виробництва тепла з біомаси набувають розвитку в сільськогосподарських підприємствах України. Паралельно з технологіями прямого спалювання розвиваються технології двох стадійного спалювання – біопаливо газифікується, а отриманий генераторний газ (сингаз) використовується при опаленні. Двох стадійне спалювання має більш значні переваги: дозволяє розробити обладнання з більшим ККД, дає мало шкідливих викидів і для енергетичного використання найзручніше та ефективніше.

Мета дослідження. Підвищення ефективності забезпечення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях шляхом проектування обґрунтованого складу енергозберігаючих технічних засобів на основі

геотермальної вентиляції, тепло утилізатора і двох стадійного спалювання біомаси.

Виклад основного матеріалу. За результатами проведеного аналізу вибрано напрям досліджень та визначено схему системи мікроклімату. Розроблено модель системи мікроклімату в тваринницьких приміщеннях з використанням відновлюваних джерел енергії. В якості відновлюваних джерел енергії використано тепло ґрунту та вентиляційних викидів.

Структурна модель системи мікроклімату представлена на Рисунок 1. Тваринницьке приміщення для утримання тварин складається і аналізується як два взаємодіючих об'єкта з зосередженими параметрами. Один з них – зона розташування тварин – 1, другий – вільна зона – 2.

Розглядається варіант забезпечення мікроклімату в холодний період року. Зовнішнє холодне повітря з температурою $t_{\text{зп}}$ частково підігрівається в геотермальному теплообміннику до температури t_r і догріте газовим калорифером 4 до нормативних вимог повітря $t_{\text{пгк}}$ подається в зону утримання тварин (робоча зона) t_p та видаляється із вільної зони (буферна зона) з температурою t_b через систему тепло утилізації назовні.

Холодне зовнішнє повітря підігрівається в геотермальному теплообміннику на 40-45 % від нормативних вимог і догрівається на 60-55 % в газових калориферах 4 за рахунок газового палива.

В розробленій схемі енергозабезпечення газове паливо виробляється на газогенераторній станції 5 газифікацією біоресурсу з ущільнених відходів сільського господарства – соломи, стебел технічних культур або з сировини енергетичних плантацій.

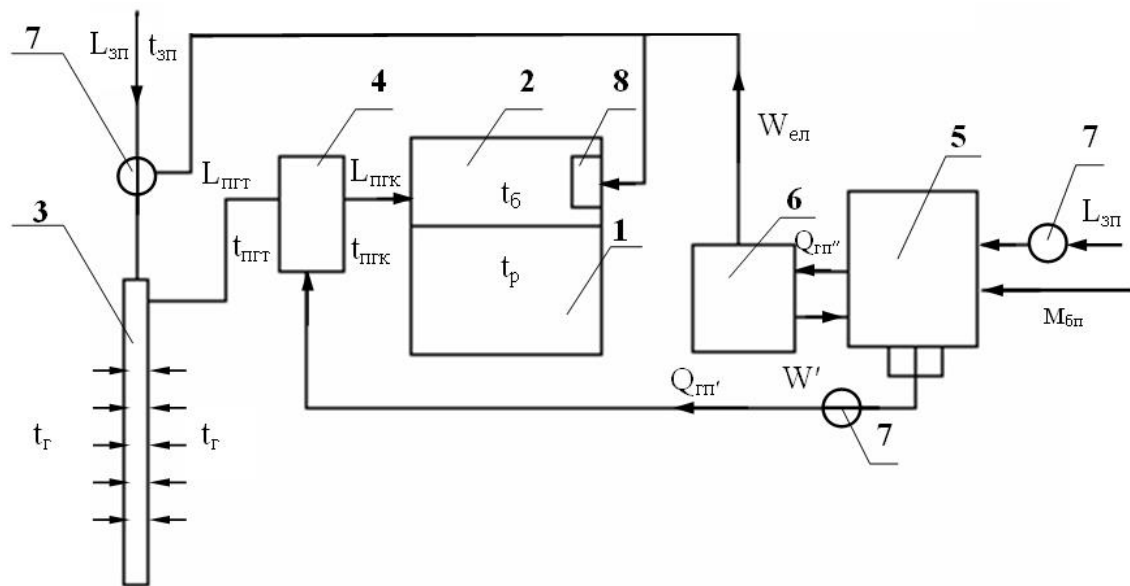
Паливний газ пропонується використовувати і для децентралізованого електричного енергозабезпечення системи мікроклімату газовою електростанцією 6, енергія якої застосовується для приводу вентиляційного обладнання геотермальної системи 7, газогенераторної станції 5, системи керування 8 та освітлення тваринницького приміщення.

В теплий період року геотермальна система вентиляції працює в режимі охолодження гарячого зовнішнього повітря і системи газового

підігріву відключається.

Газогенераторна станція працює в основному на потреби електростанції для максимального забезпечення електроенергією геотермальної системи вентиляції, продуктивність якої в літній період зростає в 2-3 рази в порівнянні із зимовим періодом.

Вивільнена потужність газогенераторної станції може використовуватися для обладнання працюючого в основному в літній період, наприклад для виробництва паливних брикетів



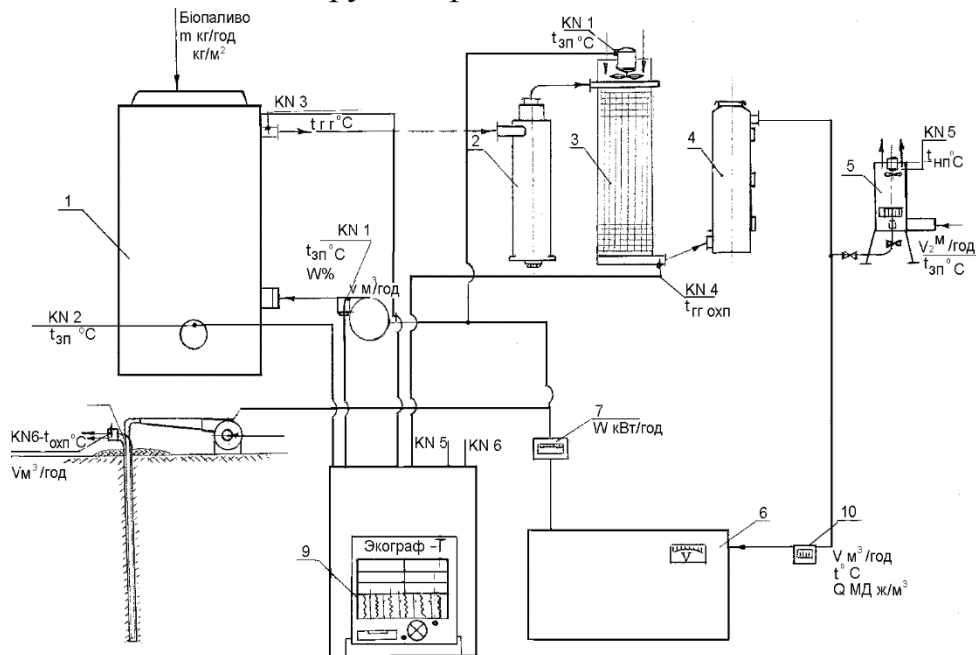
1 – робоча зона; 2 – буферна зона; 3 – геотермальний теплообмінник; 4 – газовий калорифер-конвектор; 5 – станція газифікації біосировини; 6 – ДВЗ + електрогенератор; 7 – вентилятори; 8 – система освітлення та керування процесом

Рисунок 2 – Технологічна схема процесу енергозабезпечення мікроклімату в тваринницькому приміщенні в режимі заблокованого комплексного використання геотермальної енергії та енергії біопалива з конвертуванням її в теплову та електричну енергію в холодний та теплий період року

Фізична модель дослідження процесу використання енергії біопалива функціонально складається (Рисунок 2) з лабораторного газогенератора 1, грубого очисника 2, охолоджувача газу 3 та тонкого

очисника 4, лабораторної установки для оцінки якості газу 5 (аналог калориметра) та газової міні електростанції 6 для конвертування енергії газу в електричну енергію, яка використовується для потреб зблокованої системи.

Газогенератор складається з зовнішнього герметичного корпусу, в середині якого розміщений бункер для біопалива до якого в нижній частині прикріплена газифікаційна камера з системою подачі повітря, а зверху герметичний люк для завантаження палива. Нижче камери газифікації розміщена поворотна колосникова решітка на ущільненій опорі. На зовнішньому герметичному корпусі в верхній частині закріплений патрубок виходу паливного газу. На рівні камери газифікації змонтована вхідна частина системи наддуву повітря. А в нижній частині – люк для видалення попелу. Газогенератор обладнаний системою наддуву повітря з плавним регулюванням об'єму повітря нагнітаємого в камеру газифікації від мінімального до максимального.



- 1 – фізична модель газогенерації біопалива; 2 – грубий очисник;
- 3 – охолоджувач; 4 – тонкий очисник; 5 – калориметр; 6 – конвертація синтез газу в електричну енергію (ДВС + електрогенератор);
- 7 – електричний лічильник; 8 – фізична модель використання геотермальної енергії; 9 – електронний реєстратор параметрів процесу;
- 10 – газовий лічильник

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Рисунок 2 – Структурно технологічна схема процесу енергозабезпечення мікроклімату в режимі зблокованого функціонування фізичних моделей використання геотермальної енергії та енергії біопалива (з конвертуванням її в теплову електричну енергію)

Фізична модель для дослідження процесу використання геотермальної енергії конструктивно складається зі слідуєчих основних частин:

- вертикальної обсадної пластикової труби-корпусу, яка змонтована в свердловині глибиною 10,2 м, а на поверхні має вихідний патрубок;

- діаметрально розміщеного в трубі-корпусі теплообмінника – з допомогою дистанційних втулок-завихрювачів;

- нагнітаючого повітропровода;

- нагнітаючого вентилятора з дросельною заслінкою на вхідному патрубку;

- перехідного патрубку.

Обсадна пластикова труба – корпус теплообмінника окрім того, що вона утримує свердловину, служить як теплообмінна поверхня для передачі температурного потенціалу ґрунтового моноліту прохідному повітрю.

Нагнітаючий повітропровід транспортує повітря в нижню частину теплообмінника, а дистанційні втулки-завихрювачі інтенсифікують процес теплообміну між корпусом і повітрям.

Нагнітаючий вентилятор і з'єднувальний патрубок забезпечують нагнітання повітря в теплообмінник з заданими швидкістю і об'ємом. Дросельна заслінка вентилятора забезпечує регулювання подачі дозованого об'єму повітря в теплообмінник.

Можливий енергетичний привід вентилятора від газової міні електростанції (при виході на режим).

Для реєстрації основних температурних режимів і зблокованих фізичних моделей застосований 6-ти каналний електронний реєстратор «Екограф-Т», який оснащений термодатчиками типу ТХК та ТХЛ. Окрім цього в схему вмонтовані: газовий та електричний лічильник.

Висновки. Обґрунтовано склад енергозберігаючих технічних засобів на основі геотермальної вентиляції, теплоутилізатора і двох стадійного спалювання біомаси. Розроблено технологічну схему процесу енергозабезпечення мікроклімату в тваринницькому приміщенні в режимі заблокованого комплексного використання геотермальної енергії та енергії біопалива з конвертуванням її в теплову та електричну енергію в холодний та теплий період року.

Список використаних джерел

1. Ковлевский, И.А. (2005). Микроклимат животноводческих помещений. Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2005. № 5. С. 157-158.
2. Фиалко, Н.М., Шеренковский, Ю.В., Степанова, А.И., Навродская, Р.А., Голубинский, П.К., Новаковский, М.А. (2008). Эффективность систем утилизации теплоты отходящих газов энергетических установок различного типа. Промышленная теплотехника. т. 30, № 3. С.68-76. I
3. Кудинов, А.А. (2001). Энергосбережение в теплогенерирующих установках. Ульяновск: УлГТУ. 139 с.
4. Ковязин, О.С., Голуб, Г.А., Алієв, Е.Б. (2016). Обґрунтування форми поперечного перетину ґрунтового теплообмінника. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. К. Вип. 254. С. 105–111.
5. Гелету́ха, Г.Г. (2006). Біомаса заміщує газ. Зелена енергетика. №1. С.9-11.

**ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

Алиев Э.Б., канд. техн. наук, старш. исследователь, доцент,

Гаврильченко А.С., канд. техн. наук, доцент,

Клюс А.В., магистрант,

Днепропетровский государственный аграрно-экономический
университет, г. Днепр

Аннотация. Как показывают аналитические исследования за счет использования возобновляемых источников энергии общие затраты ископаемого топлива или электроэнергии возможно уменьшить на 80 %. В качестве возобновляемого источника тепловой энергии для подогрева приточного воздуха, обеспечения нормативных параметров микроклимата животноводческих помещений возможно использовать тепло, которое аккумулируется в почве в теплый период года от солнца и внутренней земной энергии. Использование геотермальной системы снижает затраты электроэнергии для отопления помещений на 40-50 %. Обоснован состав энергосберегающих технических средств на основе геотермальной вентиляции, теплоутилизатора, двух стадийного сжигания биомассы. Разработана технологическая схема процесса энергообеспечения микроклимата в животноводческом помещении в режиме сблокированного комплексного использования геотермальной энергии и энергии биотоплива конвертированием ее в тепловую и электрическую энергию в холодный и теплый период года.

Ключевые слова: микроклимат, технические средства, теплоутилизатор, газогенератор, геотермальная вентиляция.

JUSTIFICATION OF THE COMPOSITION OF ENERGY- SAVING TECHNICAL MEANS TO ENSURE THE MICROCLIMATE IN LIVESTOCK BUILDINGS

Aliev E.B., Ph.D. tech. sciences, senior. researcher, associate professor,

Gavrilchenko A. S., Ph.D. tech. sciences, associate professor

Klyus A.V., undergraduate,

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro

Annotation. As analytical studies show through the use of renewable energy sources, the total costs of fossil fuels or electricity can be reduced by 80%. As a renewable source of thermal energy for heating the supply air, ensuring regulatory parameters of the microclimate of livestock buildings, it is possible to use heat that accumulates in the soil during the warm season from the sun and internal earth energy. The use of a geothermal system reduces the cost of electricity for heating premises by 40-50%. The composition of energy-saving technical equipment based on geothermal ventilation, a heat exchanger, two stage biomass burning is justified. The technological scheme of the microclimate energy supply process in the livestock building has been developed in the mode of interlocked integrated use of geothermal energy and biofuel energy by converting it into thermal and electric energy in the cold and warm season.

Key words: microclimate, technical means, heat exchanger, gas generator, geothermal ventilation.

УДК 636.087

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОТОРНО-КАВІТАЦІЙНОГО ДИСПЕРГАТОРА КОРМОСУМІШЕЙ

Алієв Е.Б., канд. техн. наук, старш. дослідник, доцент,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро
Луц П.М., канд. техн. наук, інженер
ТОВ «Полив-Сервіс», м. Мелітополь
Верета В.В., магістрант,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

Анотація. Проведено аналіз різних типів диспергування: подрібнення з тілами, що мелють (кульові, бісерні, вібраційні, дезінтегратори); пристрої самоподрібнення (барабанні, відцентрові, струменеві); вибухові подрібнювачі (із скиданням тиску, з використанням вибухових речовин). Визначені основні недоліки цих типів пристроїв: знос тіл, що мелють; забруднення продуктами зносу подрібнюваного матеріалу; велика енергоємність диспергування; низький ККД, агрегація (злипання) частинок при збільшенні дисперсності матеріалу. Для усунення зазначених недоліків розроблено конструктивно-технологічну схему роторно-кавітаційного диспергатора.

Ключові слова: кормозабезпечення, кормосуміш, диспергатор, кавітація, конструктивно-технологічна схема.

Постановка проблеми. Найважливішою складовою успіху виробництва тваринницької продукції є створення міцної кормової бази для забезпечення потреб галузі тваринництва. Органічне тваринництво, яке набуло в останні роки особливої уваги, передбачає використання екологічно чистих кормових компонентів, які доцільно доставляти тваринам в необхідній кількості. В зв'язку з цим техніко-технологічна система кормозабезпечення органічного тваринництва потребують постійного удосконалення та розвинення [1].

Останнім часом, завдяки пошуку нових технічних і технологічних рішень щодо економії енергоресурсів, зменшення втрат біологічної цінності рослинної сировини, а також вивченню наукових основ дії дезинтегрованих компонентів біосировини на показники життєзабезпечення тварин, набувають значного розповсюдження в сільськогосподарському виробництві технології, що базуються на підготовці кормової сировини на принципі диспергації, гомогенізації і кавітації. Спрощення технологічного процесу, зниження втрат поживних речовин і енерговитрат при даній обробці досягається тим, що дезинтеграція зеленої маси проводиться до пульпоподібного стану при максимально можливому руйнуванні клітин рослин без зміни природної структури – органічності корму. В результаті обробки кавітацією поліпшуються хіміко-біологічні властивості корму: нейтралізуються антипоживні речовини, виділяються моноцукри, протеїн переходить в доступнішу для травного тракту тварини форму, корми знезаражуються. Згодовування таких кормосумішей сприяє поліпшенню як продуктивних, так і репродуктивних якостей тварин, підвищенню якості готової продукції і істотному зниженні витрат на годівлю. Перспективність даної нанотехнології доведена виробничими випробуваннями на тваринах. Втілення у виробництво кавітаційної технології дозволяє господарствам понизити витрати кормів на 10-15%, при одночасному зниженні прямих витрат на корми на чверть [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На теперішній час існує багато установок, працюючих на використанні ефекту кавітації, в тому числі і для переробки кормових компонентів в корми підвищеної засвоюваності.

Гідродинамічна установка кавітації, призначена для виготовлення вологих кормових паст із зерна злакових і бобових культур, кормів тваринного походження для молодняка і дорослих сільськогосподарських тварин з одночасним їх знезараженням і руйнуванням токсичних речовин (мікотоксинів і алкалоїдів) реалізована в дослідному промисловому устаткуванні малого інноваційного підприємства ТОВ «НПП Ач Біон» м. Вороніж і ТОВ «БАСМ» м. Вороніж. Дуже ефективна технологія дозволяє з практично будь-якої сировини або навіть відходів (зокрема послід)

виготовляти високоякісні корми для тварин. Використання установки технологічно не складне – справляється один оператор. Ця технологія успішно використовується для відгодівлі молодняка в Німеччині і Голландії [3].

За інформацією дослідників Красноярського державного університету [4] здійснення даної технології можливе при застосуванні кавітаційного подрібнювача принципово нового виду, що використовується у виробництві емульсій і суспензій різного призначення. Він є останнім досягненням нової галузі науки – фізико-хімічної механіки.

Відомі наступні типи устаткування для диспергування:

- подрібнення з тілами, що мелють (кульові, бісерні, вібраційні, дезінтегратори);
- пристрої самоподрібнення (барабанні, відцентрові, струменеві);
- вибухові подрібнювачі (із скиданням тиску, з використанням вибухових речовин).

Недоліки цих типів пристроїв: знос тіл, що мелють; забруднення продуктами зносу подрібнюваного матеріалу; велика енергоємність диспергування; низький ККД, агрегація (злипання) частинок при збільшенні дисперсності матеріалу.

Останніми роками з'явилося устаткування для диспергування з одночасною гомогенізацією:

- ультразвукові пристрої;
- ультразвукові пристрої кавітацій;
- електрогідравлічні пристрої;
- пристрої роторних пульсацій;
- гідроударні установки.

Принцип кавітаційної переробки кормових компонентів використовували багато розробників техніки і, так званих, нових технологій кормоприготування. В Україні – це дослідження, пов'язані із створенням і випробовуванням кормоприготувальних агрегатів серії АКГСМ «Мрія», в Росії – роторно-пульсаційних апаратів (Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН) для одержання кормових добавок з амаранту та інших зернових матеріалів.

В ході кавітації нейтралізуються антипоживні речовини, що містяться в житі. В результаті її частка в раціонах всіх груп тварин може бути доведена до 30-60 % без попередньої обробки ферментними препаратами, що істотно знижує собівартість кормової суміші [5].

Мета дослідження. Підвищення ефективності диспергування кормосумішей шляхом застосування роторно-кавітаційного диспергатора із обґрунтованою конструктивно-технологічною схемою.

Виклад основного матеріалу. Поставлена задача створення такого роторного кавітаційного диспергатора, в якому завдяки розміщенню, гідравлічних кавітаційних пристроїв в два ряди зі зміщенням та певним кроком в бічних стінках циліндричного ротора (насадки Вентурі) та двох коаксіальних кільцях статора (насадка Борда та Вентурі), розміщенню у всмоктуючому отворі ротора радіально лопатей та виконанню закріплених на привідних валах послідовно двох рядів ножів різної форми та з різними ріжучими кромками, забезпечується швидкісне і якісне подрібнення та знезараження складових корму шляхом більш інтенсивної гідравлічної й кавітуючої дії на них, а виконання конусоподібної напрямної складеною із двох частин, верхню частину суцільною, а нижню частину у вигляді коаксіально розміщених на певній відстані одне від одного кілець із зменшенням діаметра кожного наступного кільця за конусоподібною напрямною і збільшенням відстані між кільцями по ходу технологічного процесу, забезпечується швидкісне і якісне подрібнення та знезараження складових корму шляхом більш інтенсивної гідравлічної й кавітуючої дії на них, а також забезпечується потоковий (без пульсації потоку) режим кавітаційної обробки компонентів кормосуміші за замкненим циклом шляхом організації безперервної подачі оброблюваного середовища в зону дії робочого органу, що робить процес кавітаційної обробки компонентів кормової суміші при незначних енерговитратах високоефективним й не тривалим в часі. Поставлена задача вирішується тим, що в роторному кавітаційному диспергаторі, що містить робочу камеру з конусоподібною напрямною, закріплені на привідному валу послідовно два ряди ножів, ротор з всмоктуючим отвором й лопатями, статор та кавітаційні пристрої, згідно з корисною моделлю, ротор має

форму порожнистого циліндра з розміщеними у всмоктуючому отворі радіально лопатями, в бічних стінках ротора в два ряди зі зміщенням та певним шагом встановлені гідравлічні кавітаційні пристрої у вигляді насадки Вентурі, статор виконаний у вигляді двох коаксіальних кілець з радіально розміщеними в них в два ряди зі зміщенням та певним кроком гідравлічними кавітаційними пристроями, причому розміщені у внутрішньому кільці гідравлічні кавітаційні пристрої виконані у вигляді насадки Борда, а в зовнішньому – у вигляді насадки Вентурі; ніж першого ряду виконаний чашоподібної форми з криволінійною ріжучою кромкою, а ніж другого ряду - плоским з прямолінійною ріжучою кромкою, конусоподібна напрямна складена із двох частин, верхня частина виконана суцільною, а нижня частина у вигляді коаксіально розміщених на певній відстані одне від одного кілець, причому діаметр кожного наступного кільця зменшується за конусоподібною напрямною, а відстань між кільцями збільшується по ходу технологічного процесу. Виконання ротора у формі порожнистого циліндра з розміщенням у всмоктуючому отворі радіальних лопатей дозволяє інтенсифікувати процес всмоктування рідини з компонентами кормової суміші в порожнину ротора, і таким чином створити ідеальні передумови для інтенсивної гідравлічної дії на всмоктуваний матеріал, тим самим підвищити ефективність процесу подрібнення компонентів кормової суміші. Розміщення в бічних стінках ротора в два ряди зі зміщенням та певним кроком гідравлічних кавітаційних пристроїв у вигляді насадки Вентурі дозволяє значною мірою інтенсифікувати процес кавітації всмоктуваного в ротор матеріалу шляхом організації знакоперемінних навантажень на нього, і таким чином значною мірою підвищити ефективність процесу 30 подрібнення компонентів кормової суміші. Виконання статора у вигляді двох коаксіальних кілець з радіально розміщеними в них в два ряди зі зміщенням та певним кроком гідравлічними кавітаційними пристроями дозволяє за рахунок організації поетапної динамічної дії на кормової суміш значною мірою підсилити ефект гідродинамічної кавітації, і таким чином значно підвищити інтенсивність подрібнення компонентів кормової суміші, тим самим підвищити ефективність роботи диспергатора. Виконання розміщених у внутрішньому кільці статора

гідравлічних кавітаційних пристроїв у вигляді насадки Борда дозволяє за рахунок розширення потоку й утворення кільцевих коловоротних зон забезпечити найбільш інтенсивну кавітуючу дію на кормову суміш, що пропускається через насадку, і таким чином досягти необхідного ступеня подрібнення компонентів кормової суміші, тим самим підвищити ефективність усього процесу подрібнення кормової суміші. Виконання розміщених в зовнішньому кільці статора гідравлічних кавітаційних пристроїв у вигляді насадки Вентурі дозволяє за рахунок стискання потоку й утворення кільцевих коловоротних зон забезпечити найбільш інтенсивну кавітуючу дію на кормову суміш, що пропускається через насадку, таким чином досягти необхідного ступеня подрібнення компонентів кормової суміші, тим самим підвищити ефективність подрібнення кормової суміші. Виконання ножа першого ряду чашоподібної форми з криволінійною ріжучою кромкою дозволяє за рахунок організації першорядного розсікання потоку кормової суміші за криволінійною поверхнею забезпечити найінтенсивніше подрібнення компонентів кормосуміші, і таким чином підвищити ефективність процесу одночасного подрібнення різноманітних компонентів кормової суміші, тим самим значно розширити функціональні можливості диспергатора. Виконання ножа другого ряду плоским з прямолінійною ріжучою " кромкою дозволяє за рахунок організації другорядного розсікання потоку кормової суміші в прямолінійній площині забезпечити додаткове подрібнення компонентів кормової суміші, і таким чином підвищити ефективність процесу одночасного подрібнення різноманітних компонентів кормової суміші, тим самим значно розширити функціональні можливості диспергатора [6].

Роторний кавітаційний диспергатор (Рисунок1) містить робочу камеру 1 з конусоподібною напрямною 2, 25 закріплені на привідному валу 3 послідовно два ряди ножів 4 і 5. Ножі 4 першого ряду виконані чашоподібної форми з криволінійною ріжучою кромкою 6. Ножі 5 другого ряду виконані плоскими з прямолінійною ріжучою кромкою 7. Ротор 8 виконано у формі порожнистого циліндра з всмоктуючим отвором 9 та розміщеними в ньому радіально лопатями 10. В бічних стінках ротора 8 в два ряди зі зміщенням та певним кроком встановлені

гідравлічні кавітаційні 30 пристрої 11 у вигляді насадки Вентурі. Статор 12 виконаний у вигляді двох коаксіальних кілець - внутрішнього 13 і зовнішнього 14 з радіально розміщеними в них в два ряди зі зміщенням та певним кроком гідравлічними кавітаційними пристроями 15 та 16. У внутрішньому кільці 13 гідравлічні кавітаційні пристрої 15 виконані у вигляді насадки Борда. В зовнішньому кільці 14 гідравлічні кавітаційні пристрої 16 виконані у вигляді насадки Вентурі. Конусоподібна напрямна 35 2 складена із двох частин 17 і 18. Верхня частина 17 виконана суцільною. Нижня частина 18 конусоподібної напрямної 2 виконана у вигляді коаксіально розміщених на певній відстані одне від одного кілець 19. Діаметр кожного наступного кільця 19 зменшується за конусоподібною напрямною 2. Відстань між кільцями 19 збільшується по ходу технологічного процесу [6].

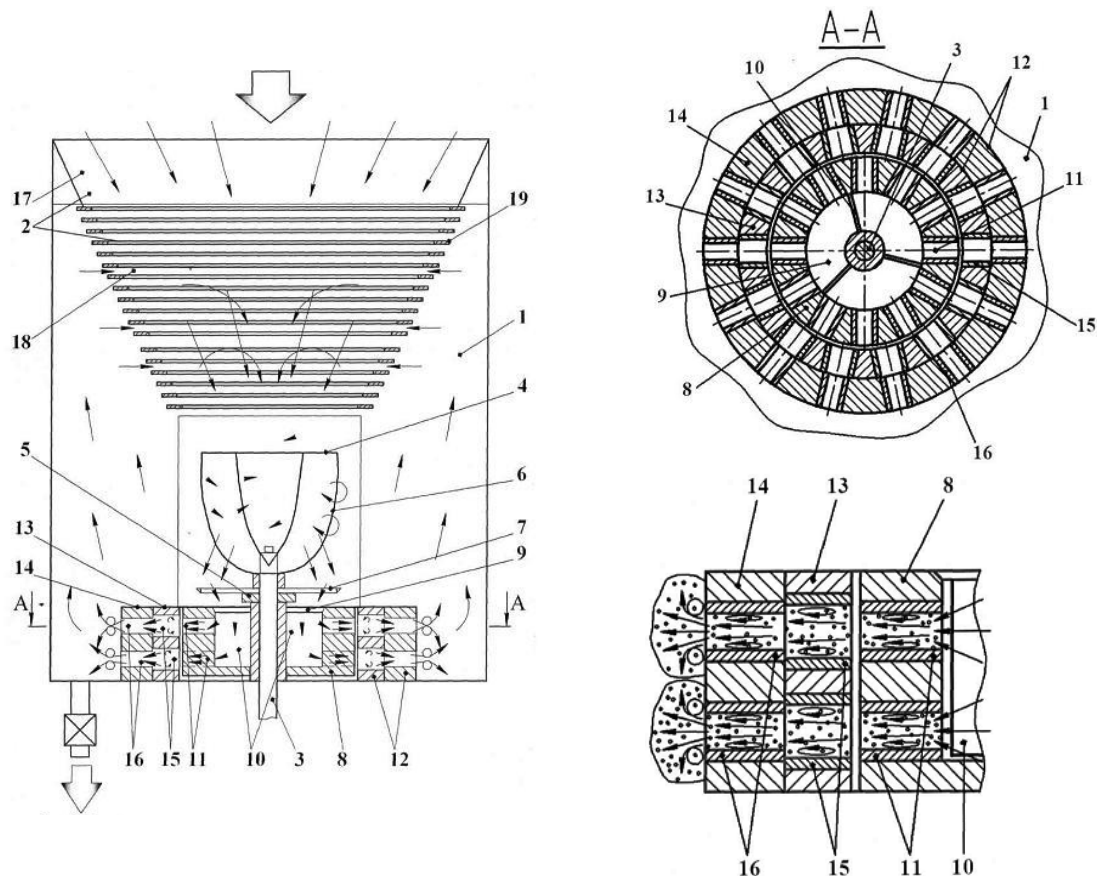


Рисунок 1. Конструктивно-технологічна схема роторно-кавітаційного диспергатора

Висновки. Проведено аналіз різних типів диспергування: подрібнення з тілами, що мелють (кульові, бісерні, вібраційні, дезінтегратори); пристрої самоподрібнення (барабанні, відцентрові, струменеві); вибухові подрібнювачі (із скиданням тиску, з використанням вибухових речовин). Визначені основні недоліки цих типів пристроїв: знос тіл, що мелють; забруднення продуктами зносу подрібнюваного матеріалу; велика енергоємність диспергування; низький ККД, агрегація (злипання) частинок при збільшенні дисперсності матеріалу. Для усунення зазначених недоліків розроблено конструктивно-технологічну схему роторно-кавітаційного диспергатора.

Список використаних джерел

1. Шацький В. В. Підвищення якості функціонування механізованих процесів приготування кормів на молочних фермах: дис. д-ра техн. наук: 05.05.11 / УААН; Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»; – Глеваха.- 2004.- 407 с.
2. Дурст Л. Кормление сельскохозяйственных животных./Л.Дурст. М.Виттман.-под ред. Ибатуллина И.И., Проваторова Г.В. - Винница: Нова книга, 2003.-384с.
3. Использование технологий гидродинамического кавитационного диспергирования для производства пастообразных питательных кормов для животных : инновационный проект [Интернет ресурс] / ООО «НПП ЭКО-БИОН», ООО «БАСМ». – Воронеж, 2012. – Режим доступа: <http://alltrend.ru/component/content/article/43-selskohozyajstvennoe-proizvodstvo/63-proizvodstvo-kormov-dlya-zhivotnyh.html>.
4. Скрыль И. И. Кавитационная технология и оборудование для производства жидких кормов [Интернет ресурс] / И. И. Скрыль, А. Н. Ковальчук // Материалы международной заочной научной конференции «Проблемы современной аграрной науки», 15 октября 2011 г. / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск. – КГАУ, 2011.

5. Мілько Д. О. Рекомендації щодо створення повнораціонних кормів для молодняку великої рогатої худоби / Д. О. Мілько, Р. О. Бакарджієв // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. – Вип. 15, т. 3. - 2015. – С. 195 - 204.

6. Лиходід, В.В., Забудченко, В.М., Луц, П.М., Ковальов, І.І., Лисенко, Д.М. (2014). Патент на корисну модель України 95394, МПК В01F 7/04 (2006.01). Роторний кавітаційний диспергатор. Заявник: Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва національного наукового центру "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" НААН України, № u 2014 06797. Заявл. 16.06.2014. Опубл. 25.12.2014, Бюл.№ 24.

УДК 631.171.075.3

ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ МЕХАНІЗМУ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА МОЛОЧНО- ТОВАРНИХ ФЕРМАХ

Болтянська Н.І.¹, Болтянський О.В.²

¹канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua;

²канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, oleg.boltianskiy@tsatu.edu.ua

Анотація: в статті розглянуто умови застосування сучасних технологій в тваринництві на рівні сільськогосподарського підприємства та сформовано модель механізму застосування технологій ресурсозбереження на молочно-товарних фермах.

Ключові слова: молочно-товарна ферма, ресурсозбереження, технологія, модель.

Постановка проблеми: Аграрний сектор - один з найбільших споживачів енергії в Україні. Тому, з точки зору стратегії раціонального використання енергетичних ресурсів і підвищення енергоефективності аграрного сектора України, зокрема тваринництва, необхідно здійснити економічне обґрунтування стратегії енергозбереження, вивести на український аграрний ринок сучасні інноваційні системи будівництва, технологій і матеріалів; визначити напрями можливого використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії в тваринницькій галузі [1-3].

Головною причиною високої енергоемності процесів є низький технологічний і технічний рівень тваринницької галузі, використання малоефективних енерговитратних технологій. Масштаби використання досягнень науково-технічного прогресу в Україні значно відстають від використання аналогічних технологій в розвинених країнах світу. Тому стоїть завдання пошуку нових технологічних підходів, які дозволяють

понизити витрату електроенергії, палива і інших матеріальних ресурсів на виробництво тваринницької продукції [4-6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Світовий і вітчизняний досвід розвитку молочного скотарства показує, що в основі застосування ресурсозберігаючих технологій лежить науковий і системний підходи, які припускають облік чинників і умов, що впливають на процес виробництва, їх взаємозв'язків. Відмітимо, що разом з усіма інноваційний технологічний процес є найважливішим складовим елементом, навколо якого будуються усі організаційно-економічні взаємини на підприємстві [7-9]. У роботах Жовтянського В, Куліка М. Стогнія Б. розглянуті загальні принципи енергозбереження і механізми реалізації політики енергозбереження. Грачева Л. і Малярєнко В. займалися питаннями підвищення ефективності використання нетрадиційних джерел енергії в тваринницькому комплексі країни [4,6]. Проте, на даний момент, залишається ще багато питань, що вимагають рішення.

Мета дослідження: розглянути умови застосування сучасних технологій в тваринництві та сформулювати модель механізму застосування технологій ресурсозбереження на молочно-товарних фермах.

Виклад основного матеріалу. Потенційна можливість застосування нових технологій в господарстві залежить від безлічі чинників: розміру підприємства, прибутковості, спеціалізації, віддаленості від великих міст, періоду функціонування та ін. В той же час слід зазначити, що невеликі підприємства не прагнуть до реалізації інтенсивних технологій, оскільки можуть мати труднощі із збутом готової продукції, технічним забезпеченням вживаної технології, а також ряд інших проблем. Для них найбільш прийнятним сьогодні являється спрощений тип ресурсозберігаючих технологій. Крім того, господарства, де основна спеціалізація не відноситься до молочного напрямку, або що мають недостатній технічний потенціал цієї галузі, можуть взагалі не приділяти уваги агроіноваціям, а застосовувати традиційний тип прив'язного утримання з доїнням в молокопровод. Висока прибутковість від реалізації продукції інших галузей здебільшого перекидає усі витрати навіть при збитковому молочному

скотарстві. Умови і чинники, що позитивно впливають на результати господарської діяльності, дозволяють повніше виявити резерви збільшення економічного потенціалу, поліпшення його використання, стабільного економічного розвитку. Аналіз чинників, що негативно вплинули, попереджає їх виникнення, сприяє усуненню недоліків в роботі [10,11].

За характером дії на виробничий процес умови і чинники поділяються на об'єктивні і суб'єктивні. До перших відносяться зміни ринкових цін на сировину, матеріали, паливо, продукцію, тарифів і ставок за послуги і тому подібне. До суб'єктивних можна віднести ефективність використання матеріальних і трудових ресурсів, матеріально-технічної бази, рівень економічної роботи на підприємстві та ін. Крім того, деякі чинники можна розділити на внутрішні, діючі у рамках структури підприємства, і зовнішні, багато в чому визначувані державною політикою і стратегічними напрямками розвитку країни. Залежно від того або іншого набору негативних і позитивних чинників в господарствах, про що говорилося вище, з метою досягнення найвищої ефективності галузі молочного тваринництва представляються наступні напрями вдосконалення організаційно-економічного механізму застосування сучасних технологій: науковий супровід ресурсозберігаючих технологій, що впроваджуються; вдосконалення нормативної бази і розцінок, адаптація їх до нових параметрів технології; збільшення збуту за рахунок пошуку нових ринків або власної переробки молочної сировини; зниження терміну окупності нової техніки і сучасного високопродуктивного устаткування шляхом підвищення ефективності виробництва молока; рішення соціальних і кадрових проблем в усьому їх різноманітті; вибір варіантів впровадження нових технологій на основі реконструкції і модернізації існуючих тваринницьких приміщень [11-13].

Кожна умова може складатися з ряду елементів, які, у свою чергу, можуть виступати як самостійні чинники більшою або меншою мірою дії на результати господарської, інвестиційної і фінансової діяльності. Взаємодія біолого-зоотехнічних, техніко-технологічних, організаційних і економічних, соціально-психологічних умов нами розглядається як неодмінна умова розвитку виробництва.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Сьогодні створюються в рамках різних державних програм розвитку АПК тваринницькі комплекси і ферми, в тому числі і з безприв'язним утриманням, оснащені комп'ютеризованим технологічним обладнанням, що наповнюються тваринами з високим генетичним потенціалом, часто не дають очікуваних результатів. Виникає правомірне питання - чому? Як показує практика, найчастіше відповідь криється у відсутності у широкого кола працівників молочного скотарства твердих знань по організації впровадження сучасних технологій виробництва молока. В результаті складається суб'єктивна думка, що пропоновані варіанти реалізації ресурсозберігаючих технологій не такі вже й ефективні. Однак, при найближчому розгляді, інноваційні способи і методи утримання худоби не призводять до підвищення продуктивності дійного стада, якщо, наприклад, при годуванні не враховується фізіологічний стан тварин, а якість молока не підвищується, якщо не дотримуються елементарних правил і гігієна доїння; приготування кормів і кормосумішей нічого не дає, якщо не виконується розпорядок дня на комплексі або фермі і т. д. Запропонована модель організаційно-економічного механізму застосування ресурсозберігаючих технологій і ефективного його функціонування, що дозволяє виявити і уточнити ряд факторів, що діють в процесі застосування цих технологій (рис. 1).



Рисунок 1. – Модель організаційно-економічного механізму застосування ресурсозберігаючих технологій і ефективного його функціонування

Отже, в молочному скотарстві очікуваний позитивний результат можливий тільки при комплексному впровадженні всіх елементів технології, кормовиробництва і годівлі, а також оптимальної організації трудового процесу. Аналіз передових господарств, що активно впроваджують і використовують сучасні ресурсозберігаючі технології, свідчить про те, що постійний контроль за функціонуванням всіх її елементів дозволяє уникати збоїв у виробництві молока і зниження його якості.

Висновки: Забезпечення підвищення ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві за допомогою правильної реалізації організаційно-економічного механізму використання інноваційних технологій в тваринництві потребує

комплексного розвитку системи умов і чинників сільськогосподарського виробництва, які за своєю природою дуже різноманітні і численні, взаємозв'язані і взаємообумовлені, змінюються в часі, впливають на явища і процеси і самі піддаються впливу в результаті соціально-економічного розвитку і науково-технічного прогресу.

Список використаних джерел:

1. *Болтянська Н.І.* Сучасний стан машинно-тракторного парку підприємств агропромислового комплексу. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2008. Вип. 36. С. 3–7.
2. *Скляр О. Г.* Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / *О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська.* – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
3. *Болтянський О.В.* Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства / *Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський* // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип.6. Т.1. – С. 50–55.
4. *Жовтянский В.А.* Стратегия энергосбережения Украины: Аналитико-справочные материалы в 2-х томах: Общие основы энергосбережения / *В.А. Жовтянский, М.М. Кулик, Б.С. Стогний.* // – К: Академперіодика, 2006. – Т1. – 510 с.
5. *Болтянська Н.І.* Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва шляхом підвищення рівня надійності техніки / *Н.І. Болтянська* // Науковий вісник НУБіП України. Серія „Техніка та енергетика АПК“ .К., 2018 – Вип.282, ч.1. – С. 181–192.
6. *Грачева Л.И.* Повышение эффективности использования нетрадиционных источников энергии в животноводческом комплексе страны / *Л.И. Грачева, Н.В. Брагинец, А.Н. Брагинец, С.Н. Брагинец* // - Луганск: Элтон, 2008. – 652с.
7. *Болтянская Н.И.* Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве / *Н.И.Болтянская, О.В. Болтянский* // Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – 2016. Vol.18. No13, b. – P.49–54.

8. *Скляр О.Г.* Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / *О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська*. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.

9. *Болтянська Н.І.* Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві / *Н.І. Болтянська* // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип.6. Т.1. – С. 55–64.

10. *Karol C.* Instalacja zgazowujaca osuszony osad sciekowy. / *C. Karol* // Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2011.– Vol. 13, A.– P.80–93.

11. *Болтянська Н.І.* Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві / *Н.І.Болтянська* // Вісник Сумського НАУ, Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – Суми, 2016. – Вип. 10/3 (31). – С. 118–121.

12. *Болтянський О.В.* Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції / *О.В. Болтянський, Н.І. Болтянська* // Науковий вісник НУБіП. Серія „Техніка та енергетика АПК“ .К., 2015 – Вип.212, ч.1. – С. 275–283.

13. *Болтянська Н.І.* Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві / *Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський* // Праці ТДАТУ.- Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 16. Т.2. – С. 153–159.

Аннотация: в статье рассмотрены условия применения современных технологий в животноводстве на уровне сельскохозяйственного предприятия и сформирована модель механизма применения технологий ресурсосбережения на молочно-товарных фермах.

Ключевые слова: молочно-товарная ферма, ресурсосбережение, технология, модель.

Summary: the article discusses the conditions for the application of modern technologies in animal husbandry at the level of an agricultural enterprise and forms a model of the mechanism for applying resource-saving technologies on dairy farms.

Key words: dairy farm, resource conservation, technology, model.

УДК 631. 363.2

АНАЛІЗ НОРМАЛЬНОГО ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ НАДІЙНОСТІ ПРЕС-ГРАНУЛЯТОРА

Болтянська Н.І.¹, Комар А.С.²

¹канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua;

²інженер, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, artem.komar@tsatu.edu.ua

Анотація: в статті проведено аналіз нормального закону розподілу, який є основою побудови моделей довговічності невідновлюваних елементів прес-гранулятора, замінених у разі відмови запасними, що охоплює поступові відмови механічних систем, які пройшли період припрацювання.

Ключові слова: надійність, прес-гранулятор. запасні частини, параметр розподілу, час прогнозу, середній ресурс.

Постановка проблеми: Трудомістке виробництво тваринницької продукції в особистих селянських господарствах дає можливість створити сферу вторинної зайнятості для працездатних осіб сільської місцевості, а для деяких соціальних груп жителів села – основної зайнятості. У нових умовах формування економічних відносин на селі та розвитку невеликих фермерських господарств першочергове значення має розробка та впровадження у виробництво енергоощадних малогабаритних засобів механізації, які мають високу експлуатаційну надійність [1-4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Збереження кількісного складу парку може бути досягнуто за рахунок відновлювальних ремонтів з одночасною модернізацією основних видів сільськогосподарської техніки. Це дозволить на 30–40% зменшити вибуття техніки з експлуатації і використовувати її в аграрному секторі ще впродовж 5–6 років. Підтримувати сільськогосподарську техніку в робочому стані та ефективно її

використовувати можна лише забезпечивши заданий рівень надійності та відповідно організувавши технічний сервіс [5-7].

Питанням забезпечення надійності тваринницької техніки, підтримання її в робочому стані та ефективного її використання приділяли увагу такі науковці: А.І. Бойко, А.В. Новицький, З.В. Ружило, С.В. Кропивко, В.С. Ловейкін, К.І. Почка та ін. [4,7,8]. Але на даний час залишається невирішеними ще дуже багато питань.

Мета дослідження: провести аналіз нормального закону розподілу, який є основою побудови моделей довговічності невідновлюваних виробів (елементів) прес-гранулятора, замінених у разі відмови запасними, що охоплює поступові відмови механічних систем, які пройшли період припрацювання.

Виклад основного матеріалу. Існуючі засоби механізації, які суттєво підвищують продуктивність процесу створення повноцінних кормів та знижують його трудомісткість, мають велику масу, та значну питому енергоємність. Використання цих агрегатів на невеликих фермах призводить до необґрунтованої витрати енергії, що підвищує собівартість кормових матеріалів. Також це стосується ситуації з переробкою матеріалів органічного походження та відходів тваринницьких підприємств. Прес-гранулятори широко використовуються аграріями як інструмент для підготовки кормів та переробки відходів сільського господарства. Основна сфера застосування – виробництво комбінованих гранульованих кормів. З використанням гранулятора аграрії отримують можливість ефективно використовувати виробничі відходи шляхом їх переробки на пресоване біодобриво та паливні гранули (пеллети) [9-11].

Особливість функціонального призначення та експлуатації засобів механізації у тваринництві полягає у забезпеченні безперервності біотехнічного зв'язку: оператор — машина — тварина — навколишнє середовище. Це є можливим лише за умов постійного підтримання вказаних засобів у працездатному стані, за якого коефіцієнт готовності кожної одиниці повинен бути на рівні 0,95–0,98. Високий рівень готовності є досяжним за умови своєчасного та належного виконання комплексу робіт із технічного обслуговування і ремонту цих засобів.

Шоста частина фактичних витрат запасних частин обумовлена

виробничими причинами. Недостатньо високий рівень експлуатації та низька якість ремонту машин залишаються основними причинами підвищених витрат запасних частин. Встановлено, що недостатнє забезпечення окремих споживачів запасними частинами, викликане не стільки фактичними витратами, скільки проблемами в плануванні і їхньому розподіленні. Через відсутність прийнятних науково обґрунтованих методичних матеріалів, надто бідної й розрізної інформації про фактичні ресурси та доцільну рівномірність розподілу ресурсів елементів тваринницької техніки в умовах рядової експлуатації номенклатура й норми витрат запасних частин на практиці встановлюються, як правило, на основі інженерної інтуїції працівників конструкторських організацій та досвіду фахівців ремонтних підприємств [12, с. 57].

У зв'язку з цим накопичення інформації про ресурси машин, потоки заміन елементів з урахуванням ремонтних впливів і розробка на цій основі прийнятних для практики методичних матеріалів по обґрунтуванню доцільної рівномірності деталей і складальних одиниць, а також організації номенклатури й норм витрат запасних частин - одне з найважливіших завдань, яке стоїть перед ученими, машинобудівниками й експлуатаційниками.

У теорії надійності відомо декілька десятків розподілів, за допомогою яких можливо описувати експериментальні дані відмов. Однак не менш важливим стають інші вимоги (фізичність, можливість виконання розрахунків надійності та ін.), які звужують коло розподілів, використовуваних як моделі відмов [3, с.58].

Розподіл ресурсу за прийнятим законом можна характеризувати параметрами положення, масштабу та форми. Наявність кількох параметрів дозволяє більш точно підібрати вид розподілу для характеристики вибірових даних. Нормальний розподіл має два параметри - масштабу й форми. Для визначення закону розподілу і його параметрів застосовуються методи: моментів, послідовних приближень, максимальної правоподібності, лінійного оцінювання, графоаналітичний метод із використанням імовірнісного паперу. При застосуванні останнього методу нанесенням даних на ймовірнісний папір можна приблизно оцінити їхню відповідність припустимому

закону та одержати також оцінки параметрів розподілу шляхом проведення прямої лінії через вибіркові точки. Стосовно до ресурсних відмов можуть бути визначені такі показники надійності як щільність розподілу, функція розподілу (ймовірність відмови), середній ресурс, гамма-відсотковий ресурс, ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов [3,5].

Розглянемо основні особливості нормального розподілу. При нормальному розподілі випадкова величина теоретично може приймати будь-які значення від $-\infty$ до $+\infty$ [3, с.59]. Оскільки область від'ємних значень часу не має змісту, можливі значення випадкового часу безвідмовної роботи t і можуть бути тільки позитивними. Тому кількісні характеристики надійності розглядають тільки при усіченому нормальному розподілі часу до відмови. Усічений нормальний розподіл випадкової величини виходить із нормального при обмеженні інтервалу можливих значень цієї величини.

Щільність нормального розподілу має вид

$$f(t) = \frac{\exp\left[-\frac{(t-t_{cp})^2}{2\sigma^2}\right]}{\sigma(2\pi)^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

де t_{cp} і σ - відповідно параметри масштабу і форми нормального розподілу;

t - поточне значення часу.

Характерним для нормального розподілу є те, що інтенсивність відмов починається з 0 і зі збільшенням часу дуже зростає. Це означає, що потік відмов не є стаціонарним і має місце старіння елементів. В області малих значень t старіння елементів несуттєво впливає на надійність, тому ймовірність безвідмовної роботи виробу зменшується незначно. Після тривалої експлуатації системи, відмови елементів якої мають нормальний розподіл, її надійність швидко знижується, тому ймовірність безвідмовної роботи падає.

Нормальний розподіл застосовується при поступовій зміні параметрів, або у тому випадку, коли частка раптових відмов дуже мала, тобто для виробів, працюючих у сприятливих умовах експлуатації. Він притаманний для опису поступових спрацьовуваних відмов [3, с.58].

Точкова оцінка параметрів t_{cp} і σ визначається

$$t_{cp} = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n} \quad (2)$$

$$\sigma = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2}{(n-1)^{\frac{1}{2}}} \right] \quad (3)$$

де t_i - статистичні дані напрацювань до відмови;

n_e - обсяг вибірки, за якою визначені параметри розподілу.

Коефіцієнт варіації

$$v = \frac{\sigma}{t_{cp}}. \quad (4)$$

Згідно з теорією відновлення, яка також розглядає питання розрахунку кількості запасних частин, з часом процес відновлення стає стаціонарним, а це значить, що при будь-якому законі розподілу відмов в ділянки часу, чимало віддаленого від уведення машин у дію, середнє число відмов, що припадають на одиницю часу, близьке до величини, оберненої середньому ресурсу елемента. Аналітичні ж розрахунки кількості запасних частин методами чисельного інтегрування, розкладу в ряд підінтегральної функції заміन, статистичного моделювання пов'язані з громіздкими розрахунками.

Висновки: Нормальний розподіл застосовується при поступовій зміні параметрів, або у тому випадку, коли частка раптових відмов дуже мала, тобто для виробів, працюючих у сприятливих умовах експлуатації. Він притаманний для опису поступових спрацьовуваних відмов. Характерним для нормального розподілу є те, що інтенсивність відмов починається з 0 і зі збільшенням часу дуже зростає. Це означає, що потік відмов не є стаціонарним і має місце старіння елементів. В області малих значень t старіння елементів несуттєво впливає на надійність, тому ймовірність безвідмовної роботи виробу зменшується незначно. Після тривалої експлуатації системи, відмови елементів якої мають нормальний розподіл, її надійність швидко знижується, тому ймовірність безвідмовної роботи падає.

Список використаних джерел:

1. *Boltyanska N.* Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses / *N. Boltyanska* // ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. – Vol. 18. No 2. – P. 23-29
2. *Комар А.С.* Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів / *А.С. Комар, Н.І. Болтянська* // Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2018.– Вип.8. Т.2. – С. 44-56.
3. *Болтянська Н.І.* Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва шляхом підвищення рівня надійності техніки / *Н.І. Болтянська* // Науковий вісник НУБіП України. Серія „Техніка та енергетика АПК“ .К., 2018– Вип.282, ч.1 .- С. 181-192.
4. *Братішко В.В.* Узгодження конструкційних параметрів матриць гвинтових грануляторів кормів за тиском та пропускною здатністю / *В.В. Братішко* // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, 2014. – Вип. 27. – С. 187-191
5. *Скляр О.Г.* Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / *О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська.* – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.
6. *Болтянская Н.І.* Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве / *Н.І.Болтянська, О.В. Болтянський* // Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2016. – Vol.18. No13, b.-P.49-54.
7. *Комар А.С.* Розробка конструкції преса-гранулятора для переробки пташиного посліду / *А.С. Комар, Н.І. Болтянська* // Зб. наукових-праць Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні питання розвитку аграрної науки в Україні». – Ніжин, 2019. – С. 84-91.
8. *Комар А.С.* Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів / *Н.І. Болтянська, А.С. Комар* // Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2018.– Вип.8. Т.2. – С. 44-56.

9. *Болтянська Н.І.* Аналіз конструкцій шестеренних пресів-грануляторів / *Н.І. Болтянська* // Науковий вісник ТДАТУ.– Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – Вип.8. Т.2. – С. 29-43.

10. *Комар А.С.* Напрями удосконалення робочого процесу вальцово-матричних прес-грануляторів / *А.С. Комар, Н.І. Болтянська* // Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: мат. Міжн. наук.-практ. форуму. ТДАТУ. – Мелітополь, 2019. – Частина 1. – С. 33-36.

11. *Симакин Ю.А.* Исследование процесса брикетирования кормов зубчатым рабочим органом: дис. канд. техн. наук. / *Ю.А. Симакин.* – зерноград, 1977. – 201 с.

12. *Болтянська Н.І.* Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування / *Н.І. Болтянська* // Інженерія природокористування, 2018. – №1(9). – С. 57-61.

Аннотация: в статье проведен анализ нормального закона распределения, который является основой построения моделей долговечности невозобновляемых элементов пресс-гранулятора, замененных в случае отказа запасными, охватывающий постепенные отказы механических систем, которые прошли период приработки.

Ключевые слова: надежность, пресс-гранулятор. запасные части, параметр распределения, время прогноза, средний ресурс.

Summary: the article analyzes the normal distribution law, which is the basis for constructing the durability models of non-renewable elements of the pellet mill, replaced in case of failure by spare ones, covering the gradual failures of mechanical systems that have passed the running-in period.

Key words: reliability, press granulator. spare parts, distribution parameter, forecast time, average resource.

УДК 637.11:636.2.083

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ НАДОЇВ МОЛОКА ВІД ІНТЕРВАЛІВ МІЖ ДОЇННЯМИ

Болтянська Н.І.

канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua;

Анотація: в статті викладено результати дослідження залежності надоїв молока від інтервалів між доїннями, при рівних інтервалах в порівнянні з нерівними інтервалами та впливу частоти доїнь на споживання корму.

Ключові слова: молочно-товарна ферма, корова, доїння, надої молока, інтервали.

Постановка проблеми: Різноманіття форм власності та умов виробництва, прагнення до підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору України у зовнішній торгівлі зумовили необхідність удосконалення технологій і технічних засобів для механізації виробничих процесів в агропромисловому комплексі країни, зокрема в тваринництві, з урахуванням кращого світового досвіду [1-3]. У молочному тваринництві на фермі по виробництву молока засобом виробництва є тварина – корова, стан якої регулюється біологічними законами і індивідуальними особливостями, які визначають морфологічні, фізичні і індивідуальні ознаки кожної особини окремо [4-6]. В умовах механізованого, автоматизованого і роботизованого виробництва кожна ознака істотно впливає на ефективність процесу і повинна враховуватись на всіх стадіях реалізації проекту виробництва молока, основу якого складає процес доїння корів. В сучасному молочному тваринництві організм, особливо високопродуктивних корів, втратив здатність до швидкої адаптації і тому необхідні підвищені вимоги до якості виконання технологічних операцій і процесу виведення молока в цілому [7,8].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Удосконалення існуючих та розробка нових техніко-технологічних рішень – це закономірний процес розвитку технічного прогресу в молочному скотарстві, де процес доїння корів, будучи самим трудомістким та складним, практично завершує виробництво молока. Вдосконаленням існуючих технологій займаються провідні вітчизняні вчені Адамчук В.В., Фененко А.І, Жукорський О.М., Костенко В.І., Кудлай І.М., Смоляр В.І., Трішин О.К. [7-12], які розробляють нові рішення з організації умов утримання, годівлі, доїння тварин, видалення гною. Проте, на даний момент, залишається ще багато питань, що вимагають рішення.

Мета дослідження: провести дослідження залежності надоїв молока від інтервалів між доїннями, при рівних інтервалах в порівнянні з нерівними інтервалами та впливу частоти доїнь на споживання корму.

Виклад основного матеріалу. В Україні історично й традиційно склалося так, що при всіх змінах державного устрою та форм господарювання на селі, молочне скотарство незмінно продовжує залишатися провідною галуззю тваринництва. Але в силу того, що ця галузь є складною, вона продовжує бути трудо- і капіталоемною. Тому економічний успіх її розвитку можливий лише при комплексному використанні біологічних, технологічних, технічних, організаційних та інших чинників [13,14].

Незважаючи на широке поширення машинного доїння, нерідко воно виявляється неефективним, призводить до зниження продуктивності тварин, захворювання вимені і погіршення якості молока. Справа у тому, що доїльний апарат знаходиться в тісному контакті з молочною залозою тварини, тому він повинен максимально відповідати фізіологічним процесам організму лактуючої тварини. Сучасне доїльне устаткування повинне сприяти прояву повноцінного процесу молоковиведення, унеможливлювати порушення кровообігу, забезпечувати оптимальні параметри величини вакууму, не допускати «холостого» доїння і враховувати індивідуальні особливості тварини.

У різних країнах інтервали між доїннями істотно відрізняються. У більшості країн використовуються 8...16-годинні інтервали між доїннями, що пояснюється специфікою фермерської праці. На крупних

фермах практикується 12...12-годинний режим доїння. Дванадцятигодинний інтервал є найбільш оптимальним і передбачає доїння двічі в день. Надой молока збільшуються на декілька відсотків при рівних інтервалах в порівнянні з нерівними інтервалами між доїннями.

Який механізм стоїть за цим явищем? Виділення молока починає зменшуватися через десять годин після останнього доїння, тоді як тиск у вимені росте. Через 35 годин після попереднього доїння процес секреції молока зупиняється (рис. 1).

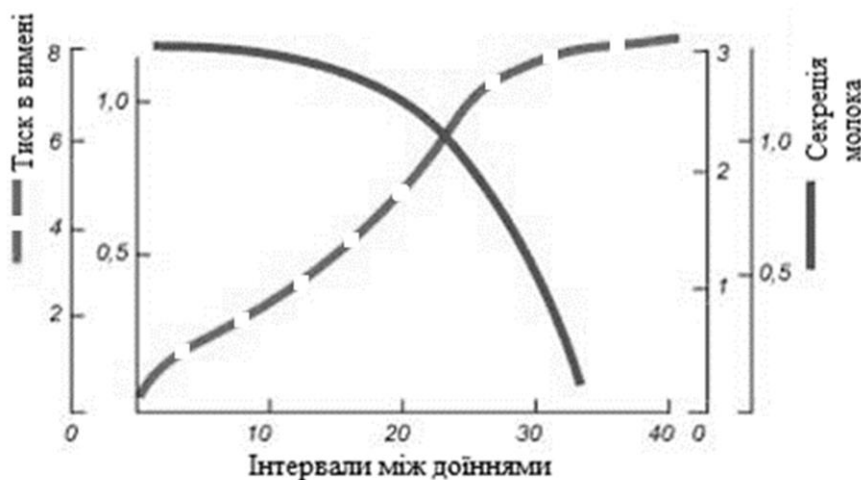


Рисунок 1. – Підвищення тиску усередині молочної залози і зменшення секреції молока при збільшенні інтервалів між доїннями

Зважаючи на сказане вище, витікає, що тиск у вимені є не єдиним чинником, регулюючим секрецію молока, – цю роль грають і інгібітори. Отже, для оптимізації виробництва молока необхідно брати до уваги тривалість інтервалів між доїннями.

Довгий час звичайною практикою в індустріальних країнах було доїння двічі в день, що, в основному, обумовлювалося специфікою фермерської праці. Проте в деяких країнах, де робоча сила стоїть відносно дешево, практикується частіше доїння. За останні десять років фермери знов перейшли на частіше доїння, особливо на високопродуктивних стадах. Перехід від дворазового доїння до триразового доїння значно збільшує виробництво молока. Опубліковані дані показують, що в цьому випадку надой збільшуються

на 5...25% в день. Крім того, лактація стає тривалішою. Причиною підвищення надоїв при частіших доїннях може бути частіша дія гормонів, стимулюючих секрецію молока, на молочну залозу. З іншого боку, молоко містить інгібітор, що впливає на секрецію молока через негативний зворотний зв'язок. Отже, частіше видалення цього інгібітору сприяє підвищенню молоковіддачі. Цікаве те, що корови з маленьким вим'ям чутливіші до частоти доїнь. Чим менше цистерна, тим більше вплив частого виведення молока на секрецію, і чим більше цистерна, тим менше залежність від частоти доїння.

Часте доїння має довгостроковий і короткостроковий ефект. Короткостроковий ефект полягає в підвищенні надоїв через активізацію діяльності секреторних клітин, а довгостроковий ефект полягає в підвищенні кількості молока, що синтезується у вимені, зважаючи на збільшення кількості секреторних клітин. Останнє підтверджує, що можливо впливати на кількість секреторних клітин вимені протягом періоду лактації, що у свою чергу впливає на об'єм отриманого молока.

Відомо, що стан вимені поліпшується при частіших доїннях. Проте слід зазначити, що при частих доїннях дійки отримують більше ранок, тріщин і пошкоджень. З іншого боку, при частішому доїнні частота інфікування вимені знижується, а рівень соматичних клітин в молоці має тенденцію до зменшення. Частіші доїння сприяють частішому вимиванню бактерій з молочної залози, що частково пояснює поліпшення стану вимені.

Частота доїнь впливає на споживання корму. Деякі експерименти показали, що збільшення молоковіддачі на 10...15% супроводжується збільшенням споживання корму всього на 3...5% (табл. 1).

Таблиця 1. – Збільшення споживання сухої речовини (%) і молоковіддача (%) при триразовому і чотириразовому доїнні в порівнянні з дворазовим доїнням.

	Частота доїння		
	II	III	IV
Надої	100%	114%	115%
Споживання сухої речовини	100%	103%	104%

При частіших доїннях тварина використовує резерви організму більшою мірою, ніж при дворазовому доїнні. Також можливо, що метаболізм цих тварин стає ефективнішим завдяки частій активізації ендокринної системи, що відповідає за нього. І дійсно, було відмічено, що гастроінтестинальні гормони активізуються під час доїння і що у моногастрічних тварин гормон окситоцин, що відповідає за секрецію молока, бере участь в материнському метаболізмі.

Найважливішим позитивним чинником частого доїння корів є поліпшення стану здоров'я тварини. Тварини з найвищою молоковіддачею не лягають протягом останніх декількох годин перед доїнням. Більш того, багато високопродуктивних тварин дають до 60 кг молока в день і дояться двічі в день з 8...16-годинним інтервалом. Це означає, що ці корови дають близько 40 кг молока під час уранішнього доїння. Корови, що мають таку кількість молока у вимені, мають величезний тиск усередині вимені, що, поза сумнівом, викликає у них дискомфорт. І, дійсно, високопродуктивні корови прагнуть доїтися частіше, ніж два або три рази на день, якщо вони мають таку можливість.

Висновки: В цілому, як показують спостереження, частіші доїння сприяють підвищенню молоковіддачі у високопродуктивних корів, покращують їх здоров'я і самопочуття. Доїння частіше, ніж двічі в день більше відповідає звичайній поведінці і потребам корови, оскільки теля смокче вим'я 4...7 разів на день.

Список використаних джерел:

1. *Болтянський О.В.* Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства / *О.В. Болтянський, Н.І. Болтянська* // Науковий вісник ТДАТУ: електронне наукове фахове видання. – Мелітополь, 2016. – Вип. 6, т. 1. – С. 50–55.
2. *Болтянская Н.И.* Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве / *Н.И.Болтянская, О.В. Болтянский* // Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – 2016. Vol.18. No13, b. – P.49–54.

3. *Скляр О.Г.* Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / *О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська.* – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.

4. *Болтянська Н.І.* Оптимізація параметрів стимулюючих дій при виконанні підготовчих операцій доїння / *Н.І. Болтянська* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: Наукове фахове видання. – Вип.11. Т.5. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. –С. 47–51.

5. *Палій А.П.* Інноваційні основи одержання високоякісного молока: монографія. / *А.П. Палій,* – Харків: Міськдрук, 2016. –270 с.

6. *Болтянська Н.І.* Наслідки неправильної переддоїльної стимуляції вимені високопродуктивних корів / *Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський* // Матеріали VI-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві». – Глеваха, 2018. –С. 11–13.

7. *Болтянська Н.І.* Теоретична оцінка економічної ефективності виробництва молока. Матеріали II-ї Наук.-техн. конф. «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві». Глеваха, 2013. С. 7–10.

8. *Палій А.П.* Встановлення впливу доїльних систем на корів під час доїння / *А.П. Палій* // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2016. № 4. – С. 76–78.

9. *Болтянська Н.І.* Залежність якісних і кількісних показників молока від якості механічної стимуляції вимені / *Н.І. Болтянська* // ТЕЗИ II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології аграрного виробництва». – Київ: НУБіП України, 2016. – С. 109–110.

10. *Луценко М.* Промислове використання високопродуктивних корів на сучасних молочних комплексах / *А. Палій, М. Луценко* // Тваринництво України. – 2017. № 3–4. – С. 14–16.

11. *Болтянська Н.І.* Обґрунтування технологічних параметрів механічного стимулювання (масажу) вимені високопродуктивних корів / *Н.І. Болтянська* // Праці ТДАТУ: Наукове фахове видання. – Вип.2. Т.5. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С. 23–30.

12. *Скляр О.Г.* Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / *О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська.* – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.

13. *Болтянский О.В.* Зависимость качественных и количественных показателей молока от качества механической стимуляции вымени / *О.В. Болтянский, Н.И. Болтянская* // Актуальные проблемы науч.-техн. прогресса в АПК. Сб. научн. ст. СГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2013. – С. 8–13.

14. *Болтянська Н.І.* Теоретична оцінка економічної ефективності виробництва молока / *Н.І. Болтянська* // Мат. II-ї Наук.-техн. конф. «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві». – Глеваха, 2013. – С. 7–10.

Аннотация: в статье изложены результаты исследования зависимости надоев молока от интервалов между доениями, при равных интервалах по сравнению с неравными интервалами и влияния частоты доений на потребление корма.

Ключевые слова: молочно-товарная ферма, корова, доение, надой молока, интервалы.

Summary: the article presents the results of a study of the dependence of milk yield on intervals between milking, at equal intervals compared to unequal intervals and the influence of the frequency of milking on feed intake.

Key words: dairy farm, cow, milking, milk yield, intervals.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДВОМАШИННОГО ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ

Волянський М.С., Козаченко Н.В., Кресан М.Д.

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Приведені результати дослідження конструктивно-технологічних параметрів двомашинного посівного агрегату на основі трактора тягового класу 1,4.

Ключові слова: *посівний агрегат, сівалка, машинно-тракторний агрегат, параметри і режими роботи.*

The results of the study of structural and technological parameters of a two-machine seeding unit on the basis of tractor class 1.4.

Вступ. Ефективне ведення виробництва в аграрному секторі потребує такого матеріально-технічного оснащення, яке здатне забезпечити виконання всього обсягу механізованих робіт в оптимальні строки з високою якістю і раціональними витратами.

Одним із шляхів розв'язання такої задачі є використання високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів (МТА). В значній мірі це стосується посівних МТА на основі широко розповсюджених в Україні універсально-просапних тракторів тягового класу 1,4. Аналіз показує, що підвищення продуктивності їх праці доцільно здійснювати за рахунок збільшення ширини захвату агрегату шляхом використання двох причіпних зернових сівалок замість однієї.

Проте, таке агрегування вказаних машин потребує застосування зчіпки. Використання останньої у причіпному варіанті характерне значною довжиною виїзду посівного МТА. В результаті це призводить до суттєвого (не менше 38%) збільшення ним питомих витрат часу зміни на повороти.

Найбільш перспективним варіантом збільшення ширини захвату агрегату є застосування відсутньої нині напівнавісної зчіпки. Причому, її конструкція повинна унеможливлювати зіткнення причіпних машин на поворотній смузі, а показник режиму повороту МТА має забезпечувати підвищення техніко-економічних показників його

роботи. Практичне розв'язання саме такої задачі і обумовлює актуальність даної наукової роботи

Метою дослідження є підвищення техніко-економічних показників роботи двомашинного посівного МТА на базі трактора тягового класу 1,4 шляхом обґрунтування його схеми та конструктивно-технологічних параметрів.

В основу досягнення поставленої мети покладено перевірку сформульованої робочої гіпотези, суть якої полягає в наступному: застосування напівнавісної зчіпки з обґрунтованою довжиною подовжувача дозволить зменшити кінематичну довжину двомашинного агрегату та підвищити техніко-економічні показники його роботи.

Постановка проблеми. Проблема зменшення невиробничих витрат часу зміни тим чи іншим машинно-тракторним агрегатом була і нині залишається однією із найбільших актуальних. Узагальнення науково-практичного досвіду показує, що ефективно її рішення можливе тільки при правильному виборі параметрів і режимів роботи МТА. В нашому випадку це стосується його руху на поворотній смузі.

Водночас, розроблені теоретичні залежності і отримані практичні результати (Фере М.Е., Фаробін А.Я., Родічев В.А.) не можна використати для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів посівного машинно-тракторного агрегату на основі напівнавісної зчіпки. В першу чергу тому, що таке її конструктивне виконання не розглядалося у дослідженнях та не мало місця в експлуатації техніки. По-друге, аналізована вченими динаміка повороту агрегатів враховувала вплив на вивчаємий процес технологічної частини МТА. У більшості випадків не враховано увод шин коліс трактора. Запропоновані вищезгаданими дослідниками показники режиму повороту МТА не відображають у достатній мірі зв'язок його конструктивних параметрів з режимом руху на поворотній смузі. В результаті це не дає можливості досягнути суттєвого підвищення техніко-економічних показників роботи посівного агрегату.

Спроба пошуку науково-обґрунтованого рішення, направленою на усунення вказаних недоліків, і склали основу даного дослідження.

Результати досліджень.

Процес агрегування дослідного машинно-тракторного агрегату полягав у оцінюванні трудоемкості його переводу із транспортного положення у робоче.

Транспортне положення даного МТА таке, коли за трактором приєднані зчіпка, і дві сівалки СЗ-3,6 (Рисунок 1).

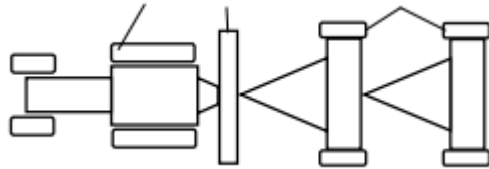
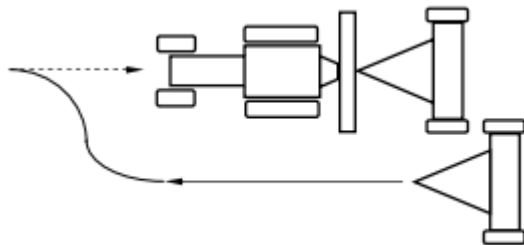


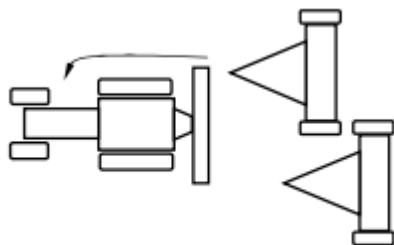
Рисунок 1 – Схема транспортного положення посівного МТА:

1 – трактор; 2 – напівнавісна зчіпка; 3 – сівалки СЗ-3,6

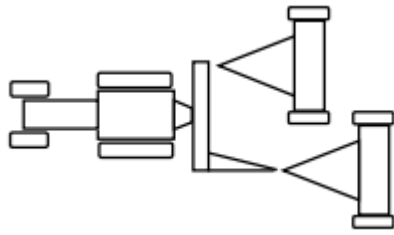
1. Від'єднання лівої сівалки і переміщення трактора вправо (приблизно на 3,5...4 м) і вперед (на 3 м) разом зі зчіпкою та приєднаною до неї правою посівною машиною:



2. Від'єднання правої сівалки і переміщення трактора вліво (приблизно на 2 м):



3. Переведення подовжувача зчіпки із транспортного положення у робоче:



4. Приєднання правої сівалки до рами зчіпки, а гідравлічної системи – до гідророзподільника трактора.

5. Приєднання лівої сівалки до подовжувача зчіпки, а гідравлічної системи – до гідророзподільника трактора.

Для ефективного агрегаткування двох причіпних сівалок типу СЗ-3,6 з трактором тягового класу 1,4 з допомогою напівнавісної зчіпки остання має відповідати наступним вимогам:

- 1) фронт зчіпки повинен бути рівним 7,2 м;
- 2) довжина подовжувача зчіпки не повинна бути меншою за 2,5 м. Максимальна її значина не повинна перевищувати 3,0 м;
- 3) подовжувач зчіпки повинен приєднуватися до її рами з можливістю його відносного повороту у поздовжньо-вертикальній площині;
- 4) вільний кінець подовжувача має опиратися на транспортне колесо флюгерного типу;
- 5) права сівалка машинно-тракторного агрегату повинна приєднуватися безпосередньо до рами зчіпки.

Висновки

У даному дослідженні наведено вирішення завдання, суть якого полягає у підвищенні техніко-економічних показників роботи двомашинного посівного

МТА на базі трактора тягового класу 1,4 шляхом обґрунтування його схеми та конструктивно-технологічних параметрів.

На основі проведених досліджень зроблено такі основні висновки.

1. Підвищення продуктивності праці посівного МТА на основі трактора тягового класу 1,4 доцільно здійснювати за рахунок збільшення його ширини захвату шляхом використання двох причіпних сівалок замість однієї. Для практичної реалізації цього напрямку потрібна напівнавісна зчіпка, конструкція якої

унеможлиблювала б зіткнення причіпних машин і забезпечувала підвищення техніко-економічних показників роботи посівного машинно-тракторного агрегату.

2. Задля запобігання зіткнення причіпних сівалок у двомашинному посівному агрегаті довжина подовжувача напівнавісної зчіпки має бути не меншою за 2,5 м. Встановлення цього параметра більшим за вказану величину хоча і не приводить до суттєвого збільшення радіусу повороту МТА, однак сприяє небажаному зростанню довжини його виїзду на поворотній смузі.

3. Процес повороту двомашинного агрегату не висуває особливих обмежень щодо вибору значин коефіцієнтів опору уводу шин коліс трактора. Теоретично встановлено, що при зміні цих величин в межах 60...80 кН/рад – для передніх – і 180...210 кН/рад – для задніх рушіїв енергетичного засобу значина радіусу повороту МТА збільшується, а позовжня координата зміщення центру повороту зменшується. Однак практично ці зміни є незначними, що обумовлено малою (до 4°) зміною кутів уводу шин обох мостів енергетичного засобу.

Список літератури

1. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
2. Панов И.М. Современное состояние и пути развития техники для новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур / И.М. Панов // Итоги науки и техники ВИНТИ; серия «тракторы и с.-х. машины и орудия», 1990, №5.
3. Шалагин В.В. Комплексное повышение эффективности МТА с энергонасыщенными тракторами / В.Н. Шалагин // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1988, №5.
4. Юдкин В.В. Оптимизация скорости движения и ширины захвата почвообрабатывающих агрегатов / В.В. Юдкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1988, №4.

5. Надыкто В.Т. Обоснование некоторых конструктивных параметров транспортного МТА на основе модульного энергетического средства (МЭС)/ В.Т. Надыкто, С.В. Кислицын // Совершенствование тягово-энергетических средств сельскохозяйственного назначения: Сб. научных трудов МИИСП. – М., 1991.

6. Прокладка технологической колеи при бороновании зяби / В.Д. Черепухин, В.Т. Надыкто, С.М. Чеботарёв и др. // Техника в сельском хозяйстве, 1993, №2.

АНОТАЦІЯ

Приведені результати дослідження конструктивно-технологічних параметрів двомашинного посівного агрегату на основі трактора тягового класу 1,4.

Приведены результаты исследования конструктивно-технологических параметров двухмашинные посевного агрегата на основе трактора тягового класса 1,4.

The results of the study of structural and technological parameters of a two-machine seeding unit on the basis of tractor class 1.4

УДК 63.5995

Дослідження механізованого процесу вирощування і збирання соняшнику

Демидко М.О.- д.т.н., проф.

Приходько В.В. ст-нт гр. МА 181

ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Соняшник — основна олійна культура в нашій країні. Його посіви займають майже 5 млн. га, більше третини з яких припадає на поля України. За останній час тенденція збільшення посівів соняшника спостерігається за кордоном.

На 2016-2019 роки щорічний валовий збір насіння на Україні намічається довести до 3—3,1 млн. т. Це завдання може бути виконане при теперішніх площах посіву (1,67 млн. га), якщо врожай становитиме 18-18,5 ц/га.

Проблема. Високі врожаї соняшника збирають господарства Марійського району Донецької області. Середньорічний врожай насіння за минуле п'ятиріччя тут становив 18,9 ц/га. Тепер у деяких господарствах цього району урожай звичайно перевищує 20 ц/га.

Для збільшення валових зборів урожаю необхідно застосовувати передову агротехніку виробництва цієї культури з використанням нових високопродуктивних машин. При цьому необхідно звертати увагу на всі ланки технологічного процесу його виробництва — високу якість посівного матеріалу, достатнє забезпечення рослин поживними речовинами, максимальне збереження і раціональне витрачання запасів вологи, що залежить від агротехніки сівби та догляду за рослинами. Не слід при цьому забувати про затрати праці та матеріальні витрати на вирощування і збирання соняшника. Науковими дослідженнями і виробничою практикою окремих господарств доведено, що у всіх господарствах при наявній технічній озброєності є можливість зменшення цих затрат, яка полягає у вдосконаленні технології механізованого догляду за посівами та збирання врожаю.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Для вирощування високих урожаїв соняшника велике значення має додержування технологічних вимог. Тому при доведенні механізатору завдання потрібно уточнити, яким агрегатом це доцільно виконувати, яким набором робочих органів потрібно його укомплектувати, на якій швидкості він повинен рухатись, який найраціональніший напрямок руху агрегату, яка глибина ходу робочих органів тощо. Тобто, механізатору потрібно вручити технологічну карту на виконання даної операції.

Метою роботи є розробка механізованого процесу вирощування та збирання соняшника на базі підприємств «Ніжинського району Чернігівської області та отримати врожайність соняшника 25 ц/га на площі 100 га.

. Проектування машинних агрегатів і технологічної лінії збирання та післязбиральної обробки врожаю соняшника

Виробництво соняшника доцільно організувати за такими технологічними лініями:

- приготування і внесення добрив;
- основного обробітку ґрунту;
- передпосівного обробітку ґрунту і сівби;
- догляду за посівами;
- збирання і післязбиральної обробки врожаю.

Як приклад нами наведено методику розрахунку технологічної лінії збирання і післязбиральної обробки врожаю соняшника.

Для ефективного використання технічного потенціалу машин доцільно створити збирально – транспортний загін у складі таких ланок: підготовки полів до збирання ; комбайно – транспортної; технічного обслуговування та усунення несправностей машин; післязбиральної обробки насіння; культурно – побутового забезпечення.

Провідною є комбайно – транспортна ланка, а провідним агрегатом – комбайновий.

Аналіз програм і методик визначення складу комплексів машин

Для обґрунтування складу машинних агрегатів і комплексів машин для виробництва соняшника нами використано найбільш

досконалу методику, розроблену на кафедрі технічного сервісу та інженерного менеджменту НУБіП України (автори проф. Мельник І.І., доц. Гречкосій В.Д.).

Проектування технологічної схеми

Загальне формулювання завдання. На відміну від проектування використання машинного агрегату в операції (операційної технології), проектування технологічної операції включає задачі синтезу структурної схеми операції, вибору відповідних технічних засобів (МА), розподілу обсягів робіт між агрегатами, підготовки до проведення операції агрегатів і предметів праці, організації та контролю якості робіт.

У загальному вигляді задачу можна сформулювати так: для заданих природно-виробничих умов, обсягів робіт, агротехнічних та екологічних вимог підібрати раціональний склад технічних засобів, які забезпечили б своєчасне виконання робіт з потрібною якістю при мінімально можливих витратах ресурсів та екологічно несприятливих наслідках, а також розробити технологічний регламент, обґрунтувати організацію роботи і контролю якості операції.

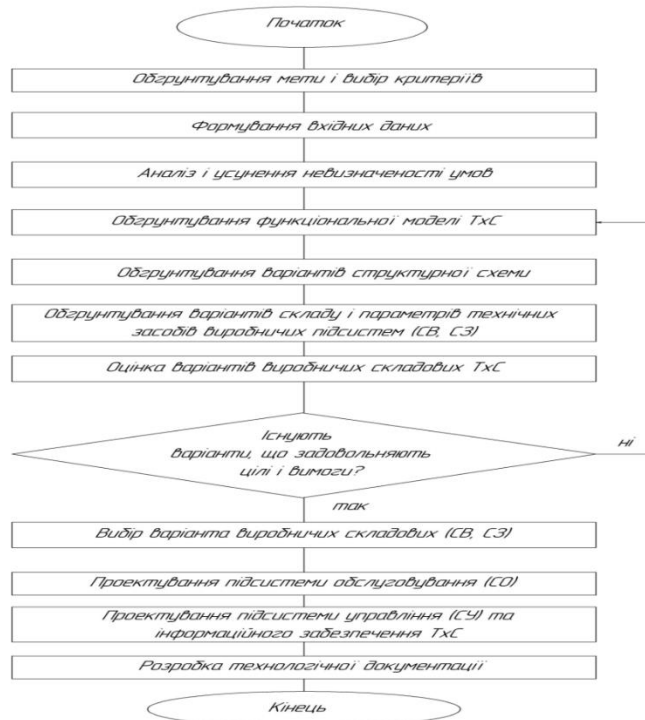


Рисунок .1. Загальна схема проектування технологічних систем.

Обґрунтування цілей і критеріїв. У наведеному вище формулюванні завдання відображена мета проектування операції. Проте для прийняття раціональних рішень мету потрібно виразити у вигляді кількісних критеріїв.

Число критеріїв можна зменшити, якщо окремі показники перевести в категорію обмежень. Такий підхід доцільно застосовувати насамперед до показників якості та шкідливих наслідків, бо їх значення повинні відповідати певним нормативним вимогам, незалежно від складу та інших властивостей системи. Тоді задача проектування ТхСО зводиться до двокритеріальної (W_0 і E_0). Застосування відносних критеріїв (наприклад, відношення W_0 / E_0) дозволяє звести задачу до однокритеріальної

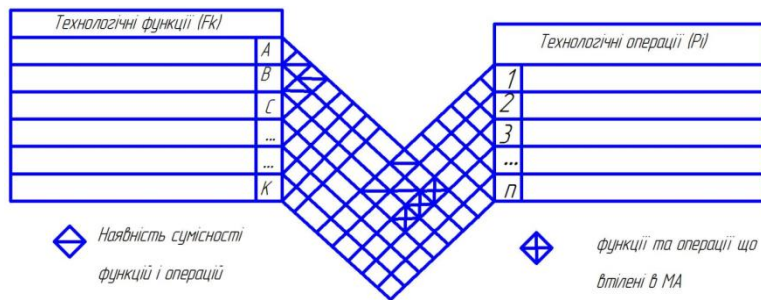


Рисунок2.. Побудова матриці взаємозв'язків технологічних функцій і операцій:

M_F -підматриця сумісності функцій; M_P - підматриця сумісності операцій; M_{FP} - підматриця втілення функцій в операціях.

Проектований склад комплексів машин для вирощування та збирання соняшника на площі 100 га. Урожайність насіння 2,5 т/га

Техніка		Кількість машин у комплексі, обґрунтованому за критерієм	
Вид	Марка	затрат робочого часу	приведен их затрат
Трактори	JOHN DEERE 8430	1	-
	JOHN DEERE 7530	1	-

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

	ХТЗ-17022	-	1
	JOHN DEERE 6830	1	-
	MF 5435	1	-
	MT3-80.1	-	4
Автомобілі	КамАЗ-45144	2	-
	КамАЗ-45143	-	3
	ГАЗ-3309	1	1 ¹
Причепи	ГКБ - 8350	1	-
	СЗАП-8551	-	1
Навантажувачі	MANITOU мод. MLT 371T	2	-
	ПС-0,5/0,8	1	2
	ЗШ-3	1 ¹	1 ¹
Плуги	Wari Diamant 7+1	1	-
	ПО-5	-	1
Борони дискові	JOHN DEERE 630	-	-
	БДТ-7,0А	-	1
Комбіновані агрегати	К 600 PS	1	-
	АП-6	-	1
Машини для внесення добрив	RCW 10000 мод. TVTA N18	1	-
	МВУ-6	-	1
	Protwin 8124	1 ²	-
	МТО-6	-	1 ²
	ЗЖВ-Ф-3,2	2 ³	-
	РЖТ-4	1	1 ³
Машини для захисту рослин	SPRA-COUPÉ 7660	1	-
	ОПШ-3524	-	1
Сівалки	MF 555	-	-
	СУПН-8А-02	-	1
Культиватори	SFOGGIA Thema-12	1	-
	КРНВ-5,6-04	-	1
Зернозбиральні комбайни	JOHN DEERE 9880 STS	1	-

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

	КЗСР-9	-	1
Приставки	ПС-6,7-05	-	-
	ПС-6	-	1
Зерноочисні сушильні агрегати	КЗС-40	1	-

Економічні показники використання комплексів машин для вирощування та збирання соняшника

Критерій ефективності	Значення показників з розрахунку на гектар				
	Капітальні вкладення, грн.	Наведені витрати, грн.	Прямі експлуатаційні витрати, грн.	Затрати робочого часу, год.	Витрати палива, кг
приведені витрати	4437,45	1860,40	2510,37	4,3	57,6
Затрати робочого часу	5344,38	1930,63	4175,61	3,36	58,7

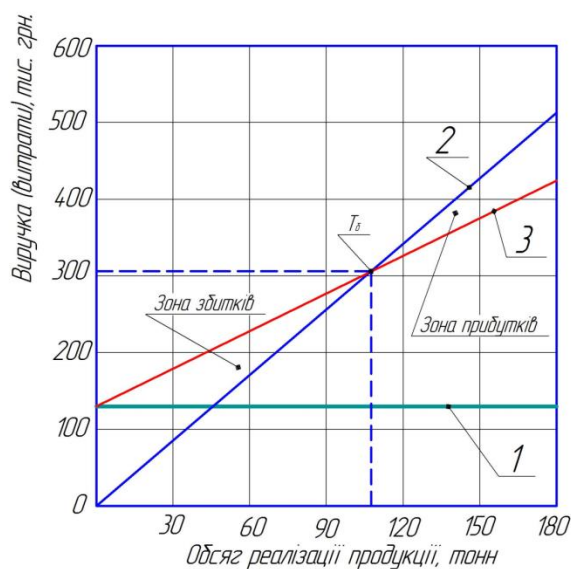


Рисунок 3.. Графічний розрахунок точки беззбитковості обсягу виробництва продукції

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Позначення ліній:

1-виручка від реалізації; 2-постійні витрати; 3-загальні витрати.

Точки безбитковості, визначені математичним і графічним способами, співпадають і дорівнюють 108 тонн.

ВИСНОВКИ

Наявні в підприємстві „ технологія і комплекс машин для виробництва соняшника застарілі і неповною мірою відповідають сучасним вимогам науково – технічного прогресу.

Найбільш прийнятною для обґрунтування складу сільськогосподарської техніки, для виробництва продукції рослинництва є програма і методика для ПК кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту НУБіП України.

Критеріями оптимізації складу машинних агрегатів і комплексів машин прийнято мінімуми приведених витрат і затрат робочого часу.

Розроблений нами механізований процес виробництва соняшника базується на сучасній техніці і технології. Зокрема передбачено використання комбінованих агрегатів для суміщення операцій, поєднання механічних і хімічних способів боротьби з бур'янами, механізоване збирання і післязбиральну обробку врожаю у встановлені агростроки.

До складу комплексу машин, обґрунтованого за критерієм мінімуму приведених витрат, входить вітчизняна і техніка ближнього зарубіжжя, зокрема: трактори МТЗ-80.1, ХТЗ-17022, ГАЗ-3309, автомобіль КамАЗ 345143, зернозбиральний комбайн ACROS-530 та інші.

Комплекс машин, обґрунтований за критерієм мінімуму затрат робочого часу, містить високопродуктивну, надійну але й дорогую техніку країн дальнього зарубіжжя, зокрема: трактори ДжДір7530, ДжДір6830, ДжДір8430, МФ-5435, зернозбиральний комбайн ДжДір9890STS.

Розроблений нами бізнес – план свідчить про економічну доцільність впровадження проектного механізованого процесу виробництва соняшника в підприємстві. Обсяг безбиткового

виробництва насіння становить 108 т, прибуток від реалізації продукції 305640 грн, а рівень рентабельності 52%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу / [Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Бондар С.М. та ін.]. – К.: Видавничий центр НАУ, 2004. – 151с.
2. Машиновикористання в землеробстві / [Ільченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А. та ін.]; за ред. В.Ю.Ільченка і Ю.П.Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
3. Завалишин Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Завалишин Ф.С. – М.: Колос, 1973. – 319 с.
4. Основи проектування технологічних процесів: Навчальний посібник / [Гречкосій В.Д., Шатров Р.В., Василюк В.І., Шейко Л.О.]. – Ніжин: «MILANIK», 2009. – 111с.
5. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол.: М.В.Зубець, В.П.Ситник, В.О.Круть та ін.. – К.: Аграрна наука, 2004. – 844 с.
6. Економічний довідник аграрника / За ред. Ю.Я.Лузана і П.Т.Саблука. – К.: Преса України, 2003 . – 800 с.
7. Троценко В.І. Соняшник: селекція, насінництво, технологія вирощування: Монографія / В.І.Троценко. – Суми: Унів. книга, 2001. – 184с.
8. Мельник І., Гречкосій В., Марченко В. Комплексна механізація виробництва соняшнику / Ж. „Пропозиція”, 2004, №11. – С. 40-41.
9. Саблук П.Т. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур / За ред. П.Т.Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є.Мазнева. – К.: ННЦ ІАЕ, 2005. – 402 с.
10. Механізовані польові роботи. Норми виробітку та витрати палива на внесення добрив, хімічний захист сільськогосподарських культур та методика їх розрахунку / Українська центральна нормативно-дослідна станція по праці: К., 1997. – 275 с.

УДК 63.5995

Дослідження параметрів роботи транспортера-сепаратора зерноочисної машини при вирощуванні озимої пшениці

Демидко М.О.- д.т.н., проф.

Сластьон О.В. ст-нт гр. МА 181

ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Проблема. Україна має великі можливості для збільшення виробництва сільськогосподарської продукції.

Вітчизняними селекціонерами виведено і впроваджено у виробництво багато високоврожайних сортів сільськогосподарських культур, завдяки яким можна одержувати високі врожаї зернових – 70...100 ц/га.

Впровадження більш прогресивних інтенсивних технологій зумовлене намаганням значно збільшити врожайність, зменшити витрати добрив, пестицидів, палива, затрати праці на одиницю продукції.

Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва потребує докорінної перебудови в сфері виробничої і технічної експлуатації МТП.

В багатьох підприємствах АПК ще повільно впроваджується комплекс науково-обумовлених заходів по створенню умов оптимального виробництва.

В той же час питання, пов'язані з постачанням населенню продуктів харчування, а промисловим підприємством сировини, є дуже важливими. Високопродуктивне сільське господарство допоможе вийти країні з важкого економічного стану.

Мета. Робота "Механізація вирощування озимої пшениці з дослідженням транспортера-сепаратора зерноочисної машини" присвячена вдосконаленню технології вирощування даної культури з використанням досвіду раціонального використання зерноочисної техніки та модернізацією конструкції сепаратора.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

При складанні технологічної карти вирощування озимої пшениці будемо користуватися рекомендаціями науково – дослідних інститутів та технологічними картами, що розроблялися спеціалістами даного господарства.

Агротехнічний час виконання операцій встановлюють на основі агровимог.

На операціях з підвищеною енергомісткістю та великих масивах вигідніше використовувати енергонасичені (швидкісні) трактори, а на операціях з малою енергомісткістю – трактори звичайної енергомістності.

Найбільш відповідальним етапом складання технологічної карти є розрахунок та обґрунтування складу агрегату. Склад машинно–тракторного агрегату для виконання такої сільськогосподарської операції необхідно обирати так, щоб забезпечити задану чіткість, максимальну продуктивність, повне використання потужності та мінімальні витрати коштів на одиницю роботи. Перевагу надають комбінованим агрегатам як спеціальним, так і складеним в господарстві.

Склавши нову технологічну карту вирощування озимої пшениці ми можемо її використати для розрахунку економічної ефективності запропонованих змін порівнюючи затрати на оранку по старій і на пошарове розпушення по новій технології.

Далі в конструктивній частині розглянемо можливість модернізації зерноочисної машини ОВС–25 з метою підвищення продуктивності машини при забезпеченні необхідної якості очищення та зменшення втрат зерна при цьому.

. Програма експериментальних досліджень

Програмою експериментальних досліджень передбачається наступне:

1. Визначення фізико–механічних властивостей зернового вороху, що використовується у дослідках:

- розмірної характеристики зернового вороху;
- вологості;
- об’ємної маси;
- засміченості.

2. Дослідження впливу параметрів та режимів роботи сепаруючої частини робочого органу на його технологічну ефективність.

3. Вивчення закономірностей просівання зерна крізь канали решета по його довжині в залежності від: величини питомого завантаження решета, вологості та засміченості оброблюваного матеріалу.

4. *Методика визначення фізико–механічних властивостей зерна*

4.1.2.1. *Методика визначення фракційного складу оброблюваного матеріалу*

5. Дослідження проводились на зерновому воросі озимої пшениці (Одеська 267) урожаю 2016 років, отриманому після збирання зернозбиральними комбайнами "Дон–1500" та "Лан".

6. Для визначення фракційного складу зернового вороху, вибірку масою 0,2 кг оброблювали на плоскому ручному класифікаторі з продовгуватими отворами (Рисунок 4.9) протягом 5 хвилин. Розміри решіт:

1. першого – 2,0 x 20 мм;
2. другого – 2,5 x 20 мм;
3. третього – 3,0 x 20 мм;
4. четвертого – 3,5 x 20 мм;
5. п'ятого – 4,0 x 20 мм.

Опис конструкції і роботи експериментальної установки

Для проведення дослідів розроблена та виготовлена експериментальна установка, схема та загальний вигляд якої приведені на Рисунок 4.1 та 4.2.

Експериментальна установка (Рисунок 4.1) складається із рами 1, до якої на шарнірі 11 закріплено корпус транспортера–сепаратора 2 з механізмом приводу. До боковин корпусу з внутрішньої сторони під транспортером–сепаратором 2 закріплено решето з круглими поздовжніми перетинками 3 (Рисунок 4.5 або 4.8) та на підшипникових сферичних опорах верхній (привідний барабан) 4 та нижній барабан 5. За барабаном 5 встановлено бункер 11, в нижній частині якого

знаходяться регулююча заслінка 12 та перекриваюча заслінка 13. Для визначення просівання прохідної фракції

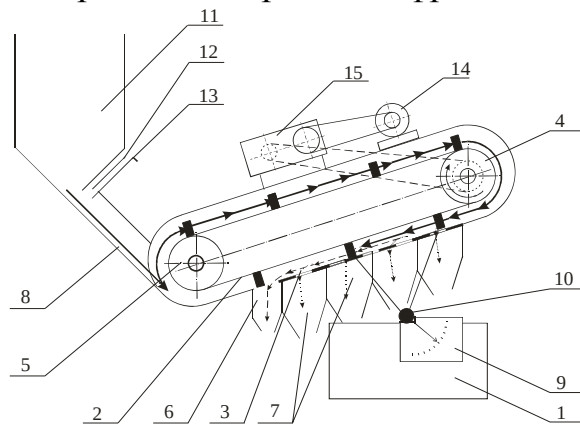


Рисунок 1. Схема експериментальної установки

В результаті проведення експериментальних досліджень визначено:

- залежність діаметру поперечних перетинок від призначення решета (колосове, підсівне, сортувальне);
- залежності зміни просівання зерна крізь канали пруткового решета від параметрів та режимів роботи сепаруючої частини робочого органу;
- залежності виділення крупних домішок від параметрів та режимів роботи сепаруючої частини робочого органу.

За результатами проведених експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки

1. Область раціональних значень діаметрів перетинок колосового решета для зерна пшениці знаходиться в межах від 0 до 2 мм. Експериментальними дослідженнями встановлено, що зі збільшенням діаметрів перетинок технологічна ефективність сепарації зменшується.

2. Область раціональних значень діаметрів перетинок підсівного решета, для тих же культур, знаходиться в межах 4,5–5,5 мм. Причому зменшення та збільшення діаметрів перетинок за межами цього діапазону зменшує технологічну ефективність сепарації пруткового решета.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

3. Потрібна довжина решета транспортера–сепаратора збільшується при збільшенні швидкості подачі та кута нахилу. Області раціональних значень вказаних параметрів лежать в межах: швидкість подачі – 0,5...0,7 м/с; кут нахилу решета – 20...30°. Довжина решета, на якій відбувається просівання всього матеріалу для вказаних умов складає 0,4...0,6 м.

4. На процес сепарації зернового вороху на прутковому решеті, у визначених довірчих інтервалах, впливають: кут нахилу решета, вміст крупних домішок та питоме навантаження на решето. При чому збільшення будь якого з цих параметрів призводить до збільшення втрат зерна.

5. Зі збільшенням кута нахилу решета при сталому питомому навантаженні питома продуктивність решета зменшується. Навпаки, зі збільшенням питомого навантаження при незмінному куті нахилу решета вона збільшується.

6. Повнота виділення крупних домішок на сепаруючій поверхні транспортера–сепаратора збільшується зі зменшенням діаметра поперечного перерізу поздовжніх перетинок, кута нахилу решітної поверхні та питомого навантаження решета.

7. Техніко-економічні показники модернізованої зерноочисної машини

Показники	Одиниці виміру	Машина		Відхилення	
		базова	проектна	±	%
Обсяг робіт	т	840	840	–	–
Продуктивність	т/год	20	10	–10	–50,0
Вартість електроенергії	грн	758,1	590,52	–167,58	–22,11
Ціна машини	грн	230000	97400	–132600	–57,65
Собівартість очистки	грн	28520,3 1	25818,98	–2701,33	–9,47
Питома собівартість	грн./т	33,95	30,74	–3,21	–9,45
Річна економія	грн.	–	2696,4		

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Річний економічний ефект	грн.	–	4838,4		
Термін окупності	роки	–	0,19		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській роботі проведено дослідження конструктивно–технологічних параметрів транспортера–сепаратора на якісні показники його роботи.

Виконано вдосконалення технології післязбирального обробітку зерна озимої пшениці шляхом заміни базової машини ОВС–25 більш сучасною – МЗП–10. Проект виконаний на базі господарства СФГ "Мацюпа" Кіровоградського району Кіровоградської області.

У технологічній частині дипломного проекту проведено обґрунтування запропонованих заходів: розрахунок складу агрегату, складено операційно–технологічну карту на попереднє очищення зерна озимої пшениці на току, а також приведено заходи по організації праці при виконанні цієї операції.

У конструкторській частині запропонована модернізація завантажувально–сепаруючої частини зерноочисної машини МЗП–10.

У розділі "Охорона праці" проведено комплекс заходів по безпечній роботі агрегату та уникненню впливу небезпечних та шкідливих факторів на обслуговуючий персонал.

У економічній частині проекту обґрунтовано доцільність внесених змін до технології вирощування зерна озимого ячменю та обчислено економічний ефект, який дозволяє судити про доцільність внесених змін, оскільки річна економія становить 2696,4 грн, економічний ефект – 4838,4 грн.

Використана література

1. Технология производства продукции растениеводства/ Фирсов И.П., Соловьев А.М., Раскутин О.А. и др.; Под ред. И.П. Фирсова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 432 с.: ил.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

2. Шмат К.І., Диневич Г.Ю., Карманов В.В. Технологія і обладнання для зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. Навчальний посібник. – Херсон, ХНТУ, 2004. – 400 с.
3. Комаристов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна. – К.: Урожай, 1990. – 182 с.
4. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 237 с.: іл.
5. Диденко И.Ф. Эксплуатация машинно–тракторного парка. – К.: Вища школа, 1977. – 392 с.
6. Машиновикористання в землеробстві/ В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
7. Корнеев Г.В. Транспортёры и элеваторы сельскохозяйственного назначения. – М.–К.: Машгиз, 1961. – 231 с.
8. Тиц Э.Л. и др. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. – М.: Машиностроение, 1967. – 447 с.
9. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. – М.: Машиностроение, 1964. – 354 с.
10. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. – М.: Колос, 1973. – 199 с.
11. Исследование процессов рабочих органов машин для уборки зерновых культур и послеуборочной обработки зерна / ВИСХОМ; глав. ред. А.В. Колесников. – М.: ОНТИ, 1973. – Вып. 72. – 154 с.

УДК 631.82:633.34

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ПІВДЕННО-СХІДНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Дудкіна А.П.

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

Одержані дані вказують на економічну доцільність внесення добрив на початку закладки генеративних органів у рослин сої. Пізні прикореневі підживлення в умовах південного Степу є малоефективними внаслідок негативної дії високих температур, посух, суховіїв та нестачі вологи. Найбільший приріст урожайності (0,47 т/га, або 28,0 %) отримано на варіанті фон + припосівне внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$. Застосування добрив $N_{20}P_{20}K_{20}$ одночасно із сівбою та при першому міжрядному обробітку збільшує рентабельність відповідно на 15,7 та 8,0 %. При вирощуванні сої в умовах південно-східної частини Степової зони внесення добрив перед посівом та підживлення перед змиканням міжрядь було економічно недоцільними. Правильно підібрана система застосування добрив дає можливість підвищити врожайність (на 20–30 %) та рентабельність вирощування сої (на 8–16 %) в умовах південно-східного Степу України.

Ключові слова: соя, мінеральні добрива, способи і строки внесення добрив, урожайність, рентабельність

Необхідність забезпечити населення продуктами харчування вимагає випереджаючого росту виробництва продовольчих ресурсів, зокрема білково-олійної сировини. Поповнення їх значною мірою забезпечується за рахунок стратегічної культури сої, яка являє собою важливу складову продовольства, основу світової піраміди рослинного білка і олії.

В Україні інтерес фахівців до культури сої зростає, оскільки завдяки їй успішно розв'язується проблема білка, олії в багатьох вітчизняних сільськогосподарських підприємствах, зміцнюється економіка [1–3]. Урожайність сої значно залежить від технології

вирощування. Одним з найважливіших технологічних прийомів, що впливають на врожайність і якість насіння сої, є система удобрення. Специфічним є застосування добрив для сої зважаючи на її біологічну здатність засвоювати атмосферний азот за допомогою симбіозу з бульбочковими бактеріями-азотфіксаторами і поглинати фосфор з важкодоступних сполук ґрунту. У технології вирощування сої має бути комплексний підхід до вибору системи удобрення з урахуванням таких факторів, як ґрунтово-кліматичні і погодні умови, попередник, сорт, фон інокуляції тощо [4–8].

Агрокліматичні умови південно-східного Степу України, зокрема Донецького регіону, з високими температурами повітря та дефіцитом вологи не є комфортними для вирощування сої. Тому актуальною є удосконалення агротехніки вирощування сої в умовах посушливого клімату з високими температурами повітря та ґрунту.

Метою досліджень було визначити оптимальні строки і способи внесення мінеральних добрив для збільшення врожайності сої в умовах південно-східного Степу України.

Дослідження проводили у 2016–2018 рр. в ДП «ДГ «Забойщик» Донецької ДСДС НААН» (Великоновосілівський район Донецької області). Польові досліді закладали у трикратному повторенні з систематичним розміщенням варіантів. Загальна посівна площа ділянки 84 м², облікова – 52,8 м².

Ґрунт – чорнозем звичайний середньогумусний важко суглинковий.

У дослідях використовували такі добрива: основне (фон) – тукосуміш (аміачна селітра N – 34 %, суперфосфат простий гранульований P₂O₅ – 19,5 %, калій хлористий K₂O – 60 %); нітроамофоска з умістом N 16 %, P₂O₅ 16 %, K₂O 16 %.

Схема досліду: 1) N₂₀P₄₀K₄₀ (основне) – фон; 2) Фон + N₂₀P₂₀K₂₀ (передпосівне); 3) Фон + N₂₀P₂₀K₂₀ (припосівне); 4) Фон + N₂₀P₂₀K₂₀ (підживлення при першому міжрядному обробітку); 5) Фон + N₂₀P₂₀K₂₀ (підживлення перед змиканням міжрядь). Добрива вносили відповідно до схеми досліду.

Дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій у рослинництві. Спостереження, обліки в

дослідах та статистичну обробку врожайних даних проводили за методикою Б. О. Доспехова [9].

Агротехніка досліду загальноприйнята для зони Степу. Попередник – ячмінь ярий. Сою сорту Златослава висівали у третій декаді квітня за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10–12 °С. Сівбу проводили сівалкою СН-16 з глибиною загортання насіння 4 см, нормою висіву 500 тис. насінин на 1 га. Перший міжрядний обробіток проводили у фазі «другий трійчастий листок» під час формуванні суцвіття та квіток, другий – перед змиканням міжрядь.

Перші сходи відмічено на 11–12-ту добу після сівби, повні – на 14–16-й ту. Через 15–18 діб після повних сходів зафіксовано фазу першого трійчастого листка, на 30–32-ту добу – фазу гілкування. Початок цвітіння сої спостерігали на 35–36-ту добу після повних сходів, а масове цвітіння – на 40–43-ту добу. Формування бобів у нижньому ярусі рослини відмічали на 46-ту добу вегетації сої. Повної стиглості насіння сої досягало на 100–102-ту добу вегетації. Збирали врожай комбайном Sampro-500, кожен ділянку окремо.

Дані таблиці 1 показують, що найбільший приріст урожайності (0,47 т/га) отримано від застосування добрив за схемою варіанту 3 (фон + припосівне внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$). Приріст урожайності на варіанті 5 (фон + підживлення $N_{20}P_{20}K_{20}$ перед змиканням міжрядь) був найменшим і становив 0,12 т/га до контролю.

Комбінування основного внесення добрив та прикореневого підживлення при першому міжрядньому обробітку у фазі «другий трійчастий листок» забезпечило приріст урожайності до контролю 0,41 т/га.

Одержані дані вказують на практичну та економічну доцільність внесення добрив безпосередньо на початку активного росту кореневої системи, що збігається із початком розвитку бульбочок. Закладка міцної кореневої системи позитивно впливає на засвоєння рослинами поживних елементів упродовж всієї вегетації сої. Завдяки тропізму кореня можливе використання вологи із більш глибоких шарів ґрунтового профілю під час настання посушливих умов. Це дозволило збільшити «буферність» або опір факторам навколишнього середовища та збільшило продуктивність сої.

Таблиця 1- Вплив удобрення на врожайність сої (2016–2018 рр.)

Варіант досліджу	Урожайність, т/га			Урожайність середня, т/га	Приріст, т/га
	2016	2017	2018		
1) N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	1,72	1,77	1,52	1,67	-
2) Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (передпосівне)	1,79	2,15	1,69	1,88	0,21
3) Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (припосівне)	2,15	2,03	2,23	2,14	0,47
4) Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (підживлення при 1-му міжрядному обробітку)	2,31	2,06	1,87	2,08	0,41
5) Фон+N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (підживлення перед змиканням міжрядь)	1,75	1,9	1,73	1,79	0,12
НІР, т/га					0,19

Пізні прикореневі підживлення у кліматичних умовах південно-східного Степу України були малоефективними через такі несприятливі погодні явища, як посухи, суховії тощо.

Розрахунок економічної ефективності різних способів і строків внесення добрив під сою в умовах південно-східного Степу України наведений у таблиці 2.

Таблиця 2 - Економічна ефективність внесення добрив при вирощуванні сої в умовах південно-східного Степу України

Варіант	Урожайність, т/га	Дохід від реалізації, грн	Виробничі витрати, грн на 1 га	Собівартість, грн/т	Рентабельність, %	Зміна рентабельності, %
1) N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	1,67	15865	8000	4790,42	198,3	-
2) Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	1,88	17860	9500	5053,19	188,0	-10,3

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

(передпосівне)						
3) Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (припосівне)	2,14	20330	9500	4439,25	214,0	15,7
4) Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (підживлення при 1-му міжрядному обробітку)	2,08	19760	9580	4605,77	206,3	8,0
5) Фон+N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (підживлення перед змиканням міжрядь)	1,79	17005	9500	5307,26	179,0	-19,3

Збільшився дохід від реалізації сої за вирощування на всіх варіантах, але зважаючи на зростання витрат на агрозаходи на варіантах 2 і 5 та невисокий приріст урожайності 0,21 та 0,12 т/га на них відповідно. Можна дійти висновку про економічну недоцільність даних елементів технології для підвищення ефективності вирощування бобових у Степовій зоні. Рентабельність по даних варіантах мала від'ємне значення (-10,3 % та -19,3 %).

Економічно та біологічно збалансованими прийомами в технології вирощування сої є внесення на основному фоні удобрення N₂₀P₂₀K₂₀ одночасно із сівбою (варіант 3) та при першому міжрядному обробітку посівів сої у фазі «другий трійчастий листок» (варіант 4), що підвищу врожайність сої (на 0,47 та 0,41 т/га відповідно) та рентабельність її виробництва (на 8–16 %).

Висновки. Правильно підібрана система застосування добрив дає можливість збільшити врожайність сої в умовах південно-східного

Степу України на 20–30 %. Так, припосівне внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$ у комплексі з основним удобренням підвищує врожайність сої на 0,47 т/га, або 28 %, підживлення при першому міжрядному обробітку у фазі «другий трійчастий листок» – на 0,41 т/га, або 24,5 %, що відповідає збільшенню рентабельності на 8–16 %.

Список використаних джерел

1. Бабич А. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. *Аграрний тиждень. Україна*. 2011. № 40. С. 10; № 41. С. 14.
2. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Задорожна І. С. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 54–62. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-08
3. Бурка А. Соя в Украине: где больше выращивают, перерабатывают и куда продают. *Зерно*. 2015. № 3. С. 120–123.
4. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Чорна В. М., Колісник С. І., Лихочвор В. В., Пида С. В. Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля. *Мікробіологічний журнал*. 2018. № 5. С. 63–75. doi: 10.15407/microbiolj80.05.063
5. Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. *Молодий вчений*. 2015. № 6. Ч. 1. С. 52–54.
6. Ільєнко О. В. Використання вологи посівами сої залежно від способів сівби та норм висіву насіння. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 102–105.
7. Заболотний Г. М., Циганська О. І., Циганський В. І. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 5. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_5_10. doi: 10.31548/dopovidi2018.05.008
8. Душко П. М. Ефективність органо-мінеральної системи удобрення сої. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 63–66.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. 416с.

Аннотация. *Полученные данные указывают на экономическую целесообразность внесения удобрений в начале активации физиологических процессов в растениях сои. Поздние прикорневые подкормки в условиях южной Степи малоэффективны вследствие негативного воздействия высоких температур, засух, суховеев. Наибольшая прибавка урожайности сои (0,47 т/га, или 28 %) получена на варианте фон + припосевное внесение $N_{20}P_{20}K_{20}$. Применение удобрений $N_{20}P_{20}K_{20}$ при посеве и первой междурядной обработке увеличивает рентабельность на 15,7 и 8,0 %, соответственно. В технологии выращивания бобовых в Степной зоне внесение удобрений перед посевом и подкормка перед смыканием междурядий являются экономически нецелесообразными.. Правильно подобранная система применения удобрений позволяет повысить урожайность (на 20–30 %) и рентабельность выращивания сои (на 8–16 %) в условиях юго-восточной Степи Украины.*

Ключевые слова: *соя, минеральные удобрения, способы и сроки внесения удобрений, урожайность, рентабельность.*

Summary. *The data obtained indicate the economic feasibility of fertilizer application at the beginning of activation of physiological processes in soybean plants. Late plant root fertilization under conditions of the Southern Steppe of Ukraine is ineffective owing to negative effects of high temperatures, droughts, and hot winds. The most increase of soybean yield (0.47 t/ha or 28 %) was formed in the variant background + $N_{20}P_{20}K_{20}$ during sowing. Fertilization with $N_{20}P_{20}K_{20}$ during sowing and during the first inter-row processing increases profitability by 15.7 and 8.0 %, respectively. When growing legumes in the Steppe zone, fertilization before sowing as well as before inter row-space covering is uneconomical. Properly chosen fertilizer application system allows increasing soybeans yield (by 20–30 % and profitability (by 8–16 %) under conditions of the South-Eastern Steppe of Ukraine.*

Keywords: *soybean, fertilizers, methods and terms of fertilizer application, crop yield, profitability.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ БРИКЕТУВАННЯ БІОМАСИ УДАРНИМ СПОСОБОМ

Єременко О. І., к.т.н., доцент; Зубок Т. О., к.с.-г.н.;
Громиченко Д. В., студент III курсу механіко-технологічного
факультету

Національний університет біоресурсів і природокористування
України

Постановка проблеми. Вторинна аграрна біомаса, що залишається після виробництва основної продукції, зазвичай застосовується в багатьох технологіях тваринництва та переробки. Одним із шляхів раціонального використання біомаси у вигляді побічної продукції є брикетувати у паливо. Як з'єднувальний елемент частинок сировини при брикетуванні виступає лігнін, який виділяється з рослинних клітин під дією суттєвого тиску 20-30 МПа робочих механізмів і температури понад 100°C. Біопаливні брикети мають високу щільність 800-1200 кг/м³, відносно високу теплоту згорання 14-19 МДж/кг, в переважній більшості однакові геометричні форми і розміри залежно від прийнятої технології твердопаливного виробництва. Якість паливних брикетів залежить від фізико-технологічних властивостей сировини, температури нагріву під час брикетування, зусилля ущільнення, часу витримки під тиском, технології брикетного виробництва [1-3].

Преси для брикетування біомаси за конструкцією робочих органів поділяють на шнекові, поршнево-гідравлічні, ударно-механічні (штемпельні). Основними вузлами ударно-механічних пресів є привод, живильник, механізм, що пресує, камера пресування з матрицею відкритого типу. Таким машинам притаманні недоліки, одним з яких є обмеження кінцевої щільності брикетів до 900 кг/м³. Це пояснюється незначною величиною підпора біомаси та протіканням релаксації в коротких відкритих матрицях. При подовженні каналу матриці для

збільшення площі тертя об бокові стінки та витримки біомаси за часом відбувається заклинювання брикетів, що формуються [1, 2, 4].

Для отримання виробів високої щільності застосовують, в основному, брикетні преси шнекового типу (екструдерні) або поршневі гідравлічні установки із закритою матрицею. Разом з цим, зазначені типи брикетних машин мають суттєві недоліки [1-3]. Тому доцільно удосконалювати конструктивно-технологічні схеми [2, 4] перспективних пресів ударно-механічної дії із застосуванням навантажень динамічного характеру, впроваджувати технічні рішення брикетного виробництва в закритих каналах матриці, що є актуальним напрямком інженерних досліджень.

Мета досліджень - підвищення ефективності брикетування біомаси шляхом модифікація ударно-механічного преса у напрямку збільшення щільності виробів за рахунок збільшення тиску пресування.

Виклад основного матеріалу. Брикетний прес ударно-механічної дії з відкритим матричним каналом забезпечує отримання брикетів за рахунок динамічних навантажень штемпеля-штовхача на сировинну біомасу. Утримуючись в каналі матриці силами тертя, що виникають під впливом пружного розширення біомаси, моноліт – майбутній брикет при кожному ударі штемпеля інтенсивно ущільнюється разом з новою подачею сировини і одночасно пересувається до виходу з каналу матриці.

За результатами аналітичного огляду відомих конструкцій брикетних машин ударної дії [1, 2, 4] та для обґрунтування удосконаленого технологічного процесу ущільнення біомаси в закритому каналі пропонується перспективна графоаналітична модель (Рисунок 1), яка враховує найбільш важливі чинники, що впливають на роботу преса та якість отримуваних виробів [4]. Робочими органами механізму є циліндричний прес-штемпель 1 масою m_1 і матриця 2 масою m_2 . Зусилля опору ущільнення біомаси 3 позначено F (Рисунок 1, б) і залежить від ходу l штемпеля. Сировинна біомаса з пружними властивостями відображена позицією 4 (Рисунок 1, а), а підпорна пластина - позицією 5. Коефіцієнт жорсткості пружини 4, тобто пружні властивості біомаси, позначений c .

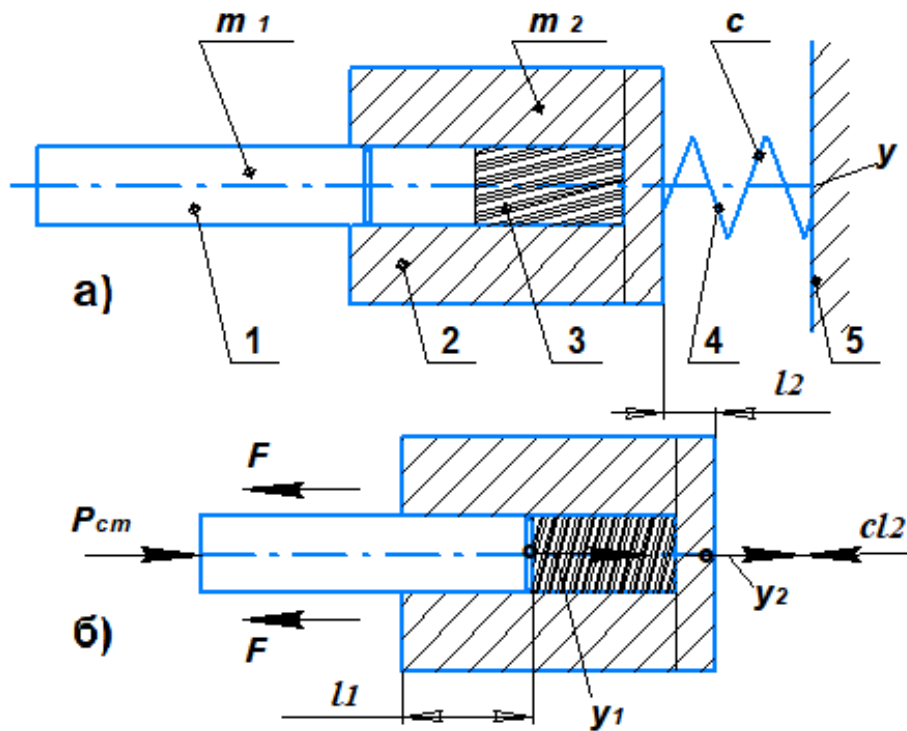


Рисунок 1. Схема графоаналітичної моделі брикетування біомаси методом удару в закритому каналі матриці:

а) вихідне положення прес-штемپеля 1 і матриці 2; б) система після ударної дії штемпеля силою $P_{ст}$

Припускаємо, що закономірність змінення сили опору $F(l)$ є експонентою. Тоді за мірою підвищення сили пресування ступінь ущільнення збільшується по асимптоті, наближаючись до граничного значення. До моменту здійснення удару штемпель під дією сили $P = P_{ст} + m_1 a$ (де a - прискорення штемпеля) вже занурився на глибину каналу l_1 , що є початковим моментом удару $P_{ст} + m_1 a = F(l_1)$. Подальший рух штемпеля характеризується миттєвим і абсолютно пружним ударом, коли коефіцієнт відновлення при ударі дорівнює одиниці. Дане припущення про миттєвість удару передбачає, що в момент ударної дії штемпель має швидкість, яка під дією сил опору падає до нуля.

Розташування штемпеля 1 і матриці 2 на схемі описується координатами y_1 і y_2 , початок яких поєднаний з їх торцями у положенні

рівноваги, а напрямок збігається з напрямком зусилля ущільнення (Рисунок 1, б).

Диференційне рівняння руху системи після першого удару має вигляд:

$$m_1 \ddot{y}_1 + F(l_1) + F(y_1) = P, \quad (1)$$

де y_1 - переміщення штемпеля після І-го удару;

$F(l_1) + F(y_1)$ - узагальнені сили опору пресуванню.

При початкових умовах $t = 0$; $y_1 = 0$; $\dot{y}_1 = V_0$ (початкова швидкість штемпеля, викликана першим ударом) рівняння (1) приймає вигляд:

$$m_1 \ddot{y}_1 + F(y_1) = 0. \quad (2)$$

Для спрощення аналізу моделі на інтервалі $(0; l_1)$ застосуємо метод лінеаризації, згідно з яким нелінійна функція $F(y_1)$ замінюється лінійною функцією $f_1 y_1$. Коефіцієнт f_1 лінеаризації сили опору визначаємо з умови мінімуму:

$$f_1 = \frac{5}{l_1^5} \int_0^{l_1} F(y_1) (y_1)^3 dy_1. \quad (3)$$

Тоді рівняння (2) після лінеаризації записуємо так:

$$m_1 \ddot{y}_1 + f_1 y_1 = 0. \quad (4)$$

При розв'язанні рівняння (4) з урахуванням початкових умов маємо:

$$y_1 = \frac{V_0}{k_1} \sin k_1 t, \quad \text{де } k_1 = \sqrt{\frac{f_1}{m_1}}. \quad (5)$$

Диференційне рівняння руху системи після ІІ-го удару зі застосуванням лінеаризації має вигляд:

$$m_1 \ddot{y}_{1,II} + f_1 y_{1, \text{кін}} + f_2 y_{1,II} = 0, \quad (6)$$

де $y_{1, \text{кін}}$ - значення кінцевого ходу штемпеля після І-ого удару.

Дії наступних ударів також описуються рівняннями зі застосуванням лінеаризації після кожного i -го удару:

$$m_1 \ddot{y}_{1,i} + \sum_{i-1} (f_{i-1} y_{1, \text{кін}} + f_2 y_{1,i-1}) = 0, \quad (7)$$

де $f_{i-1} = \frac{5}{l_1^5} \int_0^{l_i} F(y_1) (y_1)^3 dy_1, \quad i = 2, 3, 4 \dots$

Оскільки в реальності після здійснення ударних дій в закритому каналі матриці брикетний моноліт отримує затухаючі коливання, то

можливість збільшення щільності має певну межу, а подальше пресування ударним методом може привести до зменшення міцності виробів та навіть їх руйнування.

Висновки. 1. При дії ударних навантажень в закритому каналі суттєво в 1,5 рази збільшується власно щільність і міцність брикетів, покращується рівномірність щільності готових виробів за об'ємом, змінюється ефективний коефіцієнт тертя між частинками біомаси і навколишніми поверхнями, значно зменшуються необхідні зусилля пресування в порівнянні з пресуванням у відкритому каналі за рахунок наявності підпорної пластини.

2. До достоїнств запропонованої моделі варто віднести обґрунтовані припущення та прості графоаналітичні рішення. Разом з цим, на основі такого моделювання неможливо визначити характер розподілу напружень, що виникають в матричному каналі. Тому в подальших дослідженнях необхідно усунути виявлені недоліки даної моделі брикетування біомаси ударним способом в закритому каналі.

Список використаних джерел

1. Гелетуша Г.Г. Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні / Г.Г.Гелетуша., Т.А. Железна, С.В. Драгнєв. Аналітична записка БАУ № 20, 2018. – 32 с. Режим доступу до журн. www.uabio.org/activity/uabio-analytics

2. Єременко О.І. Результати досліджень процесу брикетування соломистих матеріалів ударним пресом / О.І. Єременко, Т.О. Зубок, В.О. Лук'янець // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету [електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – Вип. 19, Т. 3. - С. 98-104.

3. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України / Г. Гелетуша, С. Драгнєв, П. Кучерук, Ю. Матвєєв. - К.: БАУ, 2017. - 37 с.

4. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории колебаний и удара / Я.Г. Пановко // 3-е изд., доп. и переработ. - Л.: Машиностроение, 1976. - 320 с.

УДК 631.03

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Ікальчик М.І.¹, Чуба В.В.², Давиденко О.А.³

¹ канд. техн.. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² канд. техн.. наук, доцент, НУБіП України, м. Київ;

³ студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

***Анотація:** В статті на основі проведеного аналізу, з урахуванням конкретних умов господарства, підібрана технологія вирощування кукурудзи на зерно. Визначений комплекс машин для вирощування кукурудзи. Проведений економічний аналіз від використання розробленої технології, розраховані експлуатаційні витрати і визначений річний економічний ефект.*

***Ключові слова:** технологія, комплекс машин, кукурудза, зерно, економічний ефект.*

Постановка проблеми: Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання.

Найвідповідальнішою операцією будь якої технології вирощування кукурудзи є сівба, оскільки допущені при її виконанні огріхи практично не можливо виправити.

Кукурудза, як рослина південного походження, на відміну від зернових культур має ряд особливостей у вимогах до умов росту.

Враховуючи підвищені вимоги до тепла при проростанні зерна, сіяти слід пізніше ярих колосових, соняшникових і інших культур. В більшості районів оптимальні строки посіву настають коли сталою температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10-12 °С. При цьому слід враховувати морфологічні особливості гербіцидів, ґрунтово-

кліматичних умов, а також погодні умови, які склалися в окремі роки весіннього періоду.

Для одержання дружних і повних сходів кукурудзи, що суттєво впливає на підвищення врожаю, велике значення має високоякісне проведення посівних робіт в оптимальні агротехнічні строки. Щоб повністю механізувати догляд за кукурудзою, не можна допускати розтягування строків посіву. Якщо на одному полі сівба триває 8 ... 10 днів і більше, то сходи будуть не дружними [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: До основних шляхів підвищення продуктивності кукурудзи слід віднести вологозабезпеченість рослин, удобрення і обробіток ґрунту, способи сівби, густоту стояння рослин, площу живлення, особливості використання генетичного потенціалу гібридів кукурудзи.

У дослідях А.В. Бикіна, О.В. Тарасенко виявлено вплив мінеральних добрив на вологозабезпечення рослин кукурудзи за прямої сівби і традиційного обробітку ґрунту. Запаси вологи протягом вегетації культури за цих умов істотно не відрізнялися, проте ефективність їх використання зростала прямо пропорційно до норми мінеральних добрив [2].

За даними С.В. Філоненко встановлено, що саме за чизельного способу основного обробітку, що виконується на глибині 37–40 см, відмічається більш глибоке зволоження ґрунту під час весняного танення снігу і покращується в зв'язку з цим вологозабезпеченість культури у другій половині вегетації. Це сприяє оптимізації умов росту і розвитку рослин кукурудзи, особливо за несприятливого посушливого літнього періоду. При цьому одержано по 104,9 ц/га зерна, що доказово перевищило інші варіанти. Друге місце за відповідним показником за вказаний період посіла оранка на глибину 28–30 см (96,3 ц/га) [3].

Виявлена залежність способів сівби та густоти рослин на ріст, розвиток та формування врожаю зерна кукурудзи. Поєднання надшироких міжрядь (210 см) і смугових посівів (210 x 70) із загущенням посівів, порівняно із прийнятою на практиці шириною міжрядь 70 см і густотою посівів до 40 тис. рослин на 1 га, дає можливість підвищити врожайність зерна кукурудзи.

Мета дослідження: удосконалення організації виробництва кукурудзи на зерно, комплексно оцінити процес вирощування кукурудзи на конкурентоздатність в умовах альтернативної системи землеробства.

Виклад основного матеріалу: Основою сучасної технології вирощування високоврожайних гібридів і сортів кукурудзи є використання високопродуктивних сільськогосподарських машин і знарядь, ефективних, екологічно доцільних, енерго ресурсо зберігаючих технологій вирощування.

Останніми роками рівень виробництва зерна кукурудзи супроводжується значними змінами в технології її вирощування (удосконалення способів обробітку ґрунту, сівби, системи удобрення і засобів догляду за посівами) з метою одночасного підвищення врожайності і зменшення трудових, грошово-матеріальних та енергетичних засобів в розрахунку на одиницю продукції.

Економічні передумови збільшення виробництва зерна кукурудзи в сучасних ринкових умовах зводяться до того, щоб окупність використаних ресурсів при її вирощуванні була не нижче, ніж інших зернових культур.

До пріоритетних заходів з вирішення проблеми гарантованого й конкурентоспроможного виробництва зерна кукурудзи в сучасних умовах господарювання слід віднести ефективне і раціональне застосування системи обробітку ґрунту, способів сівби та прийомів контролювання забур'яненості.

Основною метою досліджень було порівняльне вивчення впливу різних заходів полицевого і глибокого чизельного обробітків ґрунту в кукурудзи на зерно на створення умов формування високого урожаю культури.

Глибкорозпушувач, чизель –забезпечує глибоке рихлення землі із стабільною структурою не обертаючи пласта, де основна маса рослинних решток залишається на поверхні ґрунту, утворюючи тим самим мульчуючий шар для зменшення випаровування вологи , а також зменшення ерозії ґрунту. Мінералізація рослинних решток буде відбуватись у аеробних умовах, тобто бактерії та ґрунтові жителі будуть працювати, перетворюючи рештки на органічну родючу

частину ґрунту, покращуючи тим самим структуру. А якщо ми заробимо рештки на глибину більше 30-35см, де без доступу повітря відбуватимуться анаеробні процеси, так зване бродіння, консервування із виділенням речовин, наприклад спиртів, які негативно впливатимуть на розвиток кореневої системи. Коли ми говоримо про рештки як мульчуючий та ґрунтозахисний шар – то при надходженні вологи, у вигляді опадів, вона без всяких проблем просочуватиметься в глибші шари ґрунту де буде накопичуватись у свіжо-утворених порах. А за рахунок мульчі відсоток випаровування буде значно менший ніж при оранці.

Висновки: Проведено агротехнологічну, економічну та енергетичну оцінку від використання розробленої технології. Встановлено що проведення глибокого рихлення на глибину 33-35 см глибокорозрихлювачем Case IH Ecolo Tiger 730C забезпечує зростання врожайності кукурудзи на зерно на 12-15ц/га порівнюючи з оранкою.

Список використаних джерел:

1. Бикін А.В. Вологозабезпечення рослин кукурудзи за внесення мінеральних добрив і прямої сівби / А.В. Бикін О.В. Тарасенко // Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014. – Вип. 22. – С. 133–137.
2. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно – гарантія стабілізації урожайності на рівні 90–100 ц/га: практ. рекомендації / А.В Черенков, В.С. Циков, Б.В. Дзюбецький [та ін.]. – Дніпропетровськ, 2012. – 31 с.
3. Філоненко С.В. Формування зернової продуктивності кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту / С.В. Філоненко // Вісн. Полтавської держ. аграр. академії. – 2013. – № 3. – С. 56–60.

Аннотация: В статье на основе проведенного анализа, с учетом конкретных условий хозяйства, подобранная технология выращивания кукурузы на зерно. Определенный комплекс машин для выращивания кукурузы. Проведенный экономический анализ использования разработанной технологии, рассчитанные эксплуатационные

расходы и определенный годовой экономический эффект.

Ключевые слова: технология, комплекс машин, кукуруза, зерно, экономический эффект.

Abstract: In the article on the basis of the conducted analysis, taking into account specific conditions of the economy, the technology of corn cultivation for grain was selected. The complex of machines for growing corn has been determined. The economic analysis from the use of the developed technology is conducted, the operating costs are calculated and the annual economic effect is determined.

Keywords: technology, machine complex, corn, grain, economic effect.

© Ікальчик М.І., Чуба В.В., Давиденко О.А., 2019

УДК 631.333

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОМПОСТУВАННЯ ГНОЮ

Ікальчик М.І.¹, Хмельовський В.С.², Кас'ян В.А.³

¹ канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² канд. техн. наук, доцент, НУБіП України, м. Київ;

³ студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

Анотація: В статті обґрунтовано технологічну лінію прибирання гною, яка дає можливість упорядкувати транспортні потоки. Розроблено нову конструктивно-функціональну схему зворушувача компосту, як наслідок - процес компостування зведено до мінімальних енергетичних затрат. Економічно доведено доцільність застосування агрегату для компостування гною на фермі в процесі виробництва продукції ВРХ.

Ключові слова: компостування гною, механізований процес, підприємство, тваринництво, рентабельність, прибуток.

Постановка проблеми: Ефективне використання гною – одна з найважливіших народногосподарських проблем, значення якої зростає, в залежності від укрупнення ферм, удосконалення їх технічного оснащення, підвищення вимог до санітарно-гігієнічних умов утримання тварин, а також вимог до якості продукції, що виробляється в господарстві. Проблему прибирання та утилізації гною розглядають, враховуючи такі питання: раціональне використання гною (в першу чергу, як органічного добрива), забезпечення фізіологічного комфорту при утриманні тварин, захист навколишнього середовища [1].

Ця проблема охоплює три складних завдання: прибирання тваринницьких приміщень і видалення гною в сховища; складування, знезаражування та зберігання; його використання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Найраціональнішою технологією обробки напіврідкого гною є приготування з нього

компосту (змішування з торфом або соломою).

При видаленні рідкого гною найбільш економічною і ефективною є самопливна система без використання води.

Під час поділу рідкого гною на фракції, їх збирають окремо: рідку - в резервуар, а тверду - нагромаджують в буртах. Після витримки, протягом карантинного строку, обидві фракції використовують для приготування компосту або використовують окремо як органічні добрива [2].

Серед сучасних дослідників процесу компостування як раціонального способу управління відходами інноваційними є праці М.В. Гаценка, М.К. Лінника [3], О.О. Ляшенка, В.В. Шацького, в яких багато уваги приділено питанням технології компостування, механізації приготування субстрату, оптимізації керованих параметрів перебігу процесу, оформленню буртів, складу субстрату та співвідношенню основних поживних речовин в ньому.

Мета дослідження: Метою магістерської роботи є дослідження комплексної механізації виробничих процесів на фермі ВРХ та дослідження процесу компостування гною.

Виклад основного матеріалу: Компостування – це спосіб прискорення природної деградації в покращених контрольованих умовах.

Технологія компостування – це аеробний (з доступом кисню) біологічний процес, де гній, чи послід, як і органічні відходи, вивозяться на площадку для компостування і складуються в кагати. При формуванні кагату спочатку укладаються найменш щільні матеріали, а потім інгредієнти з більш високою щільністю. Приблизні розміри бурта становлять: ширина 3 м, висота 1,5 м, довжина 150 м. Розрахунковий об'єм кагату складає 337,5 м³. Необхідна кількість буртів залежить від кількості гною і величини площадки.

В холодний період року, виготовлення компосту становить – 60-65 днів, в теплий – 45-50 днів. Оскільки потрібно, щоб всі матеріали пройшли фази компостування одночасно, свіжа органіка додається в кагати виключно в перші 2 тижні. Для синхронізації розкладу, кагати поливають водою або рідким гноем і перемішують, поки рідина повністю не вбереться матеріалом. Періодично заміряються

температура, вологість і вміст CO_2 у кагаті. Під час процесу компостування досягаються температури, що перевищують $55\text{-}60^\circ\text{C}$, при вологості $40\text{-}50\%$. Неприятливе середовище, яке створюється багатьма термофільними і теплотривкими мікроорганізмами, сприяє знищенню хвороботворних мікроорганізмів, мікробів, бактерій, грибів і насіння бур'янів.

Невід'ємним механізмом у процесі утворення компосту є зворушувач, наприклад, РТ-120, який приводиться в рух від ВВП трактора класу 1,4. В транспортному положенні зворушувач встановлюється у вертикальне положення за допомогою гідравлічної системи трактора.

При обробі кагату потрібно дотримуватись співвідношення швидкості руху зворушувача та кількості обертів барабана, адже це впливає на швидкість виведення CO_2 та потрапляння кисню (O_2) в кагат. За дотримання оптимальних параметрів буде формуватись щілина між кагатом та барабаном зворушувача завбільшки $7,5\text{-}15$ см. Зворушувач компосту переміщається з регульованою швидкістю, яку встановлює оператор ($0\text{-}300$ м/год.), а швидкість обертання барабана становить $270\text{-}540$ обертів за хвилину.

Ворушіння повинно бути повільним, це викликає стимулювання утворення гумусу, який дозволить утримувати O_2 . Якщо швидкість ворущіння буде високою, ми не отримаємо бажаного ефекту і органіка буде розкидатися.

Зворушувач компосту GK 3000 призначений для переробки висушеної органічної матерії, в тому числі гною, в цінний компост, шляхом періодичного перевертання насипного матеріалу. За допомогою зворушувача, валок насичується киснем і звільняється від CO_2 , що нагромадилося в ньому; також зворушувач розбиває тверді частинки до оптимального розміру, це сприяє збільшенню площі контакту; зворушувач регулює температуру в валці для оптимальної швидкості аеробних реакцій; також зворушувач забезпечує необхідну вологість у валці за допомогою інтегрованої системи зволоження. Дані характеристики забезпечують пеберегіб необхідних хімічних реакцій, для виробництва високоякісного компосту.

За результатами повного факторного експерименту отримані рівняння регресії. На основі проведеного аналізу визначено параметри зворушувача компосту.

Рекомендовано такі раціональні параметри: робоча ширина 3000 мм; робоча швидкість 0-300 м/год; необхідна потужність трактора ≥ 80 к.с.; продуктивність 600 м³/год.

Висновки: технологія яку ми проектуємо в порівнянні із існуючою технологією, значно перспективніша оскільки затрати на переробку 1 т компосту знижуються: праці на 60 %; експлуатаційні на 25 %.

Список використаних джерел:

1. Шевченко І. А. Шляхи використання органічних відходів тваринництва / І. А. Шевченко, В. М. Павліченко, О. О. Ляшенко // Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві : збірник наук. праць Інституту механізації тваринництва УААН. — Вип. 1 (3–4). — Запоріжжя : ІМТ УААН, 2009. — С. 3–16.
2. Лінник М. Г., Семчук М. М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив. Ніжин, 2012. 244 с.
3. Фізіологічна активність компонентів вермикомпосту та створення на його основі комплексного регулятора росту / [І. В. Драговоз, М. В. Волкогон, В. К. Янковська та ін.] // Физиология и биохимия культурных растений. — 2006. — Т. 38, № 4. — С. 292–299.

Аннотация: В статье обосновано технологическую линию уборки навоза, которая дает возможность упорядочить транспортные потоки. Разработана новая конструктивно-функциональная схема ворошителя компоста, как следствие - процесс компостирования сведено к минимальным энергетическим затратам. Экономически доказана целесообразность применения агрегата для компостирования навоза на ферме в процессе производства продукции КРС.

Ключевые слова: компостирование навоза, механизированный процесс, предприятие, животноводство, рентабельность, прибыль.

Annotation: The article substantiates the technological line of manure cleaning, which makes it possible to organize transport flows. A new structural and functional scheme of the compost launcher has been developed, as a consequence - the composting process is reduced to a minimum energy cost. The feasibility of using a composting unit for farm manure in the process of production of cattle production has been economically proved.

Key words: manure composting, mechanized process, enterprise, livestock, profitability, profit.

© Ікальчик М.І., Хмельовський В.С., Кас'ян В.А., 2019

УДК 631.333

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА ФЕРМІ ВРХ

Ікальчик М.І.¹, Хмельовський В.С.², Гордієнко С.С.³

¹ канд. техн.. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² канд. техн.. наук, доцент, НУБіП України, м. Київ;

³ студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

***Анотація:** В статті досліджено залежності продуктивності, якості і енергоємності процесу роздавання кормів від конструктивних параметрів кормороздавача, а саме довжини бункера, кількості ножів, частоти обертання і діаметра шнека. На основі проведених експериментальних досліджень визначено раціональні параметри агрегату для приготування та роздавання кормів. Практичне використання розробленого кормороздавача приведе до зменшення експлуатаційних витрат.*

***Ключові слова:** раціон, кормова суміш, бункер, шнек, корм, економічний ефект.*

Постановка проблеми: Надійність робочих машин і обладнання на тваринницьких фермах, комплексах є однією з найважливіших проблем технічного процесу в сільськогосподарському виробництві і обумовлюється правильною технічною експлуатацією, своєчасним і якісним технічним обслуговуванням.

Виробничий процес годівлі полягає в виконанні двох пов'язаних послідовністю виконання робіт: приготування кормів та їх роздачу тваринам. З появою роздавачів-змішувачів набір засобів механізації спрощувався. В кормоцеху відбувалась лише підготовка кормових компонентів, а приготування сумішок виконувалось роздавачем. Подальше об'єднання функціональних можливостей засобів механізації передбачає доповнення можливостей роздавача також

операціями подрібнення кормових матеріалів, а в ряді випадків і їх завантаженням із сховищ [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Виготовляють нині кормороздавачі-змішувачі більше 20 фірм світу, в тому числі і вітчизняна ВАТ «Брацлав», різних типів: причіпні, самохідні з самозавантажувачем і без нього, а також стаціонарні подрібнювачі змішувачі. Виготовляють кормороздавачі змішувачі з об'ємом бункера від 5 м³ до 45 м³ та різного конструктивного і технологічного рішення й різного технічного рівня. В час ринкових відносин, кормороздавачі змішувачі стали доступними і для сільськогосподарських підприємств нашої країни, тому при придбанні даного обладнання проблемою є здійснити правильний вибір його серед наявної множини моделей, типів та опцій високого світового технічного рівня, з обов'язковою оцінкою екологічності.

Значний внесок у вивчення технічних і технологічних показників сучасних кормороздавачів-змішувачів зробили Ревенко І.І. [2], Подобєд Л., Ясенецький В.А. [3], Єрмоленко В.О., Гарькавий А.О. та інші.

Аналіз публікацій по даній проблемі показав, що питанням визначення ефективності впровадження технології приготування і одночасного подрібнювання-змішування-роздавання кормів великій рогатій худобі приділяється недостатньо уваги [4].

Мета дослідження: підвищення показників якості роботи виконання механізованого технологічного процесу кормоприготування та роздавання кормів на молочно-товарній фермі ВРХ.

Виклад основного матеріалу: Для мобільних роздавачів характерна велика відмінність конструкцій в залежності від особливостей використання, типорозміру ферм та віко-видових груп тварин. Мобільні роздавачі використовуються не лише для роздавання, а й для доставки кормів від кормоцеху, чи місця зберігання до місць згодовування.

На відміну від стаціонарних роздавачів один мобільний роздавач за зміщеним графіком може обслуговувати декілька тваринницьких приміщень, а в літній період також роздавати корми на відгодівельних або вигульних майданчиках.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Теоретично та експериментально досліджено залежності продуктивності, якості і енергоємності процесу роздавання кормів від конструктивних параметрів кормороздавача.

Для перевірки достовірності теоретичних передумов програма експериментальних досліджень включає питання дослідження залежності продуктивності, якості і енергоємності процесу переробки кормової сировини від основних факторів впливу та рівня їх варіювання, а саме:

Назва факторів		Рівні факторів			
		-1	0	+1	Інтервал
B_{δ} – довжина бункера, м	X_1	2,6	3,0	3,4	0,4
Z_p – кількість ножів на шнеку, шт	X_2	7	9	11	2
n_m – частота обертання шнека, c^{-1}	X_3	10	15	20	5
D_m – діаметр шнека, м	X_4	0,3	0,45	0,6	0,15

За результатами повного факторного експерименту отримані рівняння регресії.

На основі проведеного аналізу визначено параметри агрегату для приготування та роздавання кормів, який складається із бункера в середині якого, встановлено три шнеки-змішувачі та вивантажувального шнекового транспортера.

Рекомендовано такі раціональні параметри: довжина бункера 3,0 м; частота обертання ротора, 15 - 18 хв-1; діаметр шнека 0,44– 0,45 м.; кількість ножів на шнеку 10–12. Проведені розрахунки кормороздавача який буде роздавати корми в приміщенні на 100 голів ВРХ за один рейс без залишків корму в кузові.

Висновки: В економічній частині проведений економічний аналіз від використання розробленої технології. Розраховані експлуатаційні витрати і визначений річний економічний ефект.

Список використаних джерел:

1. Ревенко І. І. Комбіновані транспортнотехнологічні засоби у тваринництві / І. І. Ревенко, В. В. Тимків // Вісн. Харків. держ. технічного ун-ту сільського госп-ва. – 2003. – № 20. – С. 428–433.

2. Ясенецький В. А. Зниження енергозатрат у тваринництві та кормовиробництві / В. А. Ясенецький, В. О. Ермоленко, А. О. Гаркавий. – К. : Урожай, 1989. – 136с.

3. Ревенко І. Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі / І. Ревенко, Т. Лісовенко, В. Хмельовський // Пропозиція. – 2008. – № 9. – С. 106–114.

4. Д. Костенко, д-р с.-г. наук, професор, О. Заболотько, канд. техн. наук, доцент, В. Хмельовський, канд. техн. наук, доцент (Національний аграрний університет) “Кормові суміші – перспективний напрям годівлі великої рогатої худоби”/ журнал Пропозиція. – 2008. №04. – С. 134-136.

Аннотация: В статье исследованы зависимости производительности, качества и энергоемкости процесса раздачи кормов от конструктивных параметров кормораздатчика, а именно длины бункера, количества ножей, частоты вращения и диаметра шнека. На основе проведенных экспериментальных исследований определены оптимальные параметры агрегата для приготовления и раздачи кормов. Практическое использование разработанного кормораздатчика приведет к уменьшению эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: рацион, кормовая смесь, бункер, шнек, корм, экономический эффект.

Annotation: The article investigates the dependence of productivity, quality and energy intensity of the process of distribution of feed on the design parameters of feeders, namely the length of the hopper, the number of knives, the speed of rotation and the diameter of the auger. On the basis of the experimental researches rational parameters of the unit for preparation and distribution of feed were determined. Practical use of the developed feeder will reduce operating costs.

Keywords: diet, feed mixture, hopper, auger, feed, economic effect.

© Ікальчик М.І., Хмельовський В.С., Гордієнко С.С., 2019

УДК 631.333

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОТАЦІЙНИХ ГРУНТООБРОБНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Ікальчик М.І.¹, Теслюк В.В.², Тоцький С.О.³

¹ канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² д-р. с-г. наук, професор, НУБіП України, м. Київ;

³ студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

Анотація: В статті розглянуто теоретичні та експериментальні дослідження процесу роботи ротаційного робочого органу із криволінійною поверхнею, обґрунтування його раціональних конструкційно-технологічних параметрів. Аналітично обґрунтовано профіль робочої поверхні пропонованого ґрунтообробного органу. Експериментально визначено агротехнічні та енергетичні показники виконання технологічного процесу обробітку ґрунту знаряддями оснащеними ротаційними робочими органами із криволінійною поверхнею.

Ключові слова: криволінійна поверхня, напружено-деформований стан, параметри, ротаційний обробіток, ротаційний робочий орган.

Постановка проблеми: В системі основного та передпосівного обробітків ґрунту в зоні Полісся України, широкого застосування набуває обробіток ґрунту знаряддями з ротаційними робочими органами. Використання цих знарядь забезпечує скорочення термінів підготовки ґрунту до посіву, зниження енерговитрат та витрат праці на 20...25%, в порівнянні, з іншими типами ґрунтообробних машин. Однак, в силу своїх конструкційних особливостей ґрунтообробні знаряддя оснащені серійними робочими органами не повною мірою забезпечують агротехнічні вимоги стосовно заробки добрив, рослинних решток, гербіцидів тощо; а також призводять до часткового руйнування агрономічно цінних структурних формувань ґрунту,

особливо малозв'язних дерново-підзолистих ґрунтів. Так, при заробці органічних добрив дисковою бороною в поверхневому шарі ґрунту (0...6 см), залишається до 75% внесених добрив, що значно зменшує ефективність їх використання сільськогосподарськими рослинами. Тому необхідним є обґрунтування робочих процесів ротаційного обробітку спрямованих на покращення показників обертання скиби та розробка конструкцій відповідних робочих органів, що забезпечували б достатню якість обробітку ґрунту за основними агротехнологічними показниками [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Питаннями пошуку нових робочих органів ротаційних ґрунтообробних знарядь, обґрунтування їх конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи займалися багато вчених, зокрема Верняєв О.В., Ветохін В.І, Ветров Ю.А., Гуков Я.С., Зеленін А.М., Панов І.М., Панченко А.М. Аналіз їх досліджень показує, що в основному ці роботи присвячені дослідженню одного або двох параметрів ґрунтообробного знаряддя [2].

Мета дослідження: Підвищення якості обробітку кореневмісного шару ґрунту та оптимізація його агротехнологічних властивостей шляхом застосування ґрунтообробних знарядь оснащених ротаційними робочими органами із криволінійною поверхнею.

Виклад основного матеріалу: Результати аналізу наукових досліджень та практичного досвіду свідчать, що застосування ротаційних ґрунтообробних знарядь в системі основного та передпосівного обробітків ґрунту в умовах зони Полісся України зменшує кількість технологічних операцій при підготовці ґрунту до посіву, забезпечує зниження енергетичних (до 40%) та трудових (до 25%) витрат [3].

Враховуючи однозначність функціональних залежностей геометричної форми поверхонь робочих органів ґрунтообробних знарядь від кінематичних чинників та параметрів створюваного у ґрунті напружено-деформованого стану, необхідним є подальший розвиток досліджень, щодо розробки методів оптимізації конструкційних параметрів ротаційних робочих органів у відповідності до агротехнологічних вимог виконуваних робочих процесів.

Проаналізовані типи конструкцій як серійних машин так і пропонованих ротаційних робочих органів, з огляду на особливості їх робочих процесів, не повною мірою забезпечують агротехнічні вимоги стосовно заробки добрив, рослинних решток, гербіцидів тощо. Тому необхідна розробка конструкції ротаційного робочого органу, яка б забезпечувала достатнє обертання оброблюваної скиби ґрунту, та показники якості щодо заробки в ґрунт на оптимальну глибину стерні, органічних та мінеральних добрив тощо.

В результаті аналітичних досліджень процесу роботи ротаційного робочого органу із криволінійними параметрами:

1. Розроблено механіко-математичну модель робочого процесу взаємодії ротаційного робочого органу з ґрунтом та виконано її аналіз.

2. Встановлено, що з огляду на покращення обертаючої здатності ротаційного робочого органу, виходячи з параметрів створюваного ним у ґрунті напружено-деформованого стану найбільш оптимальною, є робоча поверхня у формі прямого коноїда (гіперболічного параболоїду).

3. Розроблено експериментальний зразок пропонованого ротаційного робочого органу та визначено основні параметри робочої поверхні:

- максимальна довжина полиці $c=0,175\text{м}$;

- кут закручування $\gamma_0=24^\circ$.

За умовою міцності встановлено геометричні розміри небезпечного перерізу ножа:

- ширина $t=0,86\text{м}$;

- товщина $n=0,06\text{м}$.

За результатами польових випробовувань дискової борони БДН-1,8, оснащеною пропонованими робочими органами, встановлено:

- абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...20 см при обробітку ґрунтообробним знаряддям з пропонованими робочими органами в порівнянні з базовим варіантом була вищою на 6%;

- щільність обробленого ґрунту знаряддям з пропонованими робочими органами відповідає агровимогам і становить $1,2\text{ г/см}^3$, що на 6% менше ніж для базового варіанту і на 37% менше у порівнянні з агрофоном;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

- величина опору зминання ґрунту мінімальна і становить 50 кН/м², що менше на 16% у порівнянні з базовим обробітком та на 43% менше у порівнянні з фоном;

- показник заробки для пропонованого варіанту, становить 82%, що на 10% більше ніж для базового варіанту;

Висновки: За результатами проведених економічних розрахунків встановлено - продуктивність машинно-тракторного агрегату, в складі ПМЗ-6АЛ+БДН-1,8Р-1, оснащеного ротаційними робочими органами за запропонованою схемою на 10% більша ніж при використанні борони БДН-1,8, оснащеної серійними робочими органами;

Список використаних джерел:

1. Бойко А.І. Засоби для приготування і роздавання кормів на фермах ВРХ та оцінка їх надійності / А. Бойко, А. Новицький, А. Голосов. – Дослідницьке, Зб. наукових праць УкрНДІПВТ. – 2009. – Вип. 13 (27). – С. 310–314.
2. Замойська К.В. Обґрунтування параметрів ротаційного розпушувача ґрунту: Дис. ... канд. тех. наук: 05.20. 01. – Кам'янець-Подільський, 2008. – 159 с.
3. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины: Теория, расчет, результаты испытаний: монография / [В.И. Ветохин, И.М. Панов, В.А. Шмонин, В.А. Юзбашев]. – К. : Феникс, 2009. – 264 с.

Аннотация: В статье рассмотрены теоретические и экспериментальные исследования процесса работы ротационного рабочего органа с криволинейной поверхностью, обоснование его рациональных конструктивно-технологических параметров. Аналитически обосновано профиль рабочей поверхности предлагаемого почвообрабатывающего органа. Экспериментально определены агротехнические и энергетические показатели выполнения технологического процесса обработки орудиями оснащенными ротационными рабочими органами с криволинейной поверхностью.

Ключевые слова: криволинейная поверхность, напряженно-деформированное состояние, параметры, ротационный обработку, ротационный рабочий орган.

Annotation: The article deals with theoretical and experimental studies of the process of work of a rotary working body with a curved surface, substantiation of its rational structural and technological parameters. The working surface profile of the proposed soil treatment body is analytically substantiated. Agrotechnical and energy indicators of the technological process of soil tillage with tools equipped with rotary working bodies with curved surface were experimentally determined.

Keywords: curvilinear surface, stress-strain state, parameters, rotary machining, rotary working body.

© Ікальчик М.І., Теслюк В.В., Тоцький С.О., 2019

УДК 631.333

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ПРАЦЮЮЧОГО НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ

Ікальчик М.І.¹, Василюк В.І.¹, Хілобок Д.С.²

¹ канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

Анотація: В даній статті проведено опис дослідження параметрів роботи дизельного двигуна в газодизельному режимі роботи при використанні стисненого природного газу. Застосування газодизеля показало покращення характеристик шкідливих викидів двигуна внутрішнього згорання.

Ключові слова: дизель, газодизель, природний газ, гальмівний стенд експлуатаційні показники.

Постановка проблеми: Одним з шляхів зменшення споживання дизельного палива і вмісту шкідливих викидів у відпрацьованих газах автомобільних дизелів є переобладнання останніх для використання в якості палива суміші природного газу з дизельним паливом в умовах експлуатації для роботи за газодизельним циклом. Таке переобладнання повинно бути обґрунтоване з врахуванням зміни показників двигуна та умов експлуатації автомобіля, що підтверджує актуальність проведених досліджень [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Основними перевагами, що висувують природний газ на основний і найбільш повноцінний замітник рідких нафтових палив із всіх можливих видів моторних палив, є: великі природні запаси та розгалужена мережа газопроводів; значно нижчі шкідливі викиди, причому практично по всіх основних токсичних компонентах відпрацьованих газів (ВГ); більш низькі викиди двооксиду вуглецю (CO₂) як складового парникового ефекту [2].

Питанням конвертації дизельних двигунів на використання природного газу присвячені роботи Багдасарова И.Г., Гайворонского А.И., Козлова С.И., Савельева Г. С., Хачияна А.С. У роботах цих авторів відмічено, що займання газового палива від іскри приводить до втрати до 15% потужності двигуна в газовому варіанті із-за зниження міри стиску. Надійність роботи двигуна при такому режимі вимагає підвищення працездатності свічок запалення [3].

Мета дослідження: Метою досліджень є отримання достовірних даних роботи дизельного автомобіля переобладнаного під використання СПГ в дизельному і газодизельних циклах.

Виклад основного матеріалу: Об'єктом експериментальних досліджень був вантажний автомобіль ГАЗ-3309 з серійним рядним, чотирициліндровим дизелем Д-245.7 обладнаний механічним регулятором подачі запальної дози палива та мікропроцесорної системою дозування СПГ фірми «STAG».

При виконанні програми досліджень, дослідження виконувалися за допомогою емуляції навантаження на барабанному гальмівному стенді за допомогою якого були отримані характеристики роботи двигуна на певній швидкісній характеристиці.

Принцип роботи гальмівного стенду базується на обертання коліс випробувального автомобіля за допомогою роликів (барабанів), що мають спеціальне покриття, що імітує проїжджу частину. Переміщенням вимірюються сили гальмування та швидкість відповіді гальм. Гальмівний стенд з тест-роликів здатний забезпечити вимірювання швидкості колеса та інші умови повністю ідентичні із заданими в програмі дослідження.

При проведенні випробувань на гальмівному барабанному стенді. фіксували відповідне навантаження та крутний момент двигуна, фіксувалася витрата дизельного палива, витрату СПГ та витрату повітря двигуном внутрішнього згорання. Також фіксувалися зміни екологічних показників роботи дизельного двигуна внутрішнього згорання.

Для роботи двигуна Д-245.7 автомобіля ГАЗ-3309 отримано його енергетичні, екологічних показники роботи при роботі в дизельному та газодизельному режимі на гальмівному стенді. Навантажувальну

характеристику знімали при обертах двигуна 1600 об/хв., що найбільш вдало імітує завантаження двигуна при русі у міському потоку.

Висновки: Використання СПГ є потужним важелем у скорочення використання нафти в транспортному секторі, що дозволяє зменшити забруднення повітря і вирішити проблем зміни клімату, особливо при використанні звалищного газу та біометану.

Список використаних джерел:

1. Холод І.М. Удосконалення системи живлення газодизельного двигуна/ І. М. Холод, А. П. Холод, П. П. Степанов// Праці Таврійської державної агротехнічної академії; Таврійська державна агротехнічна академія; Таврійська державна агротехнічна академія. - Мелітополь 2006. – Вип. 37. – с. 146 – 156.
2. Захарчук В.І., Сітовський О.П., Козачук І.С., Матейчик В.П., Яновський В.В. Дослідження можливості конвертації дизеля в газовий двигун// Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Луцьк, – 2003. – С. 125-129.
3. Колесник Ю. І. Удосконалення газодозуючої системи автомобільного газодизеля та визначення її раціональних параметрів: Автореф. дис. канд. техн. наук / Ю. І. Колесник ; Нац. транспорт. ун-т. — К., 2001. — 19 с.

Аннотация: В данной статье проведено описание исследования параметров работы дизельного двигателя в газодизельном режиме работы при использовании сжатого природного газа. Применение газодизеля показало улучшение характеристик вредных выбросов двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: дизель, газодизель, природный газ, тормозной стенд эксплуатационные показатели.

Abstract: This article describes the study of the parameters of the diesel engine in the gas-diesel mode of operation using compressed natural gas. The use of gas diesel has shown an improvement in the characteristics of the harmful emissions of the internal combustion engine.

Keywords: diesel, gas diesel, natural gas, brake stand performance.

© Ікальчик М.І., Василюк В.І., Хілобок Д.С., 2019

УДК 631.333

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕПАРАЦІЇ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Ікальчик М.І.¹, Теслюк В.В.², Кононенко А.В.³

¹ канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² д-р. с-г. наук, професор, НУБіП України, м. Київ;

³ студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

Анотація: В статті теоретично та експериментально досліджено технологічний процес технічних засобів і робочих органів для очистки коренебульбоплодів, та встановлено, що найбільш перспективним є спосіб сепарації цукрових буряків від землі і рослинних залишків на очисній пальчиковій гірці з використанням комплексу фізико-механічних властивостей: коефіцієнтів миттєвого тертя і відновлення швидкості при ударі, масі, пружності і фрикційних властивостях.

Економічна ефективність досягається за рахунок зменшення затрат на перевезення землі і рослинних залишків до приймальних пунктів і відвезення домішок назад в поле.

Ключові слова: сепарація, коренеплоди, цукрові буряки, пальчикова гірка, затрати.

Постановка проблеми: Своєчасне збирання цукрових буряків в оптимальні агротехнічні терміни при мінімальних втратах і найменших затратах праці - одна із актуальних проблем, вирішення якої потребує створення високопродуктивної техніки.

Існуючий технологічний процес збирання буряків є досить енергомісткий, тому питання їх сепарації від землі і рослинних залишків необхідно вирішувати як на коренезбиральних комплексах, так і на комплексах для післязбирального обробітку буряків в залежності від конкретних умов збирання.

Дослідженню та розробці методів і засобів сепарації коренеплодів цукрових буряків від землі і рослинних залишків на механічних відокремлювачах коренезбиральних машин з врахуванням комплексу фізико-механічних властивостей: форми, маси, пружності, коефіцієнтів тертя кочення і ковзання присвячена дана робота [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: За останні роки в Україні та за кордоном інтенсивно досліджуються можливості відокремлення коренеплодів від домішок з використанням різниці у фізико-механічних властивостях роздільних компонентів. Суміш, яка складається з коренеплодів та земляних домішок, може бути розділена на складові частини (компоненти) тільки у тому випадку, якщо фізико-механічні властивості цих компонентів відрізняються між собою [2, 3].

На протязі багатьох років над проблемами сепарації саме на таких очисниках працювало ряд вчених України серед яких Погорілий Л.В., Гевко Б.М., Рогатинський Р.М., Булгаков В.М., Гевко Р.Б. та інші.

Мета дослідження: Метою роботи є підвищення агротехнічних показників якості сепарації коренеплодів цукрових буряків шляхом застосування в бурякозбиральних машинах очисної пальчикової гірки з обґрунтуванням основних технологічних, кінематичних і конструктивних параметрів.

Виклад основного матеріалу: На принципі поєднання аеродинамічних властивостей та різниці абсолютної маси, розроблений сепаратор, який складається з подаючого транспортера, нахиленої гірки, робоча поверхня якої представляє дві дільниці: верхня і нижня. При цьому кут нахилу верхньої дільниці менший кута нахилу нижньої дільниці.

Подаючий транспортер і пальчикова поверхня гірки переміщуються назустріч один одному. Над гіркою встановлений вентилятор, який утворює потік повітря в напрямку від нижньої дільниці до верхньої. Над нижньою дільницею гірки встановлений еластичний екран.

Працює даний пристрій наступним чином. При подаванні вороху транспортером на робочу поверхню пальчикової гірки потік повітря від вентилятора зносить на відвідний транспортер гичку, рослинні

залишки і інші легкі домішки, які володіють більшою парусністю ніж коренеплоди. Еластичний екран призначений для повернення на гірку коренеплодів, що відскочили від неї.

Якість розділення технологічного вороху на очисній гірці коренезбиральної машини МКП-6 в значній мірі залежить від траєкторії польоту коренеплодів, земляних грудок та рослинних залишків при відриві їх від завантажувального транспортера і покращується із збільшенням відстані між координатами точок падіння компонентів, які розділяються на поверхню гірки.

Для визначення залежностей дальності польоту коренеплодів, земляних грудок і рослинних залишків від швидкості і кута нахилу транспортера були проведені лабораторні дослідження на установці, яка включала завантажувальний транспортер з можливістю регулювання кута нахилу полотна та лінійної швидкості руху.

Програмою дослідження передбачалось кодування факторів, складання плану експеримента, методики проведення досліджень та обробку статистичних даних результатів.

На основі вивчених матеріалів науково-технічної літератури та результатів попередніх досліджень інтервали варіювання кута нахилу транспортера а і швидкості руху Ц- були взяті наступні: а - $20...70^\circ$, $V_T = O_D \cdot D \cdot 2 \text{ м/с}$.

Для того, щоб визначити, наприклад, місце падіння коренеплода на поверхню гірки попередньо встановлювався необхідний режим роботи завантажувального транспортера - швидкість V_T та кут нахилу а, включався привід і при встановленому русі на полотно транспортера скидався коренеплід. Після наколювання коренеплода на голки щита з допомогою мірної лінійки вимірювалась відстань.

В результаті експериментальних досліджень і обробки отриманих даних складені рівняння регресії, що розкривають фізичну структуру процесу зміни дальності польоту коренеплодів, земляних грудок та рослинних залишків при відповідних параметрах завантажувального транспортера.

Застосування очисної гірки у бурякозбиральних машинах привело до покращення якості виконання технологічного процесу збирання коренеплодів цукрових буряків та дозволило зменшити забрудненість

коренеплодів цукрових буряків в порівнянні з серійною машиною на 3%.

Висновки: Порівняльна господарська перевірка якості роботи серійної і модернізованої коренезбиральних машин МКП-6 підтвердила переваги модернізованої машини, обладнаної очисною гіркою. Економічна ефективність досягається за рахунок зменшення затрат на перевезення землі і рослинних залишків до приймальних пунктів і відвезення домішок назад в поле.

Список використаних джерел:

1. Гандзюк М.О., Гладь Ю.Б., Гевко Р.Б. Кінематичний аналіз доочисного пристрою коренезбиральної машини // Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей, випуск 8 – Луцьк: Редакційно-видавничий відділ ЛДТУ, 2001. – 44-53 с.
2. Напрямки вдосконалення сепаруючих робочих органів коренезбиральних машин / В.М. Барановський, В.Б. Онищенко, В.О. Соломка [та ін.] // Механізація сільськогосподарського виробництва – Т. XII. – 2002. – С. 31–42.
3. Паньків М.Р. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гвинтовоеліпсного очисника коренезбиральних машин: дис... кандидата техн. наук : 05.05.11 / Паньків Марія Романівна. – Тернопіль, 2003. – 160 с.

Аннотация: В статье теоретически и экспериментально исследованы технологический процесс технических средств и рабочих органов для очистки корнеклубнеплодов, и установлено, что наиболее перспективным является способ сепарации сахарной свеклы от земли и растительных остатков на очистной пальчиковой горке с использованием комплекса физико-механических свойств: коэффициентов мгновенного трения и восстановления скорости при ударе, массе, упругости и фрикционных свойствах.

Экономическая эффективность достигается за счет уменьшения затрат на перевозку земли и растительных остатков в приемные пункты и отвоз примесей назад в поле.

Ключевые слова: сепарация, корнеплоды, сахарная свекла,

пальчиковая горка, затраты.

Annotation: *The article theoretically and experimentally investigates the technological process of technical means and working organs for cleaning root crops, and found that the most promising way is the separation of sugar beets from the ground and plant residues on the purification slide using a complex of physical and mechanical properties: and restoration of velocity at impact, mass, elasticity and friction properties.*

Cost-effectiveness is achieved by reducing the cost of transporting land and plant residues to collection points and transporting impurities back into the field.

Key words: *separation, root crops, sugar beets, palm tree, costs.*

© Ікальчик М.І., Теслюк В.В., Кононенко А.В., 2019

УДК 631.333

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДИЗЕЛЯ НА ПАЛИВІ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Ікальчик М.І.¹, Теслюк В.В.², Ремига В.С.³

¹ канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² д-р. с-г. наук, професор, НУБіП України, м. Київ;

³ студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

***Анотація:** В статті приведені дослідження параметрів автотракторного дизеля, що працює на паливах рослинного походження та їх сумішах з дизельним паливом. Показані результати впливу застосування палив рослинного походження та їх сумішей з дизельним паливом на параметри робочого процесу, процесу згоряння, потужнісні, економічні та екологічні показники дизельних двигунів.*

***Ключові слова:** дослідження, паливо, дизель, екологія, рентабельність.*

Постановка проблеми: Використання на транспорті різних альтернативних палив забезпечує вирішення проблеми заміщення нафтових палив, значно розширить сировинну базу для виробництва моторних палив, полегшить вирішення питань постачання паливом транспортних засобів і стаціонарних установок. Можливість здобуття альтернативних палив з необхідними фізико-хімічними властивостями дозволить цілеспрямовано удосконалювати робочі процеси дизелів і, тим самим, поліпшить їх екологічні і економічні показники [1].

При цьому особливу значущість мають альтернативні палива з поновлюваних джерел енергії (рослинні олії, відходи сільськогосподарського виробництва і харчової промисловості, біомаса), що дозволяють вирішити проблему зниження викидів в атмосферу вуглекислого газу [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Можливість

використання рослинних олій в якості моторного палива відома досить давно. Так, у патенті на двигун Р. Дизеля в кінці XIX століття рослинна олія вважалася одним із основних видів дизельного палива. Досить давно отримані позитивні результати використання органічних речовин рослинного походження в якості моторного палива, виготовлених на основі олії ріпаку, соняшнику, сої, арахісу, плодів пальм, бавовни та інших олійних культур.

Широкі дослідження дизельного біопалива провів Herbert Lampel. Були проведені порівняльні випробування фізико-хімічних та експлуатаційних показників метилових ефірів ріпакової, кокосової, соєвої олій та олії ятрофи в порівнянні з дизельним паливом. По результатах досліджень відмічено зменшення потужності двигуна при переході на біопаливо та необхідність врахування впливу конструктивних особливостей та режимів роботи двигуна на потужність та паливо-економічні показники [3].

Мета дослідження: дослідити параметри дизеля, що працює на паливах рослинного походження та їх сумішах з дизельним паливом.

Виклад основного матеріалу: Необхідність застосування альтернативних палив викликана двома глобальними проблемами: світовим дефіцитом палива і забрудненням навколишнього середовища. Високий рівень споживання нафтових палив привів до того, що до теперішнього часу вичерпано більше половини розвіданих запасів нафти.

Частковим вирішенням розглянутих вище проблем є використання в ДВЗ альтернативних палив, що володіють наступними перевагами:

- виробництво палив з власної сировини робить державу енергетично і економічно незалежною від імпорту нафти;
- при використанні більшості АП знижується загальний вихід шкідливих речовин з ВГ, що пов'язано, в основному, з більш простою, в порівнянні з нафтовими паливами, молекулярною структурою;

В якості об'єкта досліджень обрано один з найрозповсюдженіших дизельних автотракторних двигунів Д-240 виробництва Мінського тракторного заводу. Розроблено програму, методику експериментальних досліджень, схему експериментальної моторної

установки для дослідження дизеля Д-240 при роботі на паливах рослинного походження та їх сумішах з дизельним паливом.

Програма експериментальних досліджень передбачає виконання моторних випробувань дизеля Д-240 в стендових умовах при роботі на дизельному паливі, роботі на паливі рослинного походження та на сумішевих паливах:

- визначення потужнісних показників та паливної економічності двигуна на номінальному режимі при частоті обертання $n = 2200$ хв-1;
- індиціювання 4-го циліндра двигуна;
- визначення димності й токсичності ВГ дизеля по компоненту NOx в на номінальному режимі при частоті обертання $n = 2200$ хв-1;

Порівняння та аналіз результатів експериментальних досліджень.

Висновки: Аналіз розрахованих параметрів робочого процесу дизеля Д-240 показує, що при однаковій цикловій подачі для всіх палив рівній 50,4 мг/цикл збільшення частки біодизеля в паливі призводить до зменшення ефективної потужності двигуна N_e , в деяких випадках на 55 %.

Список використаних джерел:

1. Біліченко В.В. Випробування дизельних двигунів під час роботи на біопальному / В.В. Біліченко// Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. – № 4. – С. 153-155.
2. Onion G., Bodo L.D. Oxygenate fuel for diesel engines: a survey of world – wide activities // Biomass. - 1983. - № 2. - p. 77-133.
3. Роїк М.В. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку / М.В. Роїк, В.Л. Курило, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко // Біоенергетика. – 2013. – №1. – С. 5-10.

Аннотация: В статье приведены исследования параметров автотракторного дизеля, работающего на топливах растительного происхождения и их смесях с дизельным топливом. Показаны результаты влияния применения топлив растительного происхождения и их смесей с дизельным топливом на параметры рабочего процесса, процесса сгорания, мощностной, экономические и экологические показатели дизельных двигателей.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Ключевые слова: исследование, топливо, дизель, экология, рентабельность.

Abstract: The article deals with the research of the parameters of an autotractor diesel, working on fuels of vegetable origin and their mixtures with diesel fuel. The results of the influence of the use of vegetable fuels and their mixtures with diesel on the parameters of the work process, combustion process, powerful, economic and environmental indicators of diesel engines are shown.

Keywords: research, fuel, diesel, ecology, profitability.

© Ікальчик М.І., Теслюк В.В., Ремига В.С., 2019

УДК 631.333

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Ікальчик М.І.¹, Василюк В.І.¹, Маленко О.С.²

¹ канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

Анотація: В даній статті розглянуто існуючі і перспективні біотехнологічні процеси переробки органічних відходів. Описана характеристика сировини і технологія анаеробної ферментації, яка дає змогу переробити органічні відходи на високоякісні знезаражені органічні добрива та отримати біогаз - нетрадиційне джерело відновлюваної енергії.

Проведено аналіз існуючого обладнання для метаногенезу органічних відходів. На основі аналізу розроблена схема реактора-метантенка біогазової установки, проведені експериментальні дослідження.

Ключові слова: органічні відходи, ферментація, біогаз, газгольдер, реактор-метантенк, прибуток.

Постановка проблеми: Метанове зброджування гною дає можливість отримувати біогаз, який за своїми характеристиками дуже близький до природного газу. За теплотою згоряння 1 м³ біогазу рівноцінний 0,7 м³ природного газу, або 0,8 л дизельного палива. Переробка відходів від однієї корови дає 2,5 м³ біогазу на добу, від одної свині на відгодівлі -1,6 м³ на добу [1].

Однак, не дивлячись на всі свої переваги, метанове зброджування безпідстилкового гною не знаходить в нашій країні широкого застосування. Аналіз вітчизняного та зарубіжного як позитивного, так і негативного досвіду впровадження технологій і обладнання

метанового зброджування вказує на необхідність комплексного підходу при розробці і впровадженні таких біотехнологічних операцій.

Для ефективного використання процесу метанового зброджування необхідно ув'язати його за основними показниками з іншими технологічними операціями по принципу біоконверсного комплексу [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Над проблемами виробництва і споживання біогазу працює низка зарубіжних та вітчизняних вчених [1–4], серед яких N. Board, D. House, Г. Калетнік, В. Дубровін, М. Корчемний, Г. Гелетуха, Ю. Кернасюк, Г. Голуб, С. Кухарець, та інші. Більшість із наведених авторів роблять акцент на технічних сторонах процесу отримання біогазу, або на зарубіжному досвіді. Тому необхідним є обґрунтування технологічних аспектів біогазового виробництва в Україні як напряму розвитку вітчизняної альтернативної енергетики.

Мета дослідження: підвищити рівень енергетичної ефективності виробництва біогазу шляхом удосконалення технічних засобів для агропромислового виробництва газоподібного біопалива.

Виклад основного матеріалу: У світовій практиці створення біогазових установок існують два основних варіанти технологічних процесів і конструктивних рішень біогазових установок – екстенсивний, коли біомасу зброджують у мезофільному режимі з використанням вертикальних реакторів робочим об'ємом 1000 м³ і більше та інтенсивний, коли біомасу зброджують у термофільному режимі з використанням модульних реакторів робочим об'ємом до 120 м³ [3].

У першому варіанті вартість анаеробного реактора відносно невелика при спрощеній схемі технологічного процесу. У той же час, відсутня можливість забезпечити необхідну експозицію по всьому об'єму субстрату та відсутні засоби усунення баластування реакторів органічною та мінеральною складовими субстрату, а виведення реакторів на робочі технологічні параметри при їх розгоні є досить складним.

У другому варіанті, незважаючи на ускладнення технологічного процесу та обладнання, експозиція процесу зброджування і

зnezараження біомаси в 2-3 рази менша ніж при екстенсивному методі зброджування, відсутнє баластування реакторів органічною та мінеральною складовими субстрату, забезпечується необхідна експозиція по всьому об'єму субстрату, спрощується застосування інокуляції органічної маси, крім того при аварійних ситуаціях кількість біомаси на об'єкті піддається контролю.

Проте складовою обладнання як при термофільному так і при мезофільному режимі збродження біомаси існує реактор – інокулятор для підготовки біомаси до зброджування, який також можливо використовувати як при одній так і при іншій технології метанового зброджування.

Для забезпечення підготовки біомаси для введення метантенка необхідно реактор-інокулятор загальним робочим об'ємом 10 м^3 , проте враховуючи що біомаса вводиться порційно декілька разів за добу, тому доцільно використовувати два реактора-інокулятора об'ємом по 5 м^3 [4].

Проектований нами реактор-інокулятор може бути використаний як обладнання для підготовки біомаси для подачі в загальний метантенк так і окремо для генерації біогазу, що буде досить актуальним для невеликих фермерських господарств.

Висновки: Проектований нами реактор-інокулятор може бути використаний як обладнання для підготовки біомаси для подачі в загальний метантенк так і окремо для генерації біогазу, що буде досить актуальним для невеликих фермерських господарств.

Термін окупності двох реакторів-інокуляторів в режимі виробництва біогазу з врахуванням затрат на відцентровий сепаратор субстрату складе 4,5 роки.

Список використаних джерел:

1. Енергобіотехнологія: [курс лекцій для студ. сільськогосп. вузів] / В.Г. Мироненко, В.О. Дубровін, В.М. Поліщук, С.В. Драгнєв, І.В. Свистунова. К.: Холтех, 2010. - 248 с.
2. Голуб Г. Особливості конструкції модульної біогазової установки з обертовим реактором / Г. Голуб, С. Кухарець, Б. Рубан // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 9 (60). – С. 10–14.

3. Кюрчев В. М. Альтернативне паливо для енергетики АПК : навч. посібник / В. М. Кюрчев, В. А. Дідур, Л. І. Грачова ; за ред. В. А. Дідура. – К. : Аграр. освіта, 2012. – 416 с.
4. Новітні технології біоенергоконверсії : Монографія / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетука, [та інш.] . – К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.

Аннотация: В данной статье рассмотрены существующие и перспективные биотехнологические процессы переработки органических отходов. Описанная характеристика сырья и технология анаэробной ферментации, которая позволяет переработать органические отходы на высококачественные обезврежены органические удобрения и получить биогаз - нетрадиционный источник возобновляемой энергии.

Проведен анализ существующего оборудования для метаногенеза органических отходов. На основе анализа разработана схема реактора-метантенка биогазовой установки, проведены экспериментальные исследования.

Ключевые слова: органические отходы, ферментация, биогаз, газгольдер, реактор-метантенк, прибуток.

Abstract: This article examines existing and perspective biotechnological processes of organic waste processing. The characteristics of raw materials and technology of anaerobic fermentation are described, which makes it possible to convert organic waste to high quality disinfected organic fertilizers and to obtain biogas - an unconventional source of renewable energy.

The analysis of the existing equipment for methanogenesis of organic waste. On the basis of the analysis the scheme of reactor-methane tank of the biogas plant was developed, experimental researches were carried out.

Keywords: organic waste, fermentation, biogas, gas holder, methane tank, profit.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ І ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ШТАНГОВИХ ОБПРИСКУВАЧІВ.

**К.т.н. Кушнар'ов С.А., магістр Кошкідько О.М.,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»**

Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є підвищення якісних показників роботи штангового обприскувача.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- ♦ визначити фізичний зміст процесу обприскування;
- ♦ розробити методику дослідження і оптимізації технологічних параметрів і робочих органів, що впливають на якість обприскування;
- ♦ встановити характер впливу зміни конструктивно-технологічних параметрів на критерії якості;
- ♦ визначити раціональні геометричні параметри розподільчої системи для конкретних агротехнічних умов на певній культурі;
- ♦ експериментальним шляхом дослідити вплив обраних конструктивно-технологічних параметрів на критерії якості обприскування, та обрати раціональні значення вищезазначених параметрів для певних умов;
- ♦ провести порівняльну техніко-економічну оцінку модернізованою машини із серійною.

Вивчення фізичного змісту процесу обприскування

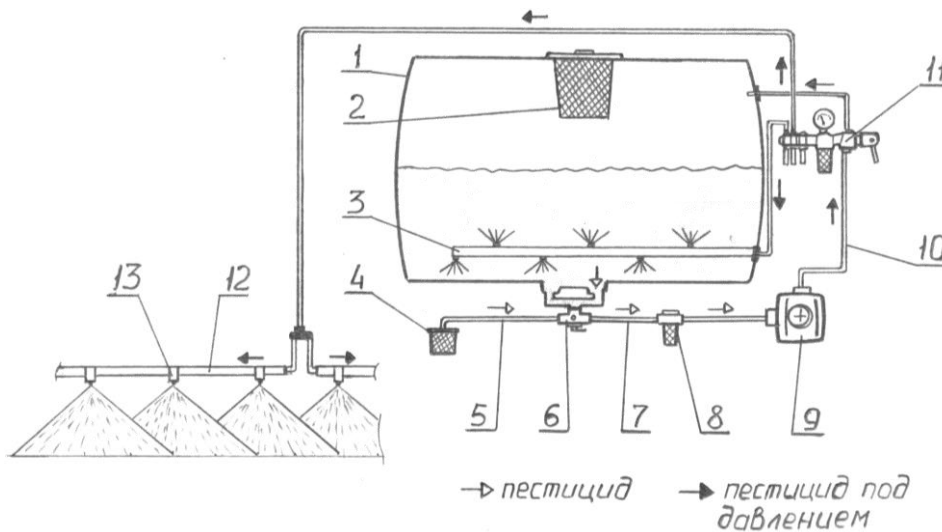
Найбільш поширеним способом хімічного захисту сільськогосподарських культур є – обприскування, яке полягає в нанесенні на рослини рідких пестицидів у вигляді розчинів, суспензій чи емульсій екстрактів різних концентрацій. Отрутохімікати наносяться в розпиленому вигляді, тому вони добре прилипають до оброблюваної поверхні і тривалий час проявляють свої токсичні властивості.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Для внесення пестицидів використовується велика кількість різних машин, апаратів і пристосувань. При машинному методі обприскування польових культур найширше застосовуються причіпні штангові обприскувачі. Одним із найпоширеніших вітчизняних представників є обприскувач ОП-2000 та його модифікації, що агрегуються із тракторами тягового класу 1,4 – 2 (найчастіше з МТЗ-80).

Технологічна схема обприскувача представлена на рисунку 3.1. Розподіляючий робочий орган являє собою багатосекційну горизонтальну штангу верхнього розпилу, що складається, для обробки пестицидами польових культур. Керування розподіляючим пристроєм – гідравлічне з місця тракториста. Насос приводиться в дію від ВВП трактора.

Робочий процес. Бак 1 заповнюють рідким пестицидом (розчином) із заправних засобів через горловину з вмонтованим фільтром 2, чи за допомогою заправної магістралі. При роботі обприскувача робоча рідина насосом 9 через фільтр 8 подається з бака в регулятор тиску - дозатор - розподільний пристрій 11 і далі в колектори 12. З яких пестицид виходячи через розпилюючі наконечники наноситься у розпиленому стані на оброблювану поверхню (рослини, комах і поверхню ґрунту). Частина робочої рідини від регулятора тиску через розподільник приділяється до гідромішалки 3, а надлишок - через редуційний клапан у бак.



1 – бак, 2 – фільтр заливної горловини, 3 – гідромішалка, 4 – фільтр заправного пристрою, 5 – заправний рукав, 6 – кран розподільний, 7 – рукав всмоктувальний, 8 – фільтр, 9 – насос, 10 – рукав напірний, 11 – регулятор тиск-дозатор-розподільник, 12 – колектор штанги, 13 – наконечник розпилюючий.

Рисунок 1 - Технологічна схема обприскувача

Визначення показників якості обприскування

Нерівномірність розподілу робочої рідини (коефіцієнт варіації) визначають по відкладенню крапель на уловлюючих поверхнях, методом колориметричного аналізу і знаходять середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - x_i)^2}{n - 1}}, \quad (1)$$

де x – середнє арифметичне значення відкладення, мл/см²;

x_i – відкладення на кожній поверхні, мл/см²;

n – число повторностей.

Нерівномірність розподілу рідини, %,

$$m_v = \pm \frac{\sigma}{x} 100, \quad (2)$$

Чим менше m , тим краще рівномірність розподілу.

Густота покриття n_n (шт./см²) визначається шляхом підрахунку числа крапель N_0 на картках із крейдованого папера під мікроскопом:

$$n_n = \frac{N_0}{f_n} \quad (3)$$

де f_n - переглянута площа, см².

Диспергування робочої рідини визначається шляхом обробки результатів мікроскопування по класах розмірів крапель, мкм:

$$d_i = \frac{K_k \cdot \beta}{a}, \quad (4)$$

де K_k – розмір краплі, виражений у числі поділів окулярної сітки;

β – ціна одного поділу окулярної сітки, мкм;

$a = 1,026$ – коефіцієнт розтікання на картках із крейдованого паперу, покритого парафіном.

Масовий медіанний діаметр визначають по таблиці дисперсності розпику [6].

Ступінь покриття краплями оброблюваної поверхні

$$k_n = \frac{25\pi}{S_0} (d_1^2 N_1 + d_2^2 N_2 + \dots + d_n^2 N_n) = \frac{25\pi}{S_0} \sum d_i^2 N_i \quad (5)$$

де $d_1, d_2, \dots, d_n$ – діаметри слідів крапель, мкм;

$N_1, N_2, \dots, N_n$ – число крапель кожного розміру;

S_0 - оброблена площа, мкм².

Коефіцієнт ефективної дії краплі:

$$k_g = \frac{S_g}{S_c} = \frac{(d_c + 2r)^2}{d^2} \quad (6)$$

де $S_c = 0,78 \cdot d_c^2$ – площа сліду краплі, мкм²;

$S_g = 0,78 \cdot (d_c + 2 \cdot r)^2$, r - зона ефективної дії: $r = 100 \div 200$ мкм.

Ступінь ефективного покриття краплями оброблюваної поверхні

$$k_g = k_g \cdot k_n, \quad (7)$$

отже, зі зменшенням розміру краплі збільшується коефіцієнт ефективності його дії.

Залежності між витратою рідини Q (см³/га), густотою покриття n , (шт./см²) і дисперсністю виражається залежністю

$$Q = 10^8 n_n (\pi d_k^3 / 6) \quad (8)$$

де d_k - середній діаметр крапель, см.

Звідки густина покриття

$$n_n = \frac{6Q}{10^8 \pi d_k} \quad (9)$$

Сплошність факела розпилу перевіряють візуально. Границі факела розпилу повинні бути чітко позначені і при цьому не повинно бути видимих і яскраво виражених окремих струменів (розпилювачі, що не відповідають цим вимогам, вибраковуються).

Визначення витрати рідини через розпилювачі проводиться за допомогою градуйованих резервуарів. На машині залишають розпилювачі, у яких витрата рідини не більш $\pm 5 \%$ середнього арифметичного значення.

Необхідна хвилинна витрата, л/хв,

$$q = \frac{B_p v Q_t}{600n} \quad (10)$$

де B_p – робоча ширина захвата, м;

v – швидкість руху агрегату, км/год;

Q – норма витрати робочої рідини, л/га;

n – число розпилювачів.

Потрібна кількість машин для обробки ділянки площею F , га,

$$n_M = \frac{F}{W_{cm} t_{cm}}, \quad (11)$$

де W_{cm} – продуктивність за 1 ч змінного часу, га/год;

t_{cm} – тривалість зміни, ч.

Продуктивність машини

$$W_{cm} = \frac{V_6}{Q \left(\frac{2l_x}{v_x} + \frac{V_6}{a} + t_{\pi} + t_b \right) + \frac{V_6 (1 + e' + e'')}{0,1Bv}} \quad (12)$$

де V_6 – обсяг бака, л;

l_x – відстань від місця роботи до пункту заправлення, м;

v_x – швидкість агрегату при переїздах, км/год;

a – продуктивність заправного пристрою, л/хв;

t_n – час для одного повороту наприкінці гону, хв;

t_6 – час підготовки машини до заправлення, хв;

e' – відношення часу, затраченого на технічне обслуговування, до чистого часу;

e'' – відношення часу на непередбачені технологічні й інші втрати, до чистого часу роботи;

Q – витрата рідини, л/га;

B – ширина захвату машини, м;

v – робоча швидкість, км/ч.

Визначення показника нерівномірності розпилю

З метою виявлення оптимальних режимів роботи розпилювачів, відповідних рівномірному розподілу робоча рідини по ширині штанги, при яких коефіцієнт варіації не повинно перевершити 30 % - ного рівня, необхідно провести дослідження зносу гербіцидів боковим повітрям до 6 м/с і математичне моделювання роботи штанги з досліджуваними розпилювачами.

Визначення ширини захвату агрегату

Ширина захоплення (B_3) агрегату із органами, які загортають визначається по формулі:

$$B_3 = (n - 1) \cdot B_0 + B_1 + B_2 \quad (13)$$

де: n B_0 - кількість і крок розпилювачів на штанги, шт; м;

B_1, B_2 - "почало" і "кінець" діаграми розпилювання рис 2.2.

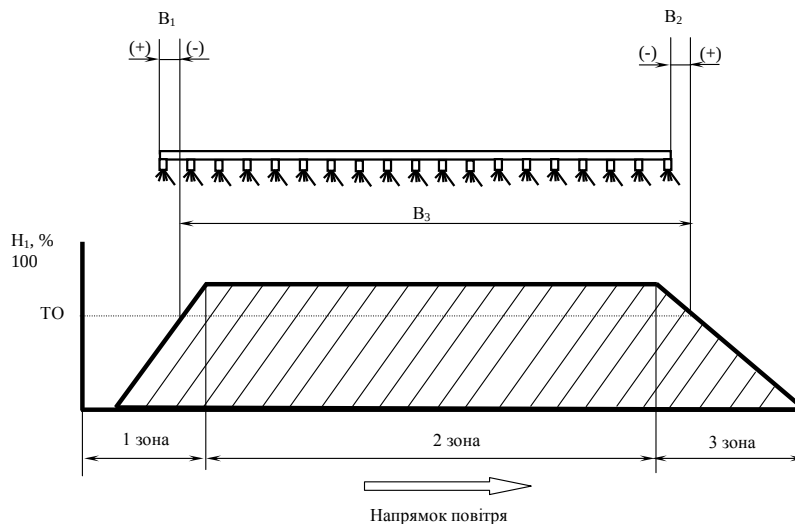


Рис. 2 Діаграма розподілу гербіциду при бічному вітрі. 1, 2, 3 зони - "начало", центральна частина і "кінець" штанги; Н - норма внесення гербіциду %

Якщо внесення гербіциду здійснюється двома окремими агрегатами, тобто обприскувачем і знаряддям, які загортають то останній агрегат рухається без перекриття попереднього проходу, а виліт маркерів обприскувача розраховують по наступних формулах: при водінні трактора серединою (пробкою радіатора) виліт маркерів рівний:

$$C_{лев.} = C_{прав.} = \frac{n-1}{2} \cdot B_0 + B_1 + B_2 \quad (14)$$

Якщо водіння трактора здійснюється правим переднім колесом по борозні маркера, то:

$$C_{лев.} = \frac{n-1}{2} \cdot B_0 + B_1 + B_2 - \frac{B_{тр.}}{2} \quad (15)$$

де $B_{тр.}$ - ширина колії трактора, м.

Визначення показників якості обприскування

Рівномірність розподілу робочої рідини, а отже, і гербіциду визначається по кількісному відкладенню фарбника на фіксуєючих поверхнях методом колориметричного аналізу на фотоколориметрах ФЭК-м, ФЭК-56М відповідно до інструкції, що додається до них.

Одержані дані відкладення рідини, мл/см², на фіксуєючих поверхнях обробляють статистичним методом по наступних формулах:
- середньоарифметичне значення

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (16)$$

де x_1, x_2, x_3 - відкладення рідини на поверхні, мл/см²;

n - число повторностей;

- середньоквадратическое відхилення

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - x_i)^2}{n-1}} \quad (17)$$

де x - середньоарифметичне значення, мл/см²;

x_i - відкладення на кожній поверхні, мл/см²;

$\bar{x} - x_i$ - відхилення відкладення від середнього значення, мл/см².

Нерівномірність розподілу рідини характеризується коефіцієнтом варіації %:

$$V = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (18)$$

Менша величина коефіцієнта варіації характеризує кращу рівномірність розподілу.

Густина покриття краплями (шт./см²) визначається шляхом підрахунку крапель на картках з крейдованого паперу під мікроскопом. При цьому на кожній картці повинне бути видимим не менше 5 смуг завдовжки 20 мм, які беруться в різних ділянках картки. При підрахунку крапель враховують проглянуту площу.

Густина покриття n , шт./см², визначається по формулі:

$$n_0 = \frac{N_0}{f_0} \quad (19)$$

де N_0 - загальне число врахованих крапель;

f_0 - проглянута площа, см².

Диспергування робочої рідини визначається шляхом мікроскопування карток і статистичної обробки результатів мікроскопування.

При мікроскопуванні карток формується краплинна вибірка, що складається з певної кількості зміряних крапель, розподілених по класах розмірів. Для спрощення подальших розрахунків класи розмірів крапель виражені в числі ділень окулярної лінійки мікроскопа:

$K_{\min}$ - нижня межа кожного класу розмірів крапель, виражена в числі ділень окулярної сітки;

$K_{\max}$ - верхня межа кожного класу розмірів крапель, виражена в числі ділень окулярної сітки;

$K_i = \frac{K_{\min} + K_{\max}}{2}$ - середній розмір класу, виражений в числі ділень окулярної сітки.

При мікроскопуванні картку встановлюють на столик препаратопроводителя. Перегляд здійснюють смугами довгої $L=60$ мм. Ширину смуги при цьому визначають кількістю ділень окулярної лінійки або сітки у полі зору мікроскопа при вибраному збільшенні.

При перегляді фіксують кількість крапель N , в кожному класі розмірів капіж і кількість проглянутих смуг для кожного класу розмірів крапель.

Обов'язковим є проглядання 4 смуг. Якщо після їх перегляду в класі K_i опиниться менше 10 крапель, то необхідно проглянути ще 6 смуг (всього 10), фіксуючи тільки краплі класу K_i , і більше. Після перегляду 10 смуг картки, на яких є краплі класу 30 ділень і більш, піддають подальшому мікроскопуванню, фіксують краплі того класу і нижче, де зафіксовано на 10 смугах менше 10 крапель. Додатково проглядають 10 смуг.

На щільно покритих картках для класів до 15 - 17 ділень немає необхідності проглядати повністю 4 смуги, а досить обмежуватися набором крапель в кількості не менше 500 шт., причому крапель класу 15 - 17 ділень повинне бути не менше 20, а для класів 13 - 15, 11 - 13 і т.д. мінімальна кількість зафіксованих крапель повинна бути більше.

Обробку результатів мікроскопування проводять в наступній послідовності.

1. Для кожного класу розмірів крапель розраховується загальна проглянута площа, S_i , см^2 , по формулі

$$S_i = L \cdot h \cdot Z_i \quad (20)$$

де L - довжина смуги, що проглядається, см;

h - ширина смуги, що проглядається, см;

Z_i - кількість проглянутих смуг для кожного класу розмірів крапель.

2. Для кожного класу розмірів крапель визначають приведену кількість крапель, тобто кількість крапель, що доводиться на 1 см^2 проглянутій площі, по формулі:

$$n_i = \frac{N_i}{S_i} \quad (21)$$

де n - приведене 1 см^2 кількість крапель;

N_i - кількість крапель, зафіксована в кожному класі розмірів при мікроскопуванні;

S_i - загальна проглянута площа для кожного класу розмірів крапель, см^2 .

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Для кожного класу розмірів крапель визначають величину, що характеризує масу рідини, поміщеної в краплях цього класу.

3. Потім визначають суму значень величини $n_i \cdot k_i^3$ (тобто суму по вертикалі).

4. Визначають частку маси рідини P_i %, що міститься в кожному класі розмірів крапель, по формулі:

$$P_i = \frac{n_i \cdot k_i^3}{\sum n_i \cdot K_i^3} \cdot 100 \quad (22)$$

Визначають накопичені значення частки маси рідини для кожного подальшого класу, тобто

$$\sum_{j=1}^i P_i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (23)$$

де m - число класових проміжків.

Сума накопичених значень доль маси рідини для всіх класів повинна складати 100 %.

За даними розрахунків будують інтегральну криву розподілу доль маси рідини по класах розмірів крапель в координатах P_{id} таким чином: по осі абсцис відкладають верхні межі кожного класу розмірів крапель в мікронах d_{max} , по осі ординат відкладають накопичені значення частки маси рідини відповідні кожному класу розмірів крапель. По одержаних крапках будують плавну криву. Значення діаметрів крапель, мкм, розраховують по формулі:

$$d_i = \frac{K_i \cdot \beta}{\alpha} \quad (24)$$

де K_i - розмір краплі, виражений в числі ділень окулярної сітки;

β - ціна одного ділення окулярної сітки, мкм;

$\alpha = 1,026$ - коефіцієнт розтікання на картках з крейдованого паперу, покритих парафіном.

7. Масовий медіанний діаметр крапель d_m визначають по таблиці дисперсності распила, де він відповідає довше маси рідини в 50 %, або з графіка інтегрального розподілу. Для цього з крапки по осі ординат, відповідній значенню 50 %, проводять лінію, паралельну осі абсцис, до перетину з кривою і з точки перетину - лінію, паралельну осі ординат,

до перетину з віссю абсцис. Точка перетину з віссю абсцис і визначає величину масового медіанного діаметру.

Висновки

У статті наведено методики проведення досліджень по визначенню основних показників роботи які впливають на якісні показники його роботи. При впровадженні цих методик можливо зробити рекомендації з виконання регулювань оприскувачів у відповідності з конкретних умов роботи

Список використаної літератури

1. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Под общ. Редакцией Г.Е.Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с., ил.
2. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – М.: Агропромиздат, 1989, - 527 с., ил.
3. Шамаев Г.П., Шеруда С.Д. Механизация защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней. – М.: Колос, 1978. – 256 с., ил.
4. Як підвищити якість внесення та ефективність використання пестицидів? О. Барановський, М. Грицишин. ІМЕСГ УААН. /Сільськогосподарська техніка, №3 1999р., стор. 32.
5. Підготовка до експлуатації штангових обприскувачів ОПШ-2000. І. Сушко ВАТ “Львівгагромашпроект”. /Техніка АПК Науково-технічний журнал, №1 2001р., стор. 8-9.
6. Анализ факторов, влияющих на качество работы штанговых опрыскивателей. Я.Г.Озол Труды ЛСХА, 1987, вып. 239. стр.18.
7. Опрыскиватели и протравливатели. Каталог продукции «Кертитокс» Фармгеп КФТ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СЕПАРВЦІЇ НАСІННЯ ЯЧМЕНЮ З ОБГРУНТУВННЯМ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ НАСІННЯОЧИСНОЇ МАШИНИ.

**К.т.н. Кушнар'ов С.А., магістр Яковенко Я.В., ВП НУБіП
України «Ніжинський агротехнічний інститут»**

Стан питання. Однією із проблем насінництва є розробка прийомів та способів одержання високоякісного посівного матеріалу, що володіє біологічною однорідністю і забезпечує максимальну виживаність рослин, високий темп росту, вирівненість за розвитком та дозрівання.

Лисенко Т.Д. на підставі навчання Ч.Дарвіна про користь перехресного запилення і И.В. Мічуріна про вибірковість у процесах запліднення запропонував прийом поліпшення насіння самозапильників шляхом внутрісортового схрещування, мають більш високу енергію проростання (М.А. Бесорська, Н.И. Єрмолаєва, Л.Б. Ходьков), підвищеним (на 1,9-6,5%) змістом протеїну, більш високою зимостійкістю (А.И. Фейцаренко) і іншими біологічними особливостями. Однак, такий позитивний вплив внутрісортового схрещування спостерігається тільки на озимій пшениці і те за певних умов. Застосовуючи перехресне запилення як прийом поліпшення біологічних і врожайних властивостей насіння, варто враховувати особливість культури і навколишні умови. Встановлено малу ефективність даного методу для ячменю.

Ч. Дарвін відзначав, що кліматичні фактори можуть вплинути на якість насіння. П.Н. Константинов /18/ по проведених дослідженнях, у яких вивчався вплив умов вирощування на врожайні якості насіння ячменю, робить висновок про те, що різниця у врожаї того самого сорту при посіві насінням різного походження може досягати 83,3%, тобто вона настільки велика, що перебиває навіть сортові відмінності. За даними В.Н. Степанова і В.И. Лук'янюка /18/, врожай яриці складав від 8,8 до 13,1 ц/га (різниця майже 50%) в залежності від місця походження насіння. Аналогічне явище встановлене також у ячменю. До таких же

висновків прийшли і інші дослідники: Н.Я. Тесль, Н.Н. Беляєв, Е.И. Виноградова та інші.

Мета досліджень

1. Вивчити деякі нові фізико-механічні властивості насіння ячменю і його домішок, що пройшли сепарацію на зерноочисних машинах загального призначення з повітряно-решітно-трієрними робочими органами.

2. Обґрунтувати ознаки розділення компонентів насіннєвих матеріалів ячменю на фрикційних неперфорованих поверхнях.

3. Дослідити вплив конструктивних та кінематичних параметрів вібраційної насіннєочисної машини на якість технологічного процесу очищення і сортування насіння ячменю та визначити раціональні параметри.

4. Дослідити та обґрунтувати можливість процесу очищення, сортування, очищення з одночасним відбором у відхід неповноцінного насіння ячменю на вібраційній насіннєочисній машині.

Дослідження фізико-механічних властивостей компонентів насіннєвих сумішей ячменю

Коефіцієнти тертя насіння ячменю та домішок

Визначення коефіцієнтів тертя насіння ячменю та домішок необхідно для встановлення можливості їх розділення за властивостями поверхні, а також для вибору параметрів і режиму роботи вібраційної насіннєочисної машини.

Статистичні коефіцієнти зовнішнього тертя визначалися за допомогою приладу (рис.1), що складається з похилої площини 1, розділеної на ділянки з різним фрикційним покриттям, підстави 2, механізму регулювання кутів нахилу площини 3, градуйованої шкали 4 і приймачів насіння 5. Ділянки похилої площини облицьовані різним фрикційним матеріалом: технічною фанерою, абразивним полотном, металом, гумою і брезентом. Фрикційні покриття вибиралися через розуміння простоти виготовлення робочих поверхонь.

Визначення коефіцієнтів тертя здійснювалося таким чином. Кут нахилу площини 1 встановлювали менше статичного кута тертя. На кожну ділянку поверхні укладали насіння (домішки) однієї і тієї ж вибірки і обертали рукоятку механізму регулювання 3 доти, поки насіння (домішки) не починали ковзати по фрикційній поверхні.

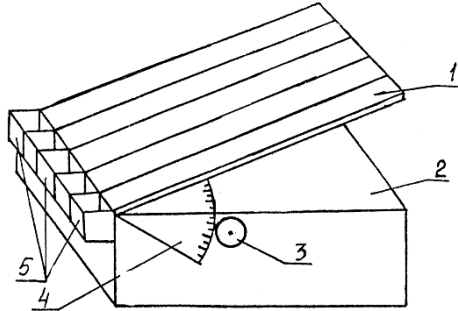


Рис.1- Конструктивна схема приладу для визначення статичного коефіцієнта тертя насіння та домішок:

1—похила площина, 2—підстава, 3—механізм регулювання кута нахилу, 4—шкала, 5—приймальники насіння

Кут, при якому відбувається початок руху часток, і є кутом статичного тертя насіння (домішок) φ . Величину статичного коефіцієнта тертя насіння і домішок визначали по відомій формулі /10/:

$$f = \operatorname{tg} \varphi. \quad (1)$$

Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів тертя насіння ячменю та домішок по фанері технічної і брезентові представлені на рис.2, 3.

Аналіз варіаційних кривих (рис. 2, 3) розподілення значень коефіцієнтів тертя показує, що варіаційні криві насіння ячменю та домішок мають значні перекриття. Тому, із насіння ячменю неможливо виділити домішки на жодній з досліджуваних поверхонь.

Коефіцієнти відновлення швидкості при ударі насіння ячменю та домішок

Під пружністю розуміють властивості насіння приймати після деформації первісну форму. Коефіцієнт відновлення насіння дорівнює відношенню швидкості після удару V_2 до швидкості до удару V_1 , тобто:

$$R = V_2 / V_1. \quad (2)$$

Звичайно для визначення коефіцієнта відновлення застосовують формулу /10/:

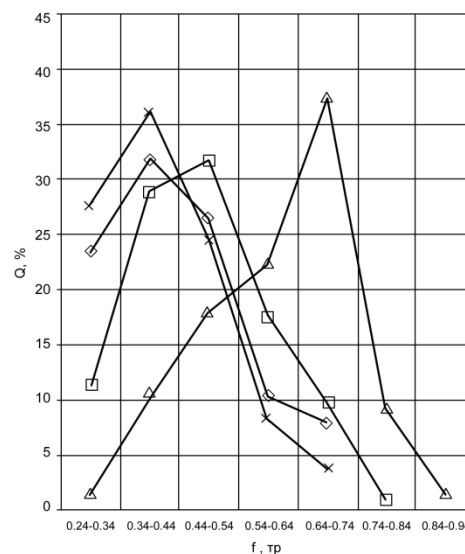
$$R = \sqrt{h/H}, \quad (3)$$

де h —висота підскоку насіння після удару, м; H —висота падіння насіння без початкової швидкості, м.

Коефіцієнт відновлення характеризує пружні властивості насіння. Коефіцієнти відновлення насіння визначали на приладі приведеному на рис.2.4. Прилад складається з приймального для насіння 1, затвора 2, висувної рами 3, нерухомої шкали 4, пересувної шкали 5 і змінної плити 6.

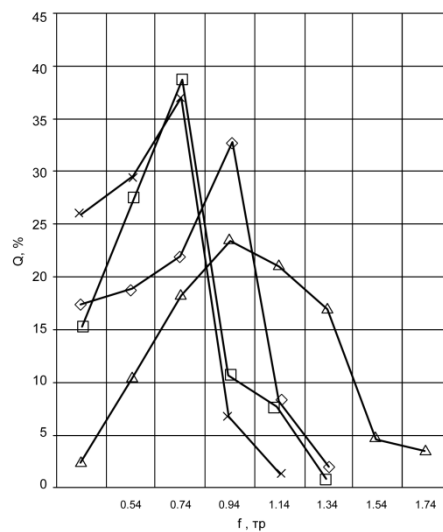
Насіння ячменю та домішки містилися в приймальник для насіння 1 після відкриття затвора 2, досліджувана частка вдарялася об плиту 6.

Висота підскоку при цьому фіксувалася по пересувній шкалі 4. Після цього коефіцієнт відновлення кожного насіння підраховували за формулою (3).



□—ячмінь, Δ—гречишка
 ×—вівсюг ◇—просо куляче

Рис.2- Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів тертя насіння по фанері технічної



□—ячмінь, Δ—гречка
3—вівсюг ◇—просо куряче

Рис.3 -Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів тертя насіння по брезенту

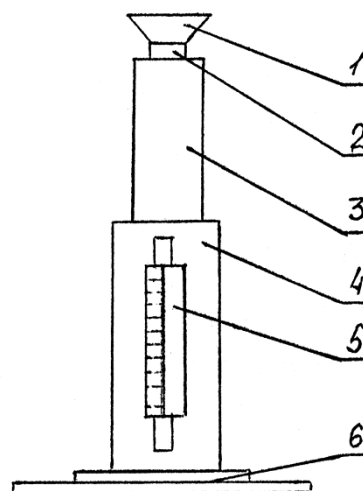


Рис.4 -Схема пристрою для визначення коефіцієнтів відновлення:
1—приймальник насіння, 2—затвор, 3—висувна рама, 4—нерухома шкала, 5—пересувна шкала, 6—змінна плита

Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів відновлення швидкості при ударі насіння ячменю та домішок представлені на рис.5,6.

Аналіз варіаційних кривих (рис.5) показує, що на фанері технічної можна виділити порядку 12% насіння ячменю без насіння

гречишки. На поверхні, облицьованої брезентом, (рис.6) є можливість виділити близько 24% насіння ячменю без проса курячого і вівсюга. Результати досліджень показують, що на поверхні, облицьованої абразивним полотном, гумою і металом за данною ознакою розділити зернову суміш ячменю не представляється можливим, тому що варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів відновлення швидкості при ударі насіння ячменю та домішок у значній мірі накладаються.

Коефіцієнти миттєвого тертя при ударі насіння ячменю та домішок

Середня швидкість руху насіння по вібруючій поверхні при наявності підкидання в загальному випадку істотно залежить від коефіцієнта миттєвого тертя при ударі їх об цю поверхню.

Значення коефіцієнта, у свою чергу, залежить від матеріалу фрикційної поверхні та виду насіння.

Коефіцієнти миттєвого тертя при ударі насіння ячменю та домішок експериментально визначали непрямым способом по запропонованій И.И. Блехманом і Г.Ю. Джанелидзе формулі [2]:

$$\lambda = \frac{2\operatorname{tg}\beta \cdot \operatorname{tg}\varepsilon}{\frac{1-R}{1+R} + \operatorname{tg}\beta \cdot \operatorname{tg}\varepsilon}, \quad (4)$$

де β і R —експериментальні значення граничного кута підйому і коефіцієнта відновлення, отриманого для кожного окремо узятото насіння; ε —кут спрямованості коливань.

Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів миттєвого тертя при ударі насіння ячменю та домішок по фанері технічної представлені на рис.7.

Результати досліджень показують, що за данною ознакою розділення є можливість одержати порядку 16% насіння ячменю, без насіння курячого проса. Виділити з насіння основної культури інші домішки не представляється можливим, тому що варіаційні криві в більшому ступені накладаються одна на одну.

Однак, слід зазначити, що коефіцієнти миттєвого тертя при ударі не виявляються самотійно, як технологічна характеристика, без участі інших фізико-механічних властивостей у процесі сепарації насіння на

фрикційних поверхнях, що звершають коливальний рух, він лише допомагає розкрити фрикційні властивості насіння при ударі їх об робочу поверхню в процесі руху.

Як відомо [2], насіння з великим коефіцієнтом миттєвого тертя при ударі мають великі по величині граничні кути підйому по вібруючій поверхні.

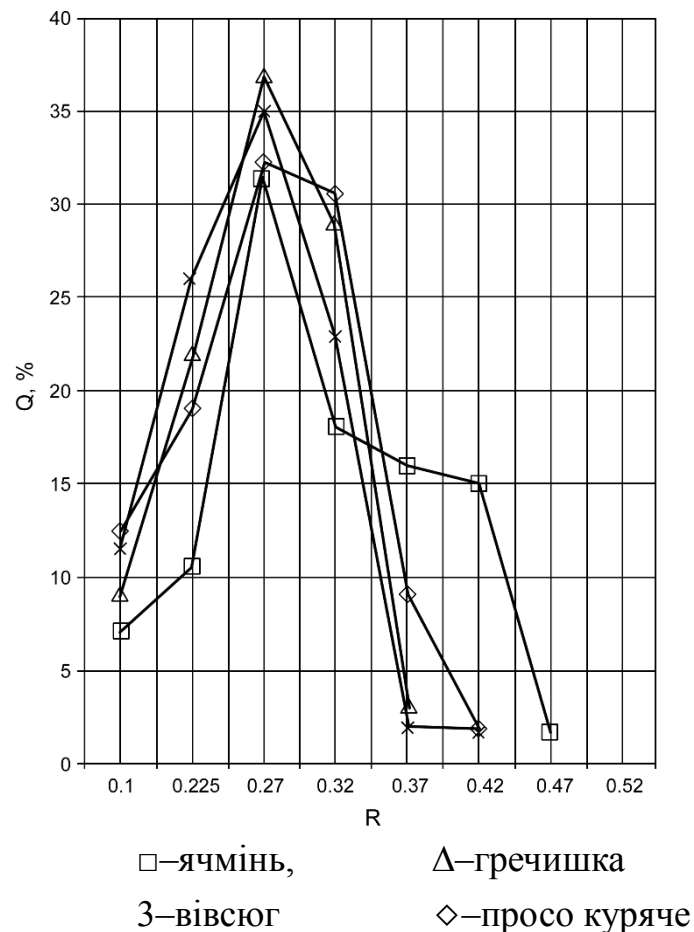


Рис.5- Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів відновлення швидкості при ударі насіння ячменю та домішок по фанері технічній



Рис.6 -Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів відновлення швидкості при ударі насіння ячменю та домішок по брезенту



Рис.7 -Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів миттєвого тертя при ударі насіння ячменю та домішок

Висновки

1. Варіаційні криві розподілення значень коефіцієнтів тертя, відновлення швидкості при ударі та миттєвого тертя при ударі насіння ячменю мають значний розкид, тому можливо розділення насіння на фракції за цими ознаками розділення.

2. Неможливе очищення насіння ячменю від домішок за коефіцієнтом тертя, тому що варіаційні криві насіння основної культури та домішок накладаються одна на одну.

3. За коефіцієнтом відновлення швидкості при ударі є можливість виділити із насіння ячменю до 12% насіння гречишки та 24% насіння проса курячого і вівсюга;

3. До 16% насіння проса курячого можна виділити із насіння ячменю за коефіцієнтом миттєвого тертя при ударі без втрат насіння основної культури у відхід. Інші домішки за вказаною ознакою виділити із насіння ячменю не уявляється можливим, тому що варіаційні криві практично повністю накладаються одна на одну.

4. Встановлено, що одночасно з очищенням можливо також і сортування насіння ячменю.

Список використаних джерел

1. Анискин В.И., Мишина Л.А. и др. Машины для сортирования сельскохозяйственных продуктов по цвету // М.: Машиностроение, 1972. – 168с.

2. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Вибрационное перемещение // М.: Наука, – 1964. – 410с.

3. Бушуев Н.М. Семяочистительные машины. // С.–Свердловск. Машгиз–1962. – 238с.

4. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. // М.: Финансы и статистика. – 1981. – 263с.

5. Гончаров Е.Е. Резервы повышения производительности зерноочистительных и сортировальных машин. – В кн.: Вопросы механизации и электрификации сельского хозяйства. Тр. молодых ученых УСХА, вып. X. Киев. – 1963. – с. 26-30.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

6.Горячкин В.П. Сборник сочинений. //М.: Колос.–1965.–т.1.–720 с., т. 2.–459с., т.3.–384 с.

7.Доброхотов В.Н. Семена сорных растений. //М.: Колос.–1961.

8.Ефименко В.И., Полторак В.Г. Завод по обработке и хранению семян зерновых культур. //Техника в сельском хозяйстве.–1982, № 3.–с.7-8.

9.Заика П.М. Вибрационные зерноочистительные машины. //М.: Машиностроение.–1967.–143 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**К.т.н. Кушнарков С.А., магистр Лелюх І.С. ВП НУБіП України
«Нежинский агротехнический институт»**

Актуальность темы. Органическая масса - главнейший элемент ее плодородия - возникла и накапливается в ходе эволюции. Причем при одном непеременимом условии: живые организмы, главным образом растительного происхождения, должны оставлять после себя растительной массы больше, чем за свою жизнь они взяли из почвы в качестве пищи из продуктов ее разложения. Без органического вещества не сложилось бы и почвенное плодородие в том виде как мы его понимаем. Солонцовые почвы, как подтип почвенного покрова, занимают свыше 18% сельхозугодий, пригодных для возделывания сельскохозяйственных культур, и распространены преимущественно в зонах развитого земледелия. Естественное плодородие солонцовых почв очень низкое в силу отрицательных агрофизических, физиологических, гидрологических и технологических факторов. Поэтому повышение их плодородия связано с коренной перестройкой пахотного слоя, что обеспечивается мелиоративными обработками, а также системой последующих обработок в мелиоративный период. Как объект обработки почвообрабатывающими орудиями, солонцовые почвы представляют собой сложную многообразную среду с отличными от зональных почв свойствами. Использование зональных комплексов машин для обработки солонцовых почв из-за неудовлетворительного качества выполнения технологических процессов, высокой энергоемкости последних и низкой производительности агрегатов предопределило значительные затраты материальных и трудовых ресурсов и длительность срока окупаемости вложенных средств.

Солонцовые почвы непригодны для выращивания многих сельскохозяйственных культур, особенно овощей и картофеля. Они имеют плохую структуру, легко заплывают, медленно просыхают, характеризуются щелочной или нейтральной реакцией, содержат много

соды, способствующей вымыванию из почвы перегноя. При содержании соды в почве 0,01% большинство растений погибает.

Как улучшить солонцовые почвы? Меры улучшения таких почв зависят от степени засоленности и глубины залегания солонцов. Наиболее верный способ — внесение в почву гипса мелкого помола и повышенных доз органических удобрений (навоза, компоста, низинного торфа). Под осеннюю вспашку вносят 4—6 кг органических удобрений на 1 кв. м и 0,3—0,6 кг гипса, такую же дозу гипса вносят весной в верхний слой почвы и заделывают граблями. При улучшении солонцовых почв необходимо знать глубину залегания солонцов и грунтовых вод.

Если солонцы залегают глубже 20—25 см, при обработке почвы важно не вывернуть их на поверхность. Норму полива при выращивании культур следует регулировать так, чтобы поливная вода не достигла грунтовой — засоленной и, соединяясь с ней, не перенесла бы соль в верхние слои почвы. Наоборот, если солонцы расположены близко к поверхности, нужно провести мероприятия по улучшению всего корнеобитаемого слоя.

Несоответствие рабочих органов и машин зонального комплекса требованиям к качеству выполнения технологических процессов при возделывании сельскохозяйственных культур на солонцовых почвах существенно снижает потенциал и эффективность новых, внедряемых в производство, мелиоративных технологий.

Таким образом, сложилось противоречие между потребностью сельскохозяйственного производства в повышении производительности труда и качества выполнения агротехнических приемов с целью снижения затрат на возделывание и увеличение урожайности зернофуражных и кормовых культур на солонцовых почвах и существующим зональным технологическим комплексом машин с неудовлетворительными функциональными и экономическими показателями.

В связи с этим, изыскание технологических и технических решений по обоснованию комплекса машин для обработки солонцовых почв является актуальной проблемой, вытекающей из потребности сельскохозяйственного производства.

Цель и задачи исследования.Целью научной работы является повышение эффективности и обеспечение качества выполнения технологических процессов обработки солонцовых почв на основе использования разработанных машин.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить такие основные задачи:

- проанализировать существующие способы основной обработки почвы солонцовых почв;
- выполнить обоснование целесообразности работы;
- выявить основные факторы, влияющие на технологический процесс обработки солонцовых почв;
- обосновать параметры рабочих органов для обработки солонцовых почв, обеспечивающие снижение энергозатрат и повышающие качество выполнения технологических процессов;

Объект исследования – процессы механизированных обработок солонцовых почв при возделывании сельскохозяйственных культур.

Предмет исследования:

- закономерности взаимодействия комбинированных рабочих органов с почвой;
- взаимосвязи конструктивных параметров машин для обработки солонцовых почв с эксплуатационными показателями МТА.

Основными методами исследований являются теоретические положения земледельческой механики, теории тракторостроения, формирования и использования машинно-тракторных агрегатов и математического анализа.

Технология активной обработки солонцовых почв по агробиологическому методу на основе подпокровного агрегата

Особенностью конструкции орудия для обработки солонцовых почв является то, что орудие содержит раму, лемех с установленными за ним попарно фрезами, имеющими ножи, механизм привода фрез в виде редуктора и высевающий аппарат. Нижняя часть редуктора заглублена вместе с фрезами в почву. Фрезы выполнены с

возможностью встречного вращения. Фрезы установлены с зазором относительно друг друга, вращаются с одинаковой угловой скоростью и имеют неодинаковые диаметры. Суммарная величина диаметров больше толщины обрабатываемого слоя. Лемех установлен перед фрезами, непосредственно за ним установлено газораспределительное устройство, связанное через фильтр с выхлопной трубой двигателя трактора.

Почвообрабатывающий эффект заключается в том, что в два раза снижается количество растворимых солей и поглощенного натрия, а также значительно расширяется соотношение между $\text{Ca}:\text{Na}$ и $\text{Ca}:\text{Mg}$, что приводит к самомелиорации солонцов. Значительно улучшаются физические и водно-физические свойства, что повышает урожайность ячменя примерно на 5 ц/га, кукурузы на силос – на 50 ц/га, сеяных трав – в 10-15 раз.



Рис. 1.5 - Почвообрабатывающее орудие

Орудие является новейшей разработкой, обладающей совокупностью технического, экономического и экологического эффектов. Инвестиционная привлекательность инновационного проекта в первую очередь связана с возможностью заполнения технологической ниши, востребованной агропромышленным рынком.

Исследование параметров технологического процесса машин для основной обработки почвы

При выборе и оценке рационального энергетического баланса машинно-тракторного агрегата (МТА) необходимо знать и учитывать энергетические показатели тракторов и агрегатируемых с ними с.-х. машин.

При определении энергетических характеристик МТА определяют тяговые сопротивления орудий и машин, расчетные рабочие скорости и необходимую тяговую мощность энергетического средства [1].

Сопротивление с.-х. машин зависит от следующих факторов: типа и вида машины (плуг, сеялка, культиватор) и ее рабочих характеристик (количество корпусов, ширина захвата, пропускная способность), технологического режима работы (глубина обработки), количества машин в агрегате, скорости движения агрегата, физико-механических и геометрических характеристик грунта [2].

Для расчета перемещения пласта почвы необходимо определить величину вектора начальной скорости v_0 , высоту схода пласта h и непосредственно дальность полета частицы x' .

При определении величины вектора начальной скорости v_0 . Пользуемся формулой взятой из источника. Зависимость между скоростью пахоты и боковой составляющей скорости пласта:

$$v_{\delta} = v_0 \sin \gamma \quad (1)$$

где v_{δ} – боковой компонент скорости почвы м/с;

γ - значение направляющего угла на конце крыла отвала;

v_0 – скорость пахоты м/с;

Проводя ряд преобразований мы получим, формулу необходимую для нашего конкретного случая:

$$v_0 = \frac{v}{\sin \gamma_0} \quad (2)$$

где v – скорость движения рабочего органа м/с;

γ_0 – угол между вектором начальной скорости и осью O_z .

Исследование рабочих органов для основной обработки почвы

Для определения высоты схода пласта h мы задаемся необходимой глубиной вспашки и пользуемся данным углом подъема пласта. Исходя из ширины лемеха 120мм, и угла ρ , и угла наклона лемеха τ . Видно, что частицы пласта будут сходиться с лемеха на высоте $h' + \Delta h$.

Высоту Δh можно найти двумя способами по тригонометрическим формулам прямоугольного треугольника или воспользоваться графическим методом, исходя из имеющихся у нас данным это можно сделать с такой же точностью. Я воспользовался графическим методом и получил ниже приведенные данные: при $\rho = 28^\circ$ $\Delta h = 98,58\text{мм}$; при $\rho = 29^\circ$ $\Delta h = 104,04\text{мм}$; при $\rho = 30^\circ$ $\Delta h = 110,16\text{мм}$; при $\rho = 31^\circ$ $\Delta h = 116,63\text{мм}$; при $\rho = 32^\circ$ $\Delta h = 123,47\text{мм}$.

Дальность полета частиц пласта x' , определяем исходя из расчетов приведенных в источнике. Если известна высота h , а мы ее определили графическим методом. То из рисунка можно получить дальность полета x' .

$$x' = v_0 t \sin \gamma_0 \quad (3)$$

$$z' = \frac{g}{2} t^2 + v_0 t \cos \gamma_0 \quad (4)$$

Дальность полета определяется по формуле (1) исходя из формул (3) (4). Так как при любом имеющемся угле ρ γ_0 не будет превышать $\frac{\pi}{2}$.

Весь расчет ведется по формулам приведенным выше.

$$h = h' + \Delta h \quad (5)$$

где h' - глубина вспашки м;

$$\gamma_0 = 90^\circ + \rho \quad (6)$$

$$h_1 = 0.35 + 0.098 = 0.449\text{м}$$

Если известна высота h с которой начинается падение частицы, по отношению к дну борозды, образуемой после прохода

предшествующего корпуса, то из уравнений легко получить дальность полёта x' частицы.

$$x' = x'_1 + x'_2 \quad (7)$$

где x'_1 - дальность полёта частицы на участке от начала движения до точки встречи её с осью Ox' .

x'_2 - дальность полёта частицы на участке, ограниченном точками встречи ее траектории с осью Ox' и дном борозды.

$$\begin{aligned} x'_1 &= \frac{2V_0^2}{g} \sin \gamma_0 \cos \gamma_0 \\ x'_2 &= \frac{V_0 \sin \gamma_0}{g} \left(V_0 \cos \gamma_0 + \sqrt{V_0^2 \cos^2 \gamma_0 + 2\rho h} \right) \end{aligned} \quad (8)$$

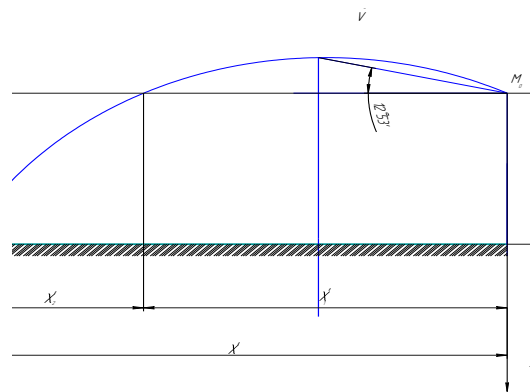


Рис.1- Схема движения пласта после схода с лемеха.

откуда

$$x' = \frac{V_0 \sin \gamma_0}{g} \left(\sqrt{V_0^2 \cos^2 \gamma_0 + 2\rho h} - V_0 \cos \gamma_0 \right) \quad (9)$$

Для нахождения максимальной высоты отбрасывания пласта нас интересует дальность полёта x'_1 на участке от начала движения, до точки встречи её с осью Ox' .

При максимальной высоте отбрасывания пласта в точке А. Дальность отбрасывания составит $\frac{x'_1}{2}$ м.

Зная высоту h и h_1 , значение $h_{\max}$ вычисляют по формуле:

$$h_{\max} = h + h_1 \quad (10)$$

где: $h = h' + \Delta h$ – высота схода пласта.

h' – глубина вспашки (от 0,1 до 0,35 м)

Δh – находим по тригонометрическим формулам прямоугольного треугольника, или графическим способом при $\rho = 28 \div 32^\circ$, $\tau = 63^\circ$, и ширине лемеха 120мм.

Значение h_1 находим из

$$h_1 = \frac{x'_1}{2} \operatorname{tg} \rho = \frac{x'_1 \cdot \operatorname{tg} \rho}{2} = -\frac{V_0^2 \cdot \sin \gamma_0 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \operatorname{tg} \rho}{g} = -V_0^2 \cdot \frac{\sin \gamma_0 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \operatorname{tg} \rho}{g} \quad (11)$$

$$h_1 = -\frac{2^2 \cdot \sin 120^\circ \cdot \cos 120^\circ \cdot \operatorname{tg} 30^\circ}{g} = -(2^2) \cdot (-0.025) = 0.1 \text{ м.}$$

Результаты расчетов заносим в таблицы.

Таблица 1 Значение максимальной высоты $h_{\max}$

$\begin{matrix} h_{\max i} \\ V, \text{м/с} \end{matrix}$	1	2	3	4	5	6
2	0,529	0,479	0,429	0,379	0,329	0,279
3	0,629	0,579	0,529	0,479	0,429	0,379
4	0,769	0,719	0,669	0,619	0,569	0,519
5	0,949	0,899	0,849	0,799	0,749	0,699
6	1,169	1,119	1,069	1,019	0,969	0,919

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что снижение затрат энергии на обработку солонцовых почв на различных этапах их освоения возможно путем совмещения технологических операций по подготовке почв, в едином технологическом процессе, проводимом комбинированными

позволяють обробляти ґрунти за один прохід агрегата.

2. На основе анализа результатов теоретических исследований установлено:

– для рыхлителя солонцовых почв ширина захвата 0,5 м, углы установки ко дну борозды долота и лемеха 25-27 град., угол раствора лапы 120 град., угол заточки ножа перед стойкой 60 град.;

ЛИТЕРАТУРА

1. Киркач Н.Ф. Расчет и проектирование деталей машин./ Н.Ф.Киркач, Р.А.Баласанян. -Харьков: Выща школа, 1988.- 140с.

2 Бугара В.А. Трактор Т-150. Устройство и эксплуатация. / В.А. Бугара, Л.А. Вайнштейн, А.М. Диденко и др. - М.: Колос, 1978. - 287с.

3. Джигирей В.С. . Екологія та охорона навколишнього середовища./ В.С. Джигирей. -К.: Знання, 2000.-203с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ NO- TILL ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.

**К.т.н. Кушнар'ов С.А., магістр Петрик Р.В.,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»**

Актуальність теми. В даний час все більше поширення набувають так звані ресурсозберігаючі технології обробки ґрунту. Ресурсозберігання може розглядатися в декількох аспектах, серед яких економія ресурсів підприємства, таких як паливно-мастильні матеріали, технічні засоби і механізатори, а також дбайливе витрачання, збереження і примноження природних ресурсів, таких як ґрунтова родючість і волога.

Ресурсозберігання на перший погляд не може бути не вигідним, оскільки дозволяє економити ресурси і за рахунок цього скорочувати собівартість.

Проте є безліч питань, пов'язаних з упровадженням ресурсозберігаючих технологій, що впливають не тільки на собівартість, але і на величину необхідних інвестицій, а також планованої виручки. Тому рішення про технологічне переозброєння рослинництва багато в чому є неоднозначним, а в деяких моментах і суперечливим.

У зв'язку з вищесказаним можна підкреслити особливу значущість і актуальність вибраної теми дипломної роботи, пов'язаної з оглядом існуючих технологій, аналізом недоліків і переваг.

Нульова технологія «no-till» вирощування та збирання озимої пшениці

Сьогодні в багатьох країнах застосовують ресурсозберігаючу технологію, якій дали назву No-Till (Но-Тілл).

Новою технологією «Но-Тілл» не назвеш, тому що ще 6 тисяч років тому люди застосовували безорну обробку ґрунту і прямий посів.

За допомогою дерев'яного кілка в землі вони робили отвір, кидали туди насіння і закривали його травою, не перевертаючи ґрунт. Такий гранично простий безвідвальний метод використовували ще в

доісторичному періоді і одержували 20-30 центнерів зернових з гектара [6].

У дев'ятнадцятому столітті про безвідвальну технологію почали говорити в Європі, на рубежі сторіч наукові праці про нове землеробство з'явилися і в Російській імперії. Їх автор, Іван Овсинський, зміг в Бессарабії, а потім в Подільській губернії збільшити урожаї з 8 до 80 ц/га. При цьому він зробив урожай гарантованим, підвищив родючість ґрунтів і вчетверо скоротив витрати праці і засобів. Переваги безвідвальної обробки через півстоліття відстоював Терентій Мальцев, який проводив свої дослідження в Заурал'ї. Його висновок - структура ґрунту відновлюється, якщо тривалий час не піддається інтенсивній обробці. Самовідновлення ґрунтів в період спокою відбувається в результаті активності живих організмів. Більшість вітчизняних і зарубіжних вчених застерігають, що за останні вісім десятиріч років оранка привела до двократного зменшення змісту гумусу в ґрунті. Єдина можливість зупинити деградацію ґрунтів - це застосування не нового, а всього лише добре забутого безорного землеробства [7]. Реалізувати його в промислових масштабах вдалося у середині 20 століття завдяки інноваціям і технічним рішенням.

Історія сучасного «Но-Тілла» почалася з винаходу англійцями в 1955 році гербіциду, який міг знищувати всі бур'яни. Це дозволило фермерам США відмовитися від плуга: не перевертаючи ґрунт, фермери знищували бур'яни гербіцидом суцільної дії і сіяли культури. Так, гербіцид дозволив реалізувати головний принцип «Но-Тілл» - повністю відмовитися від механічної обробки ґрунту. Але гербіцид не став винаходом виключно під «Но-Тілл». Практику хімічного знищення бур'янів тут же підхопили орачі і доповнили нею свій арсенал агроприйомів. Прихильники традиційної плугової обробки ґрунту активно використовують гербіцид як додатковий метод боротьби з бур'янами в післязбиральний період. Для тих, хто відстоює прямий посів і безорне, зберігаюче землеробство гербіцид не став панацеєю в системі контролю засмічення рослинністю. Бесплужники не обмежилися його дією. Ренді Андерсон, фахівець з боротьби з бур'янами з Південної Дакоти (США) вважає гербіцид «швидше альтернативним варіантом, ніж неодмінною вимогою для успішного

землеробства». Після довгих спостережень за природою бур'янів, ретельного вивчення біології і екології культурних рослин, вдалося створити систему управління бур'янами і досягти дивовижних результатів. З часом кількість бур'янів на посівних площах настільки зменшується, що можна і зовсім відмовитися від використання гербіцидів [9], [8]. Скориставшись цим, багато фермерів Америки і Європи перейшли від безорного до біологічного землеробства, що виключає хімічне втручання.

Впровадження технології no-till при вирощуванні особливо озимої пшениці, найбільш поширена в США, Канаді, Аргентині, Австралії в Європі ця технологія впроваджена на 2,5 – 3% посівних площ. Це можна пояснити природними умовами Європи [9].

Порівняльна оцінка інтенсивної та «нульової» технологій

Розробка технологічної карти на вирощування озимої пшениці по інтенсивній технології

Технологічна карта вирощування озимої пшениці складається на основі схеми сівозміни, типу ґрунту, наявності сільськогосподарської техніки, запланованого врожаю, кількості мінеральних добрив [12].

Обсяг роботи у фізичних одиницях, виконуваний агрегатом на окремій технологічній операції визначаємо по формулі

$$I_{\phi j} = F_{ji} \cdot P_j, \quad (1)$$

де F_{ji} - загальна площа полів, з яким зв'язане виконання j -ої операції i -им видом агрегатів, га;

P_j - агротехнічний показник обсягу роботи j -ої операції: для польових робіт $P_j = 1$, для стаціонарних робіт $P_j = H_j$ і для транспортних робіт $P_j = H \cdot l_j$;

H_j - норма внесення (збору) технологічного матеріалу на j -ій операції, т/га;

l_j - відстань транспортування технологічного матеріалу на j -ій операції, км.

Так, для операції “Лущення стерні”

$$I_{\phi 1} = 200 \cdot 1 = 200 \text{ га}.$$

Кількість нормозмін

$$n_{нзм. ji} = U_{\phi i} / W_{мзм ji} , \quad (2)$$

де $W_{мзм ji}$ - змінна норма виробітку агрегату і-го виду на j-ій операції, од.

Так, для операції “ Лущення стерні ”

$$n_{нзм. ji} = 200 / 52,8 = 3,79 \text{ нормозмін.}$$

Необхідна кількість агрегатів визначається по формулі

$$n_{aji} \geq \frac{7n_{нзм ji}}{D_{\phi j} \cdot T_{\phi j} \cdot k_{rji} \cdot k_{mj}} , \quad (3)$$

де D_{aji} – тривалість агрострока на j-ій операції в днях;

$T_{\phi j}$ – тривалість робочого дня на j-ій операції: приймається рівною 7 (в одну зміну), 10 (в півтори зміни), 14 (в дві зміни) годин в залежності від ступеню напруженості в роботі, часу року і виду операції;

k_{rji} , k_{mj} – коефіцієнти, що враховують технічну готовність i-го виду сільськогосподарського агрегату на j-ій операції і метеорологічні умови під час проведення j-ої операції (якщо тривалість агрострока на j-ій операції не перевищує 10 днів і агрегат простий за складом, то приймається $k_{rji} = 1$, якщо ж $D_{aji} > 10$ днів і якщо агрегат складний, то k_{rji} варто зменшити до 0,9; $k_{mj} = 0,8 \dots 1,0$). У випадку, коли розрахункова кількість агрегатів n_{aji} приводить до “пікової” потреби в якій-небудь марці машини, проводиться частковий чи повний перехід на інший агрегат, у якого експлуатаційні показники трохи гірші.

Так, для операції “Лущення стерні”

$$n_{aji} \geq \frac{7 \cdot 3,79}{7 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1} = 0,6 .$$

Фактична тривалість роботи

$$D_{pji} = \frac{7n_{нзм ji}}{n_{aji} \cdot T_{\phi ji} \cdot k_{rji} \cdot k_{mji}} \leq D_{aj} . \quad (4)$$

Значення $T_{\phi ji}$ вибирається з наступних розумінь: якщо операція є потоковою, тобто виконується в зв'язку іншими операціями (наприклад, транспортування насіння і посів), то для всього потоку $T_{\phi ji}$ повинно бути однаковим, причому рівним найбільшому його значенню в потоці; якщо операція може бути виконана в одну зміну, тобто по 7 годин на день і це не вимагає додаткових агрегатів, то роботу варто планувати в одну зміну.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Так, для операції “Лущення стерні”

$$D_{pji} = \frac{7 \cdot 3,79}{7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \leq 4 = D_{aj}.$$

Витрата палива, л

$$Q_{nj} = \sum_{i=1}^{N_{aj}} g_{wji} \cdot U_{fji}. \quad (5)$$

Так, для операції “Лущення стерні”

$$Q_{nj} = 3,1 \cdot 200 = 620 \text{ л.}$$

Платня за працю, грн.

$$S_{zpj} = \sum_{i=1}^{N_{aj}} n_{змji} (Y_{mji} \cdot m_{mji} + Y_{dji} \cdot m_{dji}), \quad (6)$$

де m_{mji} , m_{dji} – кількість механізаторів і допоміжних робітників на i -му виді агрегату j -ої технологічної операції, люд.;

Y_{mji} , Y_{dji} – змінна тарифна ставка відповідно для механізатора і для допоміжного робочого на i -му виді агрегатів j -ої технологічної операції згідно з тарифним розрядом, грн./зміну.

Розробка технологічної карти на вирощування озимої пшениці по «нульовій технології»

Технологічна карта вирощування озимої пшениці

Визначаємо обсяг роботи у фізичних одиницях для операції “Внесення гербіцидів”

$$I_{1фз} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ га.}$$

$$I_{2фз} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ га.}$$

Кількість нормозмін для операції “Внесення гербіцидів”

$$n_{1нзм. ji} = 100 / 254,8 = 0,39 \text{ нормозмін.}$$

$$n_{2нзм. ji} = 100 / 51,0 = 1,96 \text{ нормозмін.}$$

Визначаємо необхідну кількість агрегатів для операції “Внесення гербіцидів”

$$n_{1aji} \geq \frac{7 \cdot 0,39}{7 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1} = 0,195.$$

$$n_{2aji} \geq \frac{7 \cdot 1,96}{7 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1} = 0,98.$$

Фактична тривалість роботи для операції “Внесення гербіцидів”

$$D_{1pi} = \frac{7 \cdot 0,39}{7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \leq 1 = D_{aj}.$$

$$D_{2pi} = \frac{7 \cdot 1,96}{7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \leq 2 = D_{aj}.$$

Витрата палива для операції “Внесення гербіцидів”, л

$$Q_{1nj} = 1,6 \cdot 100 = 160 \text{ л.}$$

$$Q_{2nj} = 1,25 \cdot 100 = 125 \text{ л.}$$

Платня за працю, для операції “Внесення гербіцидів”

$$S_{1zj} = 0,39 \cdot (65,49 \cdot 1 + 0) = 25,54 \text{ грн.}$$

$$S_{2zj} = 0,39 \cdot (56,8 \cdot 1 + 0) = 114,43 \text{ грн.}$$

Витрати праці, для операції “Внесення гербіцидів”

$$Z_{1nj} = 7 \cdot 0,39 \cdot (1 + 0) = 2,73 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$Z_{2nj} = 7 \cdot 1,96 \cdot (1 + 0) = 13,73 \text{ люд.} - \text{год.}$$

Після проведення розрахунків проводяться підсумки витрат праці і витрат палива по кожній операції та проводиться перерахунок цих показників на 1 га (таблиця 2.2., 2.3.).

Висновок по розділу

В результаті проведених розрахунків були отримані технологічні карти на вирощування та збирання озимої пшениці по інтенсивній та «нульовій» технології. Для «нульової» технології розроблено два варіанти технологічних карт : перший - з використанням зарубіжного комплексу машин, а другий – з використанням вітчизняного комплексу машин. Порівнюючи всі варіанти отриманих технологічних карт можна зробити наступні висновки:

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

1. Витрати на заробітну плату складають 104,89 грн/га – інтенсивна технологія, 55,36 грн/га – «нульова» технологія (зарубіжний комплекс машин) та 41,95 грн/га (вітчизняний комплекс машин).

2. Загальні витрати праці 21,12 люд. – год/га інтенсивна технологія, 7,61 люд. – год/га – «нульова» технологія (зарубіжний комплекс машин) та 5,62 люд. – год/га (вітчизняний комплекс машин).

3. Витрати палива складають 104,89 кг/га – інтенсивна технологія, 51,03 кг/га – «нульова» технологія (зарубіжний комплекс машин) та 44,02 кг/га (вітчизняний комплекс машин).

ВИСНОВКИ

Провівши порівняльні розрахунки двох технологій можна зробити наступні висновки: розроблені технологічні карти на вирощування та збирання озимої пшениці з інтенсивної та «нульової» технологій, на їх підставі визначено склад комплексів; для «нульової» технології розроблено два варіанти технологічних карт: перший – з використанням зарубіжного комплексу машин, а другий – з використанням вітчизняного комплексу машин; витрати на заробітну плату складають 104,89 грн/га – інтенсивна технологія, 55,36 грн/га – «нульова» технологія (зарубіжний комплекс машин) та 41,95 грн/га (вітчизняний комплекс машин); загальні витрати праці 21,12 люд. – год/га інтенсивна технологія, 7,61 люд. – год/га – «нульова» технологія (зарубіжний комплекс машин) та 5,62 люд. – год/га (вітчизняний комплекс машин); витрати палива складають 104,89 кг/га – інтенсивна технологія, 51,03 кг/га – «нульова» технологія (зарубіжний комплекс машин) та 44,02 кг/га (вітчизняний комплекс машин).

Література

1. Корнеев Г.В., Гатаулина Г.Г., Зинченко А.И. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Под ред. Корнеева Г.В. – М.: Агропромиздат, 1988 – 301 с.

2. Зинченко А.И., Карасюк И.М. Интенсивные технологии возделывания зерновых и технических культур – К.: Выща школа. Головное издательство, 1988 – 327с.

3. Федотов В., Карасев Г. Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы – Воронеж, 1988 – 264 с.

4. Фирсов И.П. Технология производства продукции растениеводства. – М: Агропромиздат, 1989 – 432 с.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ПРИСТОЮ ДЛЯ ВИРІЩУВАННЯ ЦИБУЛІ НА ПЕРО

К.т.н. Кушнар'ов С.А., магістр Яковенко В.В., ВП НУБіП
України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Розробка методики проведення експерименту

Для розробки методики проведення експерименту ми пропонуємо наступний алгоритм роботи.

1. Визначення критеріїв оптимізації. Критерії оптимізації характеризуватимуть доцільність нашої роботи.

2. Вибір факторів. Обраними мають бути фактори, що є найвпливовішим та які найповніше розкривають теоретичну суть процесу.

3. Визначення рівнів варіювання обраних факторів. У цьому розділі ми маємо ґрунтуватися на літературних джерелах, попередньому досвіді та теоретичному обґрунтуванні даного процесу.

4. Визначення плану другого порядку для отримання регресійної моделі. План другого порядку має забезпечити мінімально доцільну кількість дослідів (з економічної точки зору) та максимальну достовірність отриманих результатів.

5. Проведення експериментів. У цьому розділі ми визначаємо необхідну нам апаратури та деякі моменти, що стосуються саме роботи по проведенню експерименту.

6. Визначення параметрів критеріїв оптимізації та факторів.

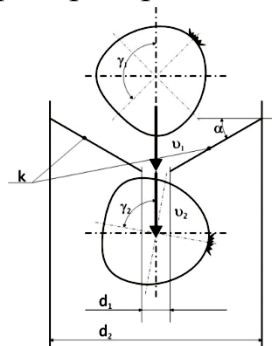


Рис.1- Схема критеріїв оптимізації та факторів, що впливають на них.

Вибір критеріїв оптимізації.

Для того, щоб провести експерименти ми маємо визначити один або декілька критеріїв оптимізації та фактори, що впливають на них.

Пристрій з орієнтування цибулин має характеризуватися якістю орієнтування та продуктивністю, бо при низькій продуктивності пристрою може вийти й так, що ручна, немеханізована праця виявиться більш доцільною. Тому ми обираємо два критерії оптимізації, що описані далі.

Якість роботи пристрою з орієнтації характеризується кутом відхилення цибулі від правильного вертикального положення γ_2 (рисунок 2). Тобто, виходячи із зазначеного, за критерій оптимізації доцільно буде обрати кут відхилення γ_2 , який цибулина має після виходу з воронки (після впливу пружних елементів). Зрозуміло, чим менше значення кута γ_2 , тим якість роботи орієнтуючого пристрою вища.

За другий критерій оптимізації ми приймаємо швидкість цибулини v_2 при її виході з орієнтуючого пристрою (рисунок 2). Швидкість v_2 було обрано, щоб визначити, яким чином орієнтуючий пристрій впливатиме на неї. Швидкість v_2 є тим параметром, який характеризує продуктивність орієнтуючого пристрою.

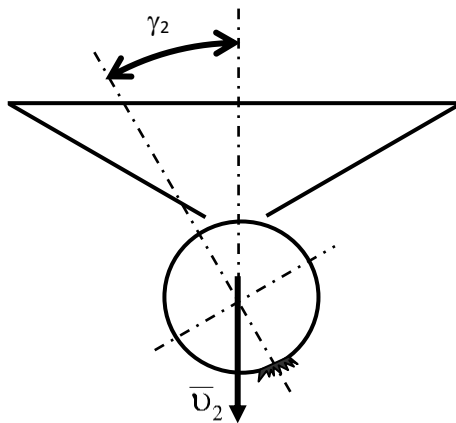


Рис 2- Схема критеріїв оптимізації.

Визначення факторів, що впливають на обрані критерії.

Оскільки принцип роботи пристрою з орієнтації заключається у впливі пружних елементів воронок на цибулю, на її центр ваги, то тут постає питання скільки воронок ми маємо обрати до пристрою та чи

будуть характеристики цих вооронок однаковими. Характеристиками кожної воронки є наступні параметри, що й будуть являти собою фактори, які впливатимуть на критерії оптимізації:

- 1) кут нахилу пружних елементів воронки до горизонтальної площини α ;
- 2) кількість пружних елементів воронки k ;
- 3) діаметр отвору, що утворено вільними кінцями пружних елементів d_1 .

Крім того на критерій оптимізації крім вище зазначених характеристик воронки будуть впливати й інші фактори:

- 1) швидкість падіння цибулини v_1 , що напряму залежить від висоти падіння;
- 2) початковий кут відхилення цибулини від вертикального положення γ_1 .

Таким чином ми визначили, що кількість типів факторів, незалежно від кількості воронок дорівнює п'яти.

Визначення рівнів варіювання обраних факторів.

Рівні варіювання кута нахилу α пружних елементів воронки до горизонтальної площини ми визначаємо, виходячи з літературних джерел [1]. Проведені дослідження вказують на те, що орієнтування цибулі з вішкою пристроєм з ліски відбувається найбільш якісно при куті $\alpha = 30^0$. Оскільки ми досліджуємо пристрій, орієнтуючі елементи якого абсолютно не можливо уявити як ліску, тому значення кута α у 30^0 ми ставимо як середину інтервалу варіювання. Зрозуміло, що при $\alpha = 0^0$ не відбуватиметься стабілізація цибулин, через це за початкове значення інтервалу варіювання ми обираємо кут у 10^0 . А так кінцеве значення інтервалу варіювання буде 50^0 .

Рівні варіювання діаметру отвору d_1 , що утворено вільними кінцями пружних елементів, ми приймаємо на основі геометричних параметрів цибулин. Оскільки мінімальний діаметр посадкового матеріалу дорівнює 35 мм, тому діаметр d_1 має бути меншим 35 мм, щоб відбувся вплив пружних елементів воронки на цибулину. Так ми приймаємо рівні варіювання для d_1 у межах 10 ... 30 мм.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Рівні варіювання швидкості падіння v_1 цибулини приймаємо у межах 1 ... 2 м/с. Цей інтервал обрано наступним чином. Ми припустили, нехай пружні елементи зовсім не впливають на швидкість цибулини, тож, виходячи з конструктивних параметрів пристрою, для обраних швидкостей (за відсутністю впливу пристрою) висота пристрою коливатиметься у межах 5 ... 20 см.

Рівні варіювання початкового кута відхилення γ_1 цибулини від вертикального положення обираємо з того, що для цього кута нема обмежень. Тобто попередньо неорієнтована цибуля може мати будь який кут відхилення. Тому межі його зміни наступні $0^\circ \dots 180^\circ$.

Рівні варіювання кількості k пружних елементів воронки можна визначити наступним чином. На максимальну кількість впливатиме діаметр d_2 орієнтуючого пристрою, $d_2 = 10$ см. Щоб запобігти високій складності виготовлення пружного елемента ми припускаємо, що його мінімальна ширина 5 мм. Тому максимальна кількість k дорівнюватиме 20 шт. Мінімальну ми приймаємо у 8 шт.

Визначення складностей при проведенні експерименту

Проведення експерименту та визначення оптимальних параметрів факторів, що впливають на критерій оптимізації, дуже ускладнюється при виборі кількості воронок, відмінної від однієї. Коли пристрій має одну воронку, то кількість факторів, що впливають на критерій оптимізації, дорівнює п'яти. А якщо ми візьмемо n воронок, то кількість факторів також збільшується у n разів, тобто дорівнюватиме $5n$. Це відбувається як раз тому, що воронки не обов'язково повинні мати однакові параметри. Наприклад, при кількості воронок 3 замість одного фактору кута α , що вказує на нахил пружних елементів воронки до горизонтальної площини, буде 3 фактори – $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ (рис. 3.3), і так по кожному типу факторів. Таким чином, в цьому випадку загальна кількість факторів дорівнюватиме $5 \cdot 3 = 15$, але це не є границею, бо воронок може бути і більше, а відповідно і факторів.

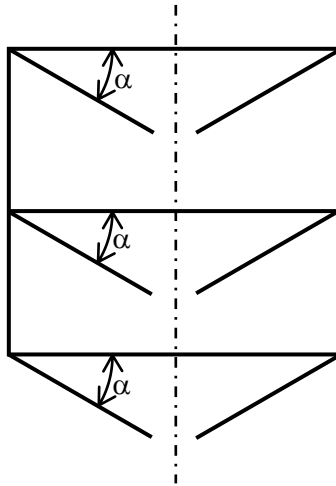


Рис. 3- Схема залежності кількості факторів від кількості воронок.

При проведенні експерименту з відсіювання ми повинні вилучити найменш впливові фактори, зафіксувавши їх значення на оптимальному рівні. Проте при великій кількості факторів нам доведеться вилучити і фактори, що мають значний вплив на критерії, бо якщо ми залишимо багато факторів, то проведення експерименту стане неможливим, чи занадто складним.

Все вищезазначене вказує на те, що при заданих умовах достовірність наших експериментів може зійти до нуля.

Розробка методики проведення експерименту.

Через вищенаведені складності при проведенні експерименту пропонується його наступне спрощення. Для цього необхідно взяти лише одну воронку, так значно зменшиться кількість факторів, і провести один практичний експеримент.

Описати процес впливу (орієнтування) пружних елементів пристрою на цибулину математичною залежністю не є можливим внаслідок складності цього процесу. Через це й проведення експерименту є необхідним. Але постає питання яким чином ми можемо визначити значення критеріїв оптимізації? Це питання є доволі суттєвим, оскільки час виходу цибулини з воронки є дуже малим. То ж за такий проміжок часу визначити швидкість v_2 та кут відхилення γ_2 за допомогою лише простих вимірювальних приладів без додаткового обладнання не представляється можливим.

Щоб забезпечити точність отриманих значень критеріїв оптимізації нам слід провести відеозйомку. Записавши всі експерименти на плівку, ми будемо мати змогу уповільнити огляд чи взагалі зробити стоп-кадр. На стоп кадрі, звісно, не виникне проблем із визначенням кута γ_2 . Уповільнений огляд дозволить визначити швидкість v_2 цибулі після її виходу з воронки.

Обравши план другого порядку для проведення експерименту, ми будемо змінювати значення факторів у визначеному діапазоні та отримаємо результати по значенням критеріїв оптимізації. Таким чином ми матимемо змогу визначити рівняння регресій, які будуть вказувати на залежність між факторами та даним критерієм. План проведення практичного експерименту представлено в таблиці 1.

Іншими словами доцільно провести лише один практичний експеримент, використавши лише одну воронку. Отримані рівняння регресій дадуть можливість варіювати значеннями факторів та визначати відповідні ним значення критеріїв, чи навпаки, задаючись значенням певного критерію або відразу обох, можна буде підібрати і значення самих факторів. Таким чином рівняння регресій дозволять нам проводити теоретичні дослід, тобто дослід без використання самого пристрою.

Завдяки теоретичним дослідом ми матимемо можливість імітувати з однієї воронки цілий трубопровід орієнтуючого пристрою. При використанні залежностей між факторами та критеріями нам треба буде враховувати отримані у попередньому досліді значення критеріїв (γ_2 , v_2) для визначення факторів (γ_1 , v_1) наступного дослід. Так дана воронка буде представляти собою наступну і т.д. Наприклад, після виходу з воронки n (при проведенні n дослід) цибулина має кут відхилення $\gamma_{2(n)}$ та швидкість $v_{2(n)}$, отримані значення критеріїв треба врахувати для наступного дослід $n+1$, тобто і для наступної воронки, оскільки тепер $\gamma_{1(n+1)} = \gamma_{2(n)}$, а $v_{1(n+1)} = v_{2(n)} + gt$. Завдяки рівнянню $v_{1(n+1)} = v_{2(n)} + gt$ ми зможемо визначити відстань між сусідніми воронками.

План проведення теоретичного експерименту наведено в таблиці 3.2.

По виконанню таких теоретичних дослідів ми будемо знати їх кількість, яка вказуватиме на необхідну кількість воронок. Вихідні параметри критеріїв оптимізації кожного теоретично проведеного експерименту будуть відповідати обраним параметрам кожної воронки (α, k, d_1) та цибулини (v_1, γ_1) до потрапляння останньої у воронку.

Таблиця 1 – План проведення практичного експерименту.

№ експерименту	Вхідні параметри (діпазони)	Дії	Вихідні параметри (регресійні моделі)
1	$\alpha_{(1)},$ $k_{(1)},$ $d_{1(1)},$ $v_{1(1)}$ $\gamma_{1(1)}$	відеозйомка експерименту $\Rightarrow$ комп'ютерна обробка даних	$\gamma_{2(n)} = f_{\gamma}(\alpha, k, d_1, v_1, \gamma_1)$ $v_{2(n)} = f_v(\alpha, k, d_1, v_1, \gamma_1)$

Таблиця 2 – План проведення аналітичного (теоретичного) експерименту.

№ екс-ту	Вхідні параметри (значення)					Дії	Вихідні параметри (значення критеріїв)	
1	$\alpha_{(1)}$	$k_{(1)}$	$d_{1(1)}$	$v_{1(1)}$	$\gamma_{1(1)}$	$\Leftarrow$ аналітичне визначення значень факторів чи критеріїв для кожної воронки при використанні регресійних моделей: $\gamma_{2\ (n)} = f_{\gamma}$ $v_{2\ (n)} = f_v$	$v_{2\ (1)}$	$\gamma_{2\ (1)}$
2	$\alpha_{(2)}$	$k_{(2)}$	$d_{1(2)}$	$v_{1(2)}$	$\gamma_{1(2)}$		$v_{2\ (2)}$	$\gamma_{2\ (2)}$
...							...	...
n	$\alpha_{(n)}$	$k_{(n)}$	$d_{1(n)}$	$v_{1(n)}$	$\gamma_{1(n)}$		$v_{2\ (n)}$	$\gamma_{2\ (n)}$
...							...	...
m	$\alpha_{(m)}$	$k_{(m)}$	$d_{1(m)}$	$v_{1(m)}$	$\gamma_{1(m)}$		$v_{2\ (m)}$	$\gamma_{2\ (m)}$

Визначення плану другого порядку для отримання регресійної моделі

Існує доволі велика кількість планів другого порядку. Наслідком цього є складність вибору того плану, що підходив би краще за все. При виборі плану другого порядку ми маємо керуватися наступними відомостями:

- кількість точок плану (його насиченість);
- число рівней варіювання, що використовуються у даному плані;
- симетричність;
- рототабельність;
- ортогональність;
- властивості даного плану з позицій А-; G-; D-; E- оптимальності;
- область планування (гіперкуб чи гіпершар).

Критерії оптимальності. Якість планів за критеріями А-; G-; D-; E- оптимальності є найважливішою ознакою плану, оскільки ці критерії вказують на якість рівнянь, що будуть отримані. Тобто від цих критеріїв залежить величина помилки даних, що будуть отримуватися за допомогою рівнянь, отриманих після проведення експерименту за обраним планом.

Кількість точок плану. Кількість точок плану вказує на економічність експерименту. Зрозуміло, чим точок менше, тим експеримент є більш кращим з економічної точки зору, проте економічність не є найважливішою ознакою плану.

Виходячи з поставлених умов, ми обрали наступний план другого порядку – симетричний композиційний план типу B_n , де n – кількість факторів. Даний план має ядро ДФЕ 2^{n-p} , де p вказує кількість реплік в експерименті. В нашому випадку кількість факторів $n = 5$, а реплік $p = 1$. Тобто обраний нами план можна записати так B_5 ; $N_c = 2^{5-1}$. План B_5 ; $N_c = 2^{5-1}$ має кількість опитів 26 та суму рангів за критеріями А-; G-; D-; E- оптимальності 12. Таке поєднання економічності та якості плану є найоптимальнішим серед усіх можливих планів [19].

Обраний план B_5 має ядро ДФЕ 2^{5-1} та $2n$ „зоряних точок”. Це означає, що ядро приходить 16 опитів, а на „зоряні точки” 10 опитів, що і становить загальну кількість опитів 26 [20]. План типу B_n при $n = 5$ представлено в таблиці 3.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Таблиця 3 – План типу B_n при $n = 5$.

№ опыту	ФАКТОРИ					Примітка
	X1	X2	X3	X4	X5	
1	1	1	1	1	-1	Ядро плану
2	1	1	1	-1	1	
3	1	1	-1	1	1	
4	1	1	-1	-1	-1	
5	1	-1	1	1	1	
6	1	-1	1	-1	-1	
7	1	-1	-1	1	-1	
8	1	-1	-1	-1	1	
9	-1	1	1	1	1	
10	-1	1	1	-1	-1	
11	-1	1	-1	1	-1	
12	-1	1	-1	-1	1	
13	-1	-1	1	1	-1	
14	-1	-1	1	-1	1	
15	-1	-1	-1	1	1	
16	-1	-1	-1	-1	-1	
17	-1	0	0	0	0	„Зоряні” точки
18	1	0	0	0	0	
19	0	-1	0	0	0	
20	0	1	0	0	0	
21	0	0	-1	0	0	
22	0	0	1	0	0	
23	0	0	0	-1	0	
24	0	0	0	1	0	
25	0	0	0	0	-1	
26	0	0	0	0	1	

Висновки

В статті обосновано методику проведення експерименту. Тут нами обґрунтована доцільність проведення лише одного практичного експерименту при використанні лише однієї воронки, базуючись на розробленій методиці проведення експерименту на основі імітаційної моделі. Крім того ми зазначили необхідність використання при практичному експерименті відеозйомки. Цей розділ містить схему проведення як практичного, так і теоретичного експериментів. Для реалізації експериментів ми обрали план В₅.

Література

1. Ткаченко Ф.А. Цибуля і часник (3-є доп. вд.) К., „Урожай”, 1967, 128 с.
2. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов /С.В. Мельников, В.Р. Рошин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. – 168 с., ил.
3. ГОСТ 24729-79. Методы экономической оценки специализированных машин. – М.: Издательство стандартов, 1979. – 10 с.

СТІЙКОСТЬ РУХУ АГРАРНИХ МАШИН

Литвинов О.І., Федорина Т.П., Козаченко Н.В.

Ніжинський агротехнічний інститут

У роботі надаються методи дослідження стійкості руху автономних механічних систем, які побудовані на теорії Ляпунова. Наведені приклади дослідження стійкості руху ряду аграрних машин.

Постановка проблеми. Теорія стійкості руху має важливе практичне значення для багатьох галузей техніки [1,2,3]. Вона широко застосовується в наукових дослідженнях і при розрахунках та конструюванні систем автоматичного регулювання, навігаційних приладів, літаків, космічних апаратів, різного роду двигунів тощо. Без відповідної стійкості руху ракета не може виводити супутник на розрахункову траєкторію, а машина не може якісно виконувати технологічний процес, корабель і літак – стійке зберігати заданий курс, гірокомпас – стійке показувати напрямок географічного меридіану.

Поняття стійкості трактується у широкому сенсі, як здатність об'єкту зберігати свій стан, не підпорядковуючись непередбаченим заздалегідь зовнішнім збуренням. Це поняття займає одне із центральних місць у фізиці і техніці. В залежності від характеру конкретного процесу, що розглядається, існують і різноманітні реалізації цього поняття. Особливо це стосується дослідження стійкості руху ряду аграрних машин, для яких додержання умов стійкості дозволяє забезпечити якісний перебіг технологічних процесів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З середини XIX століття в науці і техніці виникли проблеми, які змусили поставити загальну задачу про стійкість не тільки рівноваги але і руху. Перш за все – це криза у двигунобудуванні, коли конструкторам довго не вдавалося стійке зберігати задану частоту обертання колінчастих валів двигунів (двигун йшов у “розліт”).

У працях Д.К. Максвелла, І.А. Вишнеградського, Е. Рауса, М.Є. Жуковського [1] розглянуто ряд загальних питань про стійкість руху. Неоціненні плідні результати містить робота О.М. Ляпунова “Загальна задача про стійкість руху”, яка була опублікована в 1892 році. Ляпунов надав точне визначення стійкості руху, одержав повний розв’язок задачі для усталеного руху, запропонував два методи дослідження стійкості руху, що характеризуються простотою і ефективністю.

У наш час методи Ляпунова поглиблюються, виникають нові прикладні напрями, в яких створюються загальні методи дослідження стійкості руху окремих широких класів систем: системи автоматичного регулювання, керовані системи тощо. Бурхливий розвиток отримала теорія автоматичного керування і технічна кібернетика, де створення методів дослідження і забезпечення стійкості руху систем є однією з головних задач цих наук. Але поряд з цим невідомо розвинуті подібні дослідження в галузі землеробської механіки, у якій механічні системи сільськогосподарських машин повинні забезпечити якісне виконання технологічних операцій.

Мета дослідження – розглянути критерії оцінки стійкості руху механічних систем сільськогосподарського призначення.

Результати дослідження. Розглянемо спочатку більш просте поняття про **стійкість рівноваги**. З фізичної точки зору положення рівноваги називається стійким, якщо при достатньо малих початкових відхиленнях і швидкостях система протягом руху не виходить за межі як завгодно малого околу положення рівноваги, маючи при цьому як завгодно малі швидкості.

Аналізуючи деякі найпростіші рухи з погляду заданого визначення, можна стверджувати, що кулька на вгнутій сферичній поверхні є стійкою системою, тому що вона при русі під дією достатньо малих збурювальних сил намагається знову повернутись у своє вихідне найнижче положення. У той же час кулька на опуклій поверхні в стані рівноваги не має стійкого положення, навіть при як завгодно малих відхиленнях вона не повернеться до стану рівноваги. Байдуже положення має кулька на горизонтальній поверхні.

Візьмемо другий приклад – фізичний маятник. У нижньому вертикальному положенні він має стійку рівновагу (після ряду коливань він повертається у вихідне положення спокою). У верхньому вертикальному положенні фізичний маятник посідає нестійку рівновагу: при як завгодно малому відхиленні він почне рухатись, прямуючи до стійкого нижнього положення.

Достатні умови стійкості рівноваги системи дає теорема Лагранжа-Діріхле [3]:

“Якщо в положенні рівноваги потенціальна енергія голономної стаціонарної системи, що перебуває в полі консервативних сил, має ізольований мінімум, то таке положення рівноваги є стійким”.

Для консервативної системи діє закон збереження механічної енергії:

$$T_0 + \Pi_0 = T + \Pi, \quad (1)$$

де T_0, Π_0, T, Π – кінетична і потенціальна енергія в стані рівноваги і при збуренні. Оскільки завжди $T \geq 0$, то із виразу (1) маємо

$$T = T_0 + \Pi_0 - \Pi \geq 0, \quad (2)$$

звідки
$$\Pi \leq T_0 + \Pi_0. \quad (3)$$

Нерівності (2) і (3) показують, що рух системи після відхилення її від положення рівноваги відбувається в околі положення рівноваги. Зростання потенціальної енергії обмежене нерівністю (3) настільки, що вона буде одним із значень потенціальної енергії в околі положення рівноваги. На основі (2) можна вважати, що за вказаних початкових умов швидкості всіх точок системи обмежені за модулем: із зменшенням T_0 і Π_0 до нуля, T і Π також наближаються до нуля. Теорема доведена.

Теорема Лагранжа-Діріхле дає лише достатні умови стійкості стану рівноваги. Вирішення питання про нестійкість рівноваги консервативної системи ґрунтується на двох теоремах О.М. Ляпунова [2] про нестійкість рівноваги. Суть теорем Ляпунова про нестійкість рівноваги полягає в тому, що нестійкість має місце, якщо:

1) потенціальна енергія не має мінімуму, що можна встановити за членами другого порядку в розкладенні потенціальної енергії в ряд Маклорена;

2) потенціальна енергія має максимум і це можна встановити за членами ніщого порядку мализни, що входять у ряд Маклорена.

Як відомо з аналітичних курсів механіки, вираз потенціальної енергії для голономної стаціонарної системи можна отримати у вигляді квадратичної форми в функції узагальнених координат:

$$П = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N C_{kj} q_k q_j, \quad (4)$$

де C_{kj} - узагальнені коефіцієнти жорсткості (коефіцієнти ряду Маклорена); $q_1, \dots, q_N$ - узагальнені координати системи.

У виразі (4) враховано, що узагальнені координати і потенціальна енергія в положенні рівноваги дорівнюють нулю ($q_j = 0$; $П(0) = 0$). Крім того, узагальнені сили в положенні рівноваги також дорівнюють нулю:

$$\left(\frac{\partial П}{\partial q_1} \right)_0 = \left(\frac{\partial П}{\partial q_2} \right)_0 = 0.$$

Оскільки в положенні рівноваги потенціальна енергія дорівнює нулю ($П(0) = 0$), то вона має мінімум у цьому положенні, якщо $П(\bar{q})$ буде явно додатною функцією. Знак квадратичної форми визначається теоремою Сильвестра [3].

Для додатне-визначеності квадратичної форми необхідно і достатньо, щоб усі головні діагональні мінорі матриці квадратичної форми були додатні.

Записуємо матрицю коефіцієнтів виразу (4):

$$\begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & \dots & C_{1N} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & \dots & C_{2N} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & \dots & C_{3N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{N1} & C_{N2} & C_{N3} & \dots & C_{NN} \end{vmatrix} \quad (5)$$

Складемо головні діагональні мінорі матриці (5):

$$\Delta_1 = C_{11}, \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{vmatrix}, \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{vmatrix}, \quad \dots, \\ \Delta_N = \begin{vmatrix} C_{11} & \dots & C_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ C_{N1} & \dots & C_{NN} \end{vmatrix}.$$

Згідно критерію Сільвестра квадратична форма є додатне-визначеною, а звідси і буде мінімум потенціальної енергії в положенні рівноваги, якщо головні діагональні мінорі матриці коефіцієнтів додатні:

$$\Delta_1 > 0, \Delta_2 > 0, \dots, \Delta_N > 0; \quad (6)$$

Стійкість руху механічної системи, наприклад, машини, літака, снаряда тощо, залежить від діючих сил і початкових умов руху (координат і швидкостей точок системи у момент початку руху). Знаючи сили і початкові умови, можна теоретично розрахувати, як буде рухатись система. Рух, який відповідає розрахунку, називається незбуреним.

У зв'язку з деякою неточністю виміру початкових умов, їх дійсні значення, як правило, відрізняються від розрахункових. Крім того, механічна система під час руху може підпадати під випадкові впливи різних сил, що також еквівалентно змінює початкові умови. Відхилення початкових умов, що виникають із різних причин, називають початковими збуреннями, а рух, який система при цьому здійснює при наявності збурень – збуреним рухом. Як підсумок вищесказаного можна дати таке визначення.

Якщо при достатньо малих початкових збуреннях яка-небудь із характеристик руху протягом всього часу мало відрізняється від того значення, що вона повинна мати при незбуреному русі, то рух системи по відношенню до цієї характеристики називається стійким. Умови, при котрих рух механічної системи є стійким, називаються критеріями стійкості.

Розрізняють такі види стійкості: стійкість положення рівноваги і стійкість руху.

Задача про стійкість руху і означення стійкості.

Припустимо, що рух об'єкта дослідження описаний нормальною у формі Коші системою диференціальних рівнянь

$$\frac{dy_k}{dt} = Y_k(t, y_1, y_2, \dots, y_n), \quad k=1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

де y_k - деякі параметри, які пов'язані з рухом, наприклад, координати, проекції швидкостей, з початковими умовами при $t = 0$:

$$y_k(t_0) = y_{k0}, \quad k=1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

Нехай деяким фіксованим початковим умовам (8) відповідає певний розв'язок системи (7):

$$y_k = f_k(t), \quad k=1, 2, \dots, n, \quad (9)$$

котрий описує заданий рух, але цей рух ми можемо і не знати за неможливістю інтегрування.

Розв'язок (9), який задовольняє початковим умовам (8) і описує заданий рух, називають незбуреним рухом системи.

Надаємо далі початковим умовам y_{k0} деякі невеликі за модулем прирости δ_k , $k=1,2,\dots,n$, які називають початковими збуреннями.

Нехай новим початковим значенням $y_{k1} = y_{k0} + \delta_k$ відповідає новий частинний розв'язок системи (7)

$$y_k = \varphi_k(t), \quad k=1,2,\dots,n. \quad (10)$$

Розв'язок (10), який отриманий з урахуванням початкових збурень δ_k , і відповідний йому рух системи називають збуреним рухом.

Виходячи із рішень (9) і (10), визначимо їх прирости:

$$\delta_{yk} = \varphi_k(t) - f_k(t) = u_k(t), \quad k=1,2,\dots,n, \quad (11)$$

які називають варіаціями параметрів руху.

Розглянемо рух в координатах $u_1, u_2, \dots, u_n$. Простір $(u_1, u_2, \dots, u_n)$ в теорії стійкості називають фазовим простором, координати u_k – фазовими координатами, а їх сукупність, яка визначає деякий стан системи, що досліджується – фазою системи.

Будь-який незбурений рух зображується у системі координат $(u_1, u_2, \dots, u_n)$ фіксованою точкою $M_0(0, \dots, 0)$, яка співпадає з початком координат (усі $u_k \equiv 0$). Точка M_0 називається точкою рівноваги системи.

Сукупність значень $(u_1(t), \dots, u_n(t))$ в довільний момент часу t визначає відповідний фазовий стан або фазу системи. Геометрична інтерпретація зміни фазових координат визначає фазову траєкторію L_k зображувальної точки M_k в n -вимірному просторі u_k з початком у точці M_0 , яка відповідає початку координат при незбуреному русі.

Виходячи з викладених міркувань, означимо стійкість руху за Ляпуновим [2].

Якщо довільно заданому додатному числу ε , яким малим воно б не було, можна поставити у відповідність друге додатне число $\delta = \delta(\varepsilon)$, таке, що при будь-яких початкових збуреннях

$$\delta_1 = u_1(t_0), \delta_2 = u_2(t_0), \dots, \delta_n = u_n(t_0),$$

які задовольняють при $t = t_0$ нерівності

$$|u_1(t_0)| \leq \delta, |u_2(t_0)| \leq \delta, \dots, |u_n(t_0)| \leq \delta,$$

для всіх $t = t_0$ виконуються нерівності

$$|u_1(t_0)| < \varepsilon, |u_2(t_0)| < \varepsilon, \dots, |u_n(t_0)| < \varepsilon,$$

то незбурений рух називається стійким.

У плоскому фазовому підпросторі (u_1, u_2) даному означенню можна дати геометричну інтерпретацію (Рисунок 1). Фазова траєкторія L_1 точки M_1 належить стійкому руху.

Окрему групу стійких рухів утворюють асимптотичне стійкі рухи, які можна визначити таким чином.

Якщо незбурений рух системи є стійким і при цьому будь-який збурений рух при достатньо малих початкових збуреннях прямує до незбуреного руху, тобто якщо

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n u_k^2(t) = 0, \quad (12)$$

то такий незбурений рух називається асимптотичне стійким рухом (траєкторія L_3 точки M_3 на Рисунок1).

У виразі (12) за міру відхилень збуреного руху від незбуреного прийнята сума квадратів фазових координат u_k . Якщо параметри руху системи не задовольняють даним означенням, то такий рух є нестійким (фазова траєкторія L_2 точки M_2 на (Рисунок1)).

Умови (12) з геометричної точки зору розуміють таким чином: при асимптотичній стійкості зображувальна точка M фазової траєкторії повинна, не виходячи за межі сфери радіуса ε , необмежено наближатись до початку координат O (лінія L_3 точки M_3 на Рисунок 1). Це означає, що фізична система, рух якої досліджується, намагається повернутися у свій вихідний зрівноважений стан.

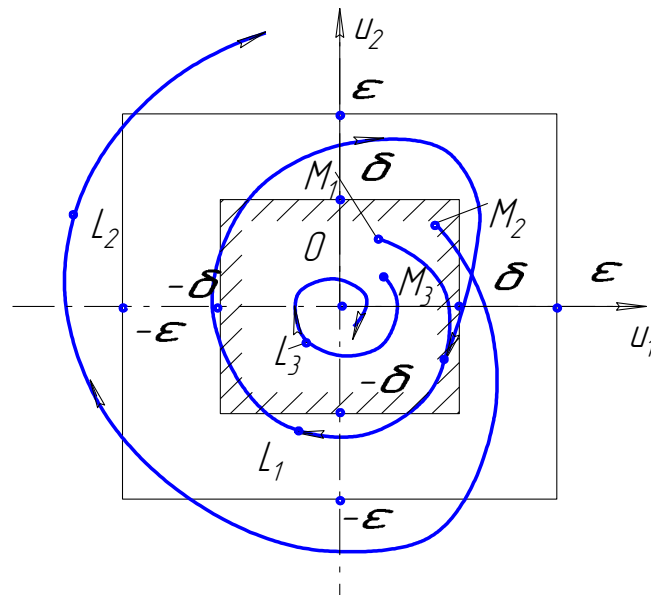


Рисунок 1. Схема до геометричної інтерпретації стійкості руху механічної системи

Особливості визначення стійкості руху за Ляпуновим:

- збурення вважаються малими;
- збуренням підлягають лише початкові умови, тобто в деякий момент часу має місце миттєва зміна параметрів руху системи, після чого її збурений рух відбувається під дією попередніх сил.

- стійкість руху розглядається на нескінченному проміжку часу.

Для дослідження збуреного руху у відповідності до його означення в системі фазових координат $u_1, u_2, \dots, u_n$ доцільно диференціальні рівняння (7) звести до нових змінних $\delta_{y_k}(t) = u_k(t)$, де $k = 1, \dots, n$. Підставивши у рівняння (7) параметри збуреного руху $\varphi_k = f_k + u_k$, дістанемо нову систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \dot{u}_k &= Y_k(t, \varphi_1, \dots, \varphi_n) - Y_k(t, f_1, \dots, f_n) = \\ &= Y_k(t, f_1 + u_1, \dots, f_n + u_n) - Y_k(t, f_1, \dots, f_n) = \\ &= U_k(t, u_1, \dots, u_n), \quad k = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (13)$$

Рівняння (13) в теорії стійкості руху називають диференціальними рівняннями збуреного руху.

Кожному збуреному руху досліджуваного об'єкту відповідає деякий частинний розв'язок системи (13). Відомо, що будь-якому незбуреному руху відповідають нульові значення фазових координат $u_k(t)$, тобто тривіальний розв'язок $u_1 = u_2 = \dots = u_n = 0$ системи (13), який вона повинна мати. Для цього необхідно, щоб функції $U_k(t, u_1, \dots, u_n)$ перетворювались в нуль при $u_1 = u_2 = \dots = u_n = 0$.

Таким чином, дослідження на стійкість будь-якого незбуреного руху можна звести до дослідження на стійкість тривіального розв'язку системи (13). Фізичний сенс системи (13) полягає у тому, що вона визначає вектор швидкості руху зображувальної точки M вздовж фазової траєкторії L :

$$\bar{u}_M = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}.$$

Рівності $U_k = U_k(t)$ можна розглядати, як параметричні рівняння руху точки.

Система (13), в якій праві частини рівнянь залежать від часу ($U_k = U_k(t)$), називається нестационарною або неавтономною, як і сама фізична система, рух якої дана система рівнянь описує. Відповідний рух фізичної системи є неусталеним.

Проте, у багатьох випадках праві частини рівнянь збуреного руху не залежать явно від часу:

$$\dot{u}_k = U_k(u_1, \dots, u_n), \quad k = 1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

Система (14) називається стаціонарною або автономною, а її рух – усталеним. Ці системи в подальшому і розглядаються.

Припускаючи, що праві частини рівнянь (14) розкладаються в ряд Тейлора (Маклорена) по степенях $u_k(t)$, записуємо:

$$\dot{u}_k = p_{k1}u_1 + p_{k2}u_2 + \dots + p_{kn}u_n + U_k^*(t, u_1, \dots, u_n), \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (15)$$

де коефіцієнти $p_{ki} = p_{ki}(t) = \left(\frac{\partial U_k}{\partial u_j} \right)_0$ у загальному випадку є функціями

часу t (для автономних систем – сталі);

U_k^* – сукупність всіх членів розкладання вищих порядків мализни (починаючи з другого) відносно U_k .

Нехтуючи в рівняннях (15) членами вищих порядків, отримаємо лінійну однорідну систему

$$\dot{u}_k = p_{k1}u_1 + p_{k2}u_2 + \dots + p_{kn}u_n, \quad k = 1, \dots, n. \quad (16)$$

Приклади складання диференціальних рівнянь збуреного руху.

Приклад 1.

Коток масою m і радіусом R котиться без ковзання по горизонталі. До його центра закріплена пружина жорсткістю c . Момент інерції маси котка відносно центральної осі інерції дорівнює I_o . Скласти диференціальне рівняння збуреного руху (Рисунок 2).

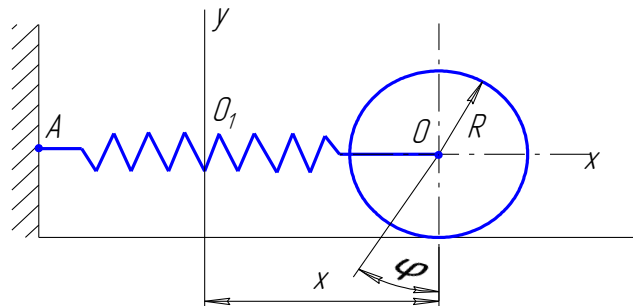


Рисунок 2. Схема до прикладу 1

Розв'язання. Прийнемо за узагальнену координату відстань x від положення рівноваги O_1 . Тоді кінетична енергія котка дорівнює

$$T = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}I_0\dot{\varphi}^2. \quad (\text{а})$$

Потенціальна енергія пружини

$$\Pi = \frac{1}{2}cx^2. \quad (\text{б})$$

Рівняння Лагранжа другого роду для цієї системи має вигляд:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x. \quad (\text{в})$$

Підставимо у вираз (в) відповідні похідні, а узагальнена сила при діючих потенціальних силах дорівнює $Q_x = -\frac{\partial \Pi}{\partial x} = -cx$.

Зведемо кінетичну енергію до однієї узагальної координати, оскільки $\varphi = \frac{x}{R}$. Тоді формула (а) матиме вигляд:

$$T = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}I_0\frac{\dot{x}^2}{R^2} = \frac{1}{2}\dot{x}^2\left(m + \frac{I_0}{R^2}\right). \quad (\text{г})$$

Частинні похідні від виразу (г):

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = \left(m + \frac{I_0}{R^2}\right)\dot{x}. \quad (\text{д})$$

Похідна за часом від (д):

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = \left(m + \frac{I_0}{R^2}\right)\ddot{x}.$$

Підставимо визначені похідні у вираз (в):

$$\left(m + \frac{I_0}{R^2}\right)\ddot{x} + cx = 0. \quad (\text{е})$$

Запишемо диференціальне рівняння у нормальній формі Коші:

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = \frac{-c}{\frac{I_0}{R^2} + m} x_1. \quad (\text{к})$$

Система (к) і є диференціальним рівнянням збуреного руху.

Приклад 2. Скласти диференціальне рівняння збуреного руху

симетричної причіпної сільськогосподарської машини (культиватор) масою m , яка рухається зі сталою поступальною швидкістю під дією сили сумарного опору $\bar{R}$, що проходить вздовж осі симетрії і прикладена у центрі ваги O . Сила $\bar{R}$ збігається з напрямом сили тяги трактора $\bar{P}$, що прикладена в точці $D(x_1, y_1)$ (Рисунок 3). Момент інерції машини відносно центра ваги дорівнює I_o .

Розв'язання. Внаслідок випадкових бокових сил сумарний опір $\bar{R}$ машини змістився, виникла пара сил, під дією якої агрегат повертається проти годинникової стрілки. Частково пара сил компенсується реактивною парою $(\bar{F}, -\bar{F})$, що виникає від бокового опору коліс і робочих органів.

Машина перебуває під дією сумарного збуреного моменту:

$$M = R \cdot r - F \cdot l, \quad (a)$$

де r – зміщення сили $\bar{R}$ від лінії симетрії; l – плече реактивної пари $(\bar{F}, -\bar{F})$.

Обмежуючись малим кутом Θ , який приймемо за узагальнену координату, будемо вважати

$$F = R \tan \Theta \approx R \Theta.$$

Тому рівняння (a) буде мати вигляд:

$$M = R(r - l\Theta). \quad (б)$$

Записуємо рівняння в'язі, як відстань, що завжди зберігається між точкою причепа $D(x_1, y_1)$ і центром ваги $M(x, y)$, l_0 – відстань між вказаними точками:

$$(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 = l_0^2. \quad (в)$$

Оскільки $x_1 = 0$, $y_1 = v_0 t + l$, то рівняння (в) зміниться:

$$x^2 + (v_0 t + l_0 - y)^2 = l_0^2. \quad (г)$$

Декартові координати центра ваги через узагальнену координату Θ дорівнюють:

$$x = l_0 \sin \Theta,$$

$$y = v_0 t + l_0 (1 - \cos \Theta). \quad (д)$$

Взявши похідну за часом від виразу (д), маємо:

$$\dot{x} = l_0 \dot{\Theta} \cos \Theta; \quad \dot{y} = v_0 + l_0 \dot{\Theta} \sin \Theta. \quad (е)$$

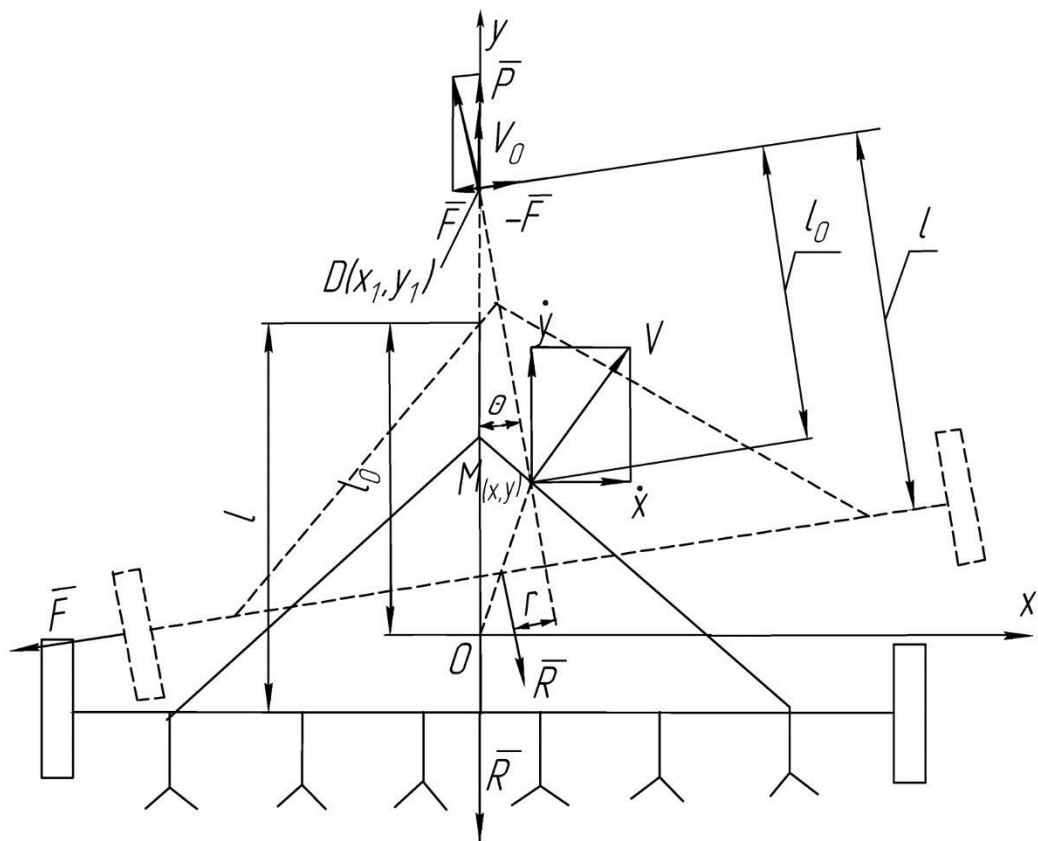


Рисунок 3. Збурений рух моделі культиватора. Схема до прикладу 2

Машина є системою з одним ступенем вільності, тому рівняння Лагранжа можна записати так:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\Theta}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \Theta} = Q_{\Theta}, \quad (\mathcal{K})$$

де T – кінетична енергія, $Q_{\odot}$ – узагальнена сила, $\dot{\Theta}$ – узагальнена швидкість.

Визначимо кінетичну енергію машини:

$$T = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I_0\dot{\Theta}^2 = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \frac{1}{2}I_0\dot{\Theta}^2. \quad (3)$$

Підставляючи в (3) вираз (е), маємо:

$$T = \frac{1}{2}m(l_0^2\dot{\Theta}^2 + v_0^2 + 2v_0l_0\dot{\Theta}\sin\Theta) + \frac{1}{2}I_0\dot{\Theta}^2. \quad (\kappa)$$

Знайдемо частинні похідні з виразу (к):

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\Theta}} = (ml_0^2 + I_0)\dot{\Theta} + mv_0 l_0 \sin \Theta; \quad \frac{\partial T}{\partial \Theta} = mv_0 l_0 \cos \Theta \cdot \dot{\Theta}.$$

Для визначення узагальненої сили Q_Θ записуємо вираз елементарної роботи прикладених сил на можливих переміщеннях точок системи:

$$\delta A = M\delta\Theta = R(r - l\Theta)\delta\Theta, \quad \text{звідки} \quad Q_\Theta = R(r - l\Theta).$$

Підставляючи у вираз (ж) всі знайдені величини, маємо:

$$(ml_0^2 + I_0)\ddot{\Theta} = R(r - l\Theta),$$

$$\ddot{\Theta} + \lambda^2 \Theta = \lambda^2 k, \quad (\text{и})$$

$$\text{де} \quad \lambda = \sqrt{\frac{Rl}{ml_0^2 + I_0}}; \quad k = \frac{r}{l}.$$

Рівняння (и) і є диференціальним рівнянням збуреного руху причіпної машини. Зведемо його до нормальної форми Коші:

$$\dot{x}_1 = x_2;$$

$$\dot{x}_2 = -\lambda^2 x_1 + \lambda^2 k.$$

Методи дослідження стійкості руху системи

Якщо диференціальне рівняння руху інтегрується у замкнутому вигляді, то дослідження руху на стійкість відбувається без ускладнень. Але такі випадки практично дуже рідкі. Попередники Ляпунова користувались звичайно методом лінеаризації рівнянь руху. Зміст його полягає у заміні рівнянь (13) досліджуваної системи на лінійну систему (16). Розв'язання задачі суттєво спрощувалось, особливо для автономних систем, рівняння руху яких інтегруються у замкнутому вигляді і при сталих коефіцієнтах $p_{kj} = a_{kj} = \text{const}$ буде мати вигляд:

$$\dot{u}_k = a_{k_1} u_1 + a_{k_2} u_2 + \dots + a_{k_n} u_n, \quad k = 1, \dots, n. \quad (17)$$

Проте, подібна заміна означає заміну однієї задачі іншою. Хоча дослідження за лінійним, або першим наближенням, іноді і вірно розв'язує задачу, в інших випадках цей метод веде до невірних висновків.

Які ж умови достовірності відповіді, отриманої на підставі дослідження стійкості руху за першим наближенням?

Вперше відповідь на це запитання дав Ляпунов [2]. Він отримав повний розв'язок задачі для усталених і періодичних, а також для широкого класу неусталених рухів. Він розглянув також деякі основні випадки, коли першим наближенням обмежуватись не можна.

Всі методи дослідження руху на стійкість Ляпунов поділив на дві категорії:

- перший метод, який стосується систем, рух яких описується нелінійними диференціальними рівняннями, побудований на дослідженні лінеаризованих рівнянь збуреного руху або диференціальних рівнянь першого наближення;
- другий (прямий) метод, пов'язаний із побудовою спеціальних функцій Ляпунова, які мають властивості, на основі яких можна скласти висновок про стійкість руху без розв'язування диференціальних рівнянь.

Дослідження стійкості руху за першим наближенням. Теорема Ляпунова. Розглянемо лінеаризовану систему першого наближення (17) у розгорнутому вигляді, замінюючи $u_k = x_k$:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= \frac{dx_1}{dt} = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n, \\ \dot{x}_2 &= \frac{dx_2}{dt} = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n, \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \dot{x}_n &= \frac{dx_n}{dt} = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n.\end{aligned}\tag{18}$$

Нагадаємо, що для автономної системи, яка тут розглядається, всі коефіцієнти рівнянь (18) a_k – сталі числа. Як відомо, частинний розв’язок лінійних систем шукають у вигляді:

$$x_1 = A_1 e^{\lambda t}, \quad x_2 = A_2 e^{\lambda t}, \quad \dots, \quad x_n = A_n e^{\lambda t}. \quad (19)$$

Підставимо розв’язок (19) у рівняння (18) і після групування членів матимемо:

$$\begin{aligned}
 (a_{11} - \lambda)A_1 + a_{12}A_2 + \dots + a_{1n}A_n &= 0 ; \\
 a_{21}A_1 + (a_{22} - \lambda)A_2 + \dots + a_{2n}A_n &= 0 ; \\
 \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots & \\
 a_{n1}A_1 + a_{n2}A_2 + \dots + (a_{nn} - \lambda)A_n &= 0 .
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

Для того, щоб система алгебраїчних рівнянь (20) мала розв'язок, який відмінний від нуля, необхідно, щоб її визначник дорівнював нулю:

$$\begin{vmatrix}
 a_{11} - \lambda & a_{12} & \dots & a_{1n} \\
 a_{21} & a_{22} - \lambda & \dots & a_{2n} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} - \lambda
 \end{vmatrix} = 0.
 \tag{21}$$

Визначник (21), який складений для системи (18), називається характеристичним. Розкриваючи цей визначник за елементами першого рядка, отримуємо рівняння відносно λ , яке називається характеристичним і містить невідоме λ в степені n , маючи корені ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$).

Сформулюємо основні умови на підставі теорем Ляпунова про стійкість за першим наближенням:

1. Якщо дійсні частини всіх коренів характеристичного рівняння від'ємні, то незбурений рух асимптотичне стійкий.
2. Якщо серед коренів характеристичного рівняння є хоча б один, дійсна частина якого додатна, то незбурений рух є нестійким.
3. Якщо дійсні частини деяких коренів характеристичного рівняння дорівнюють нулю, а дійсні частини інших коренів від'ємні, то незбурений рух є стійким, але не асимптотичне стійким.

Наведені теореми Ляпунова про стійкість руху за першим наближенням повністю розв'язують задачу про стійкість руху.

Критерій Гурвіца. Із вищесказаного зрозуміло, що для висновку про стійкість руху системи велике значення має питання про знак дійсних частин коренів характеристичного рівняння. Тобто, важливо знати необхідні і достатні умови, при яких корені рівняння мають від'ємні дійсні частини. Такі умови повинні задовольняти критерій Гурвіца.

Розкриємо визначник (21), групуючи члени за степенями λ :

$$a_0 \lambda^n + a_1 \lambda^{n-1} + \dots + a_{n-1} \lambda + a_n = 0. \quad (22)$$

Для визначення стійкості руху за рівняннями першого наближення необхідно наперед знати, коли дійсні частини усіх коренів характеристичного рівняння будуть від'ємними, не розв'язуючи характеристичного рівняння, не обчислюючи його корені. Для цього будують із коренів характеристичного рівняння $a_0, a_1, \dots, a_n$ (22) матрицю Гурвіца:

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & a_n \end{vmatrix}. \quad (23)$$

Складемо із матриці (23) головні діагональні мінорі:

$$\Delta_1 = a_1; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix}; \quad \dots; \quad \Delta_n = a_n \Delta_{n-1}. \quad (24)$$

Для того, щоб всі корені характеристичного рівняння (22) мали від'ємні дійсні частини, необхідно і достатньо, щоб всі головні діагональні мінорі (24) були додатними, тобто:

$$\Delta_1 > 0; \quad \Delta_2 > 0; \quad \dots, \quad \Delta_{n-1} > 0; \quad \Delta_n > 0. \quad (25)$$

Приклад 3. Скласти рівняння першого наближення математичного маятника довжиною l , кут відхилення від вертикалі φ (Рисунок 4)

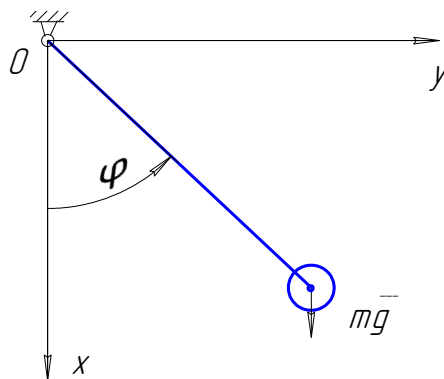


Рисунок 4. Схема до прикладу 3

Розв'язання. Коливання математичного маятника описуються диференціальним рівнянням:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{g}{l} \sin \varphi.$$

(а)

Початкові умови: $\varphi(0) = \alpha; \quad \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_0 = 0.$ (б)

Частинний розв'язок рівняння (а) шукаємо у формі

$$\varphi = f(t), \quad (в)$$

де $f(t)$ – деяка періодична функція.

Тоді незбурений рух описується рівнянням:

$$\frac{d^2 f(t)}{dt^2} = -\frac{g}{l} \sin f(t). \quad (г)$$

Збурений рух характеризується кутом

$$\varphi = f(t) + x. \quad (д)$$

Підставимо (д) у вираз (а) і отримаємо:

$$\frac{d^2 f(t)}{dt^2} + \frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{g}{l} \sin(f(t) + x).$$

Диференціальне рівняння збуреного руху

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{g}{l} \sin(f(t) + x) + \frac{g}{l} \sin f(t). \quad (е)$$

Розкладемо рівняння (е) в ряд по степенях x :

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{g}{l} x \cos f(t) + \frac{g}{2l} x^2 \sin f(t) + \dots \quad (ж)$$

Відкидаючи нелінійні члени, отримаємо із (ж) рівняння першого наближення

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{g}{l} x \cos f(t). \quad (з)$$

Записуємо рівняння (з) в вигляді системи двох рівнянь в формі Коші:

$$\dot{x}_1 = x_2; \quad \dot{x}_2 = -\frac{g}{l} x_1 \cos f(t).$$

Прямий метод Ляпунова. Функції Ляпунова. Дослідження стійкості руху автономних систем

Прямий або другий метод Ляпунова характеризується тим, що при його застосуванні не потрібно інтегрувати диференціальні рівняння збуреного руху. Цей метод пов'язаний з пошуком деяких функцій V змінних збурення $t, x_1, x_2, \dots, x_N$, де $x_j = y_j - f_j(t)$ – збурення, y_j – частинний розв'язок збуреного руху, $f_j(t)$ – частинний розв'язок незбуреного запрограмованого руху (основного). Метод пов'язаний також з вивченням властивостей цих функцій, які називаються функціями Ляпунова, і властивостей їх похідних. Розглянемо лише усталений (стаціонарний) рух (автономні системи), для яких $V = V(x_1, x_2, \dots, x_N)$ в околі $|x_j| < h (j=1, 2, \dots, N)$, де h – достатньо мале додатне число, вважаючи ці функції безперервно диференційованими, однозначними і такими, що перетворюються на нуль на початку координат $x_{1o} = x_{2o} = \dots = x_{No} = 0$.

У теорії стійкості прямий метод вважається основним. Він є якісним методом, оскільки не потребує отримання розв'язку рівнянь руху, а розглядає властивості „пробних” функцій, тобто функцій Ляпунова.

Найпростішим прикладом „пробної” функції може слугувати вираз потенціальної енергії системи, за допомогою якого можна встановити стійкість або нестійкість рівноваги.

Похідна функції Ляпунова визначається з виразу:

$$\frac{dV}{dt} = \sum_{j=1}^N \frac{\partial V}{\partial x_j} \frac{\partial x_j}{\partial t}. \quad (26)$$

Крім цього, функції Ляпунова можуть мати спеціальні властивості.

Функцію V називають додатне-визначеною в околі $|x_j| < h$, якщо в будь-якій точці цього околу, крім початку координат (де функція V дорівнює нулю), виконується умова $V > 0$.

Якщо $V < 0$, то функція V називається від'ємне-визначеною. У цих двох випадках функція V називається знако-визначеною.

Якщо в цьому околі $|x_j| < h$ функція V набуває значення тільки одного знака ($V \geq 0$ або $V \leq 0$), але може перетворюватись на нуль не тільки на початку координат, то вона називається знако-сталою (додатною чи від'ємною); якщо ж функція V набуває як додатного, так і від'ємного значень, то вона називається знакозмінною в цьому околі.

Наприклад, функція $V = x_1^2 - x_2^2$ при $N = 2$ - знакозмінна, а функція $V = x_1^2 + x_2^2$ - додатно-визначена, функція $V = x_1^2$ - знако-стала, бо вона перетворюється на нуль на осі Ox_2 , а поза межами цієї осі вона додатна.

Отже, якщо V є квадратичною формою, то знако-визначеність можна встановити за допомогою критерію Сильвестра. Якщо V - форма непарного степеню, то зрозуміло, вона є знакозмінною функцією.

Таким чином, функціями Ляпунова називаються функції змінних $x_1, x_2, \dots, x_N$, кожна з яких в деякій n -вимірній області, що містить початок координат простору, є знако-визначеною, знако-сталою або знакозмінною і має в цій області неперервні частинні похідні першого порядку за змінними $x_1, x_2, \dots, x_N$, тобто має повний диференціал.

Питання про стійкість незбуреного руху розв'язується на підставі дослідження поведінки функції $V(x_1, x_2, \dots, x_N)$ і їх похідних за часом. При цьому необхідно враховувати, що змінні $x_1, x_2, \dots, x_N$ є розв'язками диференціальних рівнянь збуреного руху. Вивчення поведінки функції V вздовж траєкторії руху системи дозволяє зробити висновок про поведінку траєкторій механічної системи, яка досліджується, тобто розв'язати питання про стійкість або нестійкість руху.

Оскільки питання про знако-визначеність квадратичної форми розв'язується досить просто (критерій Сильвестра (6)), то при побудові функцій Ляпунова за основу вибирають знако-визначену квадратичну форму і при необхідності додають форми вищих порядків. Отримана

функція матиме ті ж властивості знако-визначеності, що і вихідна квадратична форма.

Приклад 4. Розглянемо функцію:

$$V = 1 + \sin^2 x_1 - \cos(x_1 - x_2).$$

Розкладемо цю функцію в ряд по степенях x_1 і x_2 :

$$\sin^2 x_1 = x_1^2 + \dots; \quad \cos(x_1 - x_2) = 1 - \frac{1}{2}(x_1 - x_2)^2 + \dots,$$

де точками позначені члени, які містять x_1 і x_2 у степені вище другої. Вносячи ці розкладання у функцію V , отримаємо:

$$V = 1 + x_1^2 - 1 + \frac{1}{2}(x_1 - x_2)^2 + \dots,$$

$$V = \frac{1}{2}(3x_1^2 - 2x_1x_2 + x_2^2) + \dots.$$

Складемо матрицю коефіцієнтів квадратичної частини функції V (вздовж головної діагоналі розташовані коефіцієнти при квадратах змінних), елементи C_{12} і C_{21} дорівнюють половині коефіцієнта при добутку x_1x_2 .

$$\begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix}.$$

Обчислимо головні діагональні мінори: $\Delta_1 = 3$, $\Delta_2 = 3 - 1 = 2$.

Оскільки $\Delta_k > 0$, тоді, згідно критерію Сільвестра (6), функція V є додатне-визначеною.

Теорема Ляпунова для прямого методу. Теорема про стійкість руху. Якщо для системи диференціальних рівнянь збуреного руху існує така знако-визначена в області $x_j < h$ функція $V(x_1, x_2, \dots, x_N)$, що її повна похідна за часом $\dot{V}$ на основі цих рівнянь є знакосталою протилежного з функцією V знаку, або тотожно рівною нулю, то незбурений основний рух є стійким.

Нехай функція $V(x_1, x_2, \dots, x_N)$ є знаковизначеною додатною, а, виходячи з умов теореми, повна похідна від функції V за часом, яка взята на основі рівнянь збуреного руху, є знакосталою і від'ємною, то основний незбурений рух є стійким.

$$\frac{dV}{dt} = \sum_{j=1}^N \frac{\partial V}{\partial x_j} \frac{dx_j}{dt} \leq 0.$$

Теорема про асимптотичну стійкість руху. Якщо диференціальні рівняння збуреного руху такі, що існує знако-визначена функція $V(x_1, x_2, \dots, x_N)$, похідна якої $\dot{V}$ на основі цих рівнянь є знако-визначеною функцією протилежного із V знаку, то незбурений (основний) рух є асимптотично стійким.

Перша теорема Ляпунова про нестійкість руху. Якщо для диференціальних рівнянь збуреного руху існує така функція $V(x_1, x_2, \dots, x_N)$, похідна від якої на основі цих рівнянь є знако-сталою функцією, а сама функція V не є знако-сталою протилежного знаку, то незбурений (основний) рух є нестійким.

Друга теорема Ляпунова про нестійкість руху. Якщо для диференціальних рівнянь збуреного руху існує така функція V , що її похідна $\dot{V}$ на основі цих рівнянь може бути подана у формі:

$$\dot{V} = \alpha V + W,$$

де α – додатна стала ($\alpha > 0$), а W – тотожно перетворюється на нуль або є знако-сталою функцією, і якщо в останньому випадку функція V не є знако-сталою, протилежною із W знаком, то незбурений рух є нестійким.

Приклад 5. Дослідимо прямим методом Ляпунова стійкість руху моделі автомобіля масою m і моментом інерції відносно поперечної осі, що проходить через центр мас $C - mr^2$, де r – радіус інерції кузова, C_{II} , C_3 – коефіцієнти жорсткості передніх і задніх ресор (Рисунок 5).

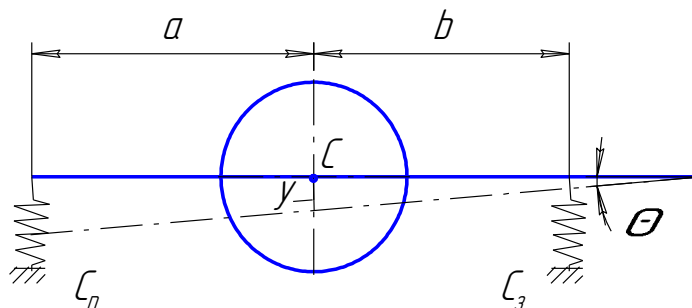


Рисунок 5. Коливальна система автомобілю. Схема до прикладу 5

Розв'язання. Розглянемо повздовжні коливання автомобіля. В процесі коливань його положення визначається двома узагальненими координатами: вертикальним переміщенням y центра ваги (точки С) і кутом повороту рами Θ . Кінетична енергія автомобіля дорівнює:

$$T = \frac{1}{2} m \dot{y}^2 + \frac{1}{2} I_c \dot{\Theta}^2 = \frac{1}{2} m (\dot{y}^2 + r^2 \dot{\Theta}^2).$$

Потенціальна енергія деформації ресор:

$$П = C_n (y + a\Theta)^2 + C_3 (y - b\Theta)^2.$$

Рівняння Лагранжа другого роду:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} \right) - \frac{\partial T}{\partial y} &= - \frac{\partial П}{\partial y}; \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\Theta}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \Theta} &= - \frac{\partial П}{\partial \Theta}. \end{aligned}$$

Підставляючи в рівняння похідну від T і $П$, отримаємо диференціальні рівняння коливального руху автомобіля:

$$m\ddot{y} + 2C_{\Pi}(y + a\Theta) + 2C_3(y - b\Theta) = 0;$$

$$mr^2\ddot{\Theta} + 2C_{\Pi}(y + a\Theta)a + 2C_3(y - b\Theta)b = 0.$$

Подаємо диференціальні рівняння у нормальній формі Коші:

$$\dot{x}_1 = x_2; \quad \dot{x}_2 = -\frac{1}{m} (2C_{\Pi}(x_1 + ax_3) + 2C_3(x_1 - bx_3));$$

$$\dot{x}_3 = x_4; \quad \dot{x}_4 = -\frac{1}{mr^2} (2C_{\Pi}(x_1 + ax_3)a + 2C_3(x_1 - bx_3)b).$$

Це диференціальні рівняння збуреного руху автомобіля.

Виберемо функцію Ляпунова у формі повної механічної енергії:

$$V = T + П = \frac{1}{2} m (\dot{y}^2 + r^2 \dot{\Theta}^2) + C_{\Pi} (y + a\Theta)^2 + C_3 (y - b\Theta)^2.$$

Записуємо функцію Ляпунова в нових змінних

$$V = \frac{1}{2} m (x_2^2 + r^2 x_4^2) + C_{\Pi} (x_1 + ax_3)^2 + C_3 (x_1 - bx_3)^2.$$

Візьмемо повну похідну від функції Ляпунова за часом:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\partial V}{\partial x_1} \dot{x}_1 + \frac{\partial V}{\partial x_2} \dot{x}_2 + \frac{\partial V}{\partial x_3} \dot{x}_3 + \frac{\partial V}{\partial x_4} \dot{x}_4.$$

В силу рівнянь збуреного руху маємо $\frac{dV}{dt} = 0$ (рух стійкий).

Висновки. Стійкість руху, як можна побачити з роботи, є одною із найважливіших категорій теоретичної механіки, теорії механізмів і машин, а теорія стійкості руху відіграє велику роль у дослідженнях різного роду механічних систем. Серед різних факторів важливо знати критерії стійкості руху, щоб оцінити, як буде рухатись система у подальшому, якщо вона випадково підпаде під вплив сил, що не враховані в моделі. Останнє еквівалентно зміні початкових умов, від яких безпосередньо залежить характер руху. Розглянуті методи і приклади надають змогу розглянути поведінку механічної системи без розв'язання складних диференціальних рівнянь руху при наявності збурень.

Література

1. Жуковский М.Е. О прочности движений. Собр. соч. – М.: ОГИЗ, 1948. – Т.1. – с.69–70.
2. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. – М.: Гостехиздат, 1950. – 472 с.
3. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения. – М.: Наука, 1966. – 532 с.

УДК 631.22

АПАРАТ ФУР'Є В ДОСЛІДЖЕННІ МАШИН

Литвинов О.І., Федорина Т.П., Хропост В.І.

Ніжинський агротехнічний інститут

Анотація. Показано роль практичного аналізу, ґрунтованого на перетвореннях Фур'є, для дослідження динаміки трансмісії складних аграрних машин типу комбайнів. Розглянуто коливальний процес, що виникає в валопровадах (механізмах) в результаті різкої подачі технологічного матеріалу, яка часто призводить до критичних ситуацій з перевантаженням деталей, і, як наслідок, до поломок.

Ключові слова: динамічне дослідження, механічна система, розрахунково-експериментальний спосіб, центр розгалуження.

Постановка проблеми. Подібні динамічні ситуації доволі часто (до 200 разів за зміну) виникають під час проведення збиральних робіт, наприклад, в момент «врізання» комбайну на повній швидкості (8-10 км/год) в рядки пшениці або кукурудзи після холостого розвороту на поворотній смузі, зупинки в загонці внаслідок порушення технологічного процесу або технічної відмови.

Мета дослідження. Трансмісія комбайна є складною розгалуженою згинально-крутильною динамічною системою з великою кількістю розподілених та зосереджених мас, з'єднаних елементами, які також володіють певними пружно-інерційними властивостями. Вивчення таких систем пов'язано з великими труднощами. Однак, практичні задачі динамічного дослідження допускають можливість їх значного спрощення. Не спотворюючи основних закономірностей дійсних динамічних явищ, можна замінити реальний механізм його еквівалентною моделлю, складеною із абсолютно жорстких дискретних мас і без інерційних пружних з'єднувальних елементів. Подібні перетворення дозволяють представити реальну механічну систему з нескінченно великим числом ступенів вільності динамічне еквівалентною їй спрощеною схемою зі скінченним числом ступенів вільності.

Виклад основного матеріалу. Порядок отримання динамічних характеристик елементів моделі та перетворення останньої був прийнятий наступний. Перш за все були визначені моменти інерції і крутильні податливості усіх елементів комбайна. Для цього був використаний розрахунково-експериментальний спосіб. Експериментально (методом вибігу або методом хитання на біфілярному підвісі) були визначені і уточнені величини моментів інерції тіл складної конфігурації. При цьому записувались на тензострічку тахограми кутових швидкостей відповідних мас комбайну.

Податливості визначались в основному розрахунковим шляхом. В необхідних випадках враховувались згинальна податливість валів і опор, яка потім зводилась до крутильної.

В результаті проведення згаданих операцій була отримана складна розгалужена схема з великим числом мас різного порядку малості. Нехтуючи масами, на порядок меншими решти, об'єднуючи ті маси, жорсткість зв'язку між якими на порядок вище інших та зводячи систему до головного валу центрального приводу, виходячи із умов рівності кінетичної та потенціальної енергій, отримали систему з 8 ступенями вільності, ще достатньо складну для розрахунків.

Подальше зменшення числа ступенів вільності проводилось з врахуванням скорочення або несуттєвого відхилення частот низьких тонів коливання, які, як показали пошукові експериментальні дослідження, являються домінуючими під час формування динамічних навантажень.

При об'єднанні двох сусідніх мас і пониженні числа ступенів вільності системи на порядок моменти інерції мас і податливості спрощеної системи визначались із виразів

$$I'_k = I_k + I_{k+1};$$
$$e'_{k-1} = \frac{I_{k+1}}{I_k + I_{k+1}} e_k; \quad e'_k = \frac{I_k}{I_k + I_{k+1}} e_k;$$

В результаті проведення вказаних перетворень складну систему комбайну представилось можливим звести до більш простої тримасової розгалуженої крутильно-коливальної системи зі збереженням двох

перших форм коливання. Отримана еквівалентна схема представлена на рис.1, де

I_1, I_2, I_3 – зведені моменти інерції двигуна, барабана і, наприклад, подавального апарату, тобто, найбільших мас за їх кінетичною енергією, $кгм^2$;

c_1, c_2, c_3 – зведені жорсткості еквівалентних валів, $Н/м$;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_0$ – кути закручення мас і центра розгалуження, $рад.$;

M_1, M_2, M_3 – зведені моменти зовнішніх сил, $Нм$ двигуна і згаданих робочих органах.

Прийнято, що крутний момент двигуна змінюється в функції кутової швидкості

$$M_1 = M_n \frac{\omega_0 - \omega_1}{\omega_0 - \omega_n} = \Gamma(\omega_0 - \omega_1), \quad (1)$$

де M_n – зведений номінальний момент, $Нм$;

ω_0, ω_n – кутові швидкості: максимальна холостого ходу і номінальна, $с^{-1}$;

Γ – стала величина, що характеризує один із параметрів двигуна.

Характеристика моменту двигуна експериментально отримана при гальмуванні двигуна за допомогою електрогальма.

Використовуючи згадані методи, динамічна модель комбайн була зведена до тримасової розгалуженої схеми (рис.1) без суттєвого спотворення фізичної сутності процесів, що спостерігаються в реальній машині. Представлений в даному розділі математичний опис моделі за допомогою системи диференціальних рівнянь руху агрегату, їх аналіз, частинний та загальний розв'язки, а також отримані числові результати підтверджують правомірність прийнятих допущень.

Найбільш зручним способом складання рівнянь подібного роду являється метод Лагранжа в другій формі. За узагальнені координати вибираємо кути повороту кожної маси і центра розгалуження. Визначивши сумарні кінетичну та потенціальну енергії системи і взявши похідні за відповідними узагальненими координатами і часом, отримуємо в прийнятих позначеннях після деяких перетворень наступні диференціальні рівняння:

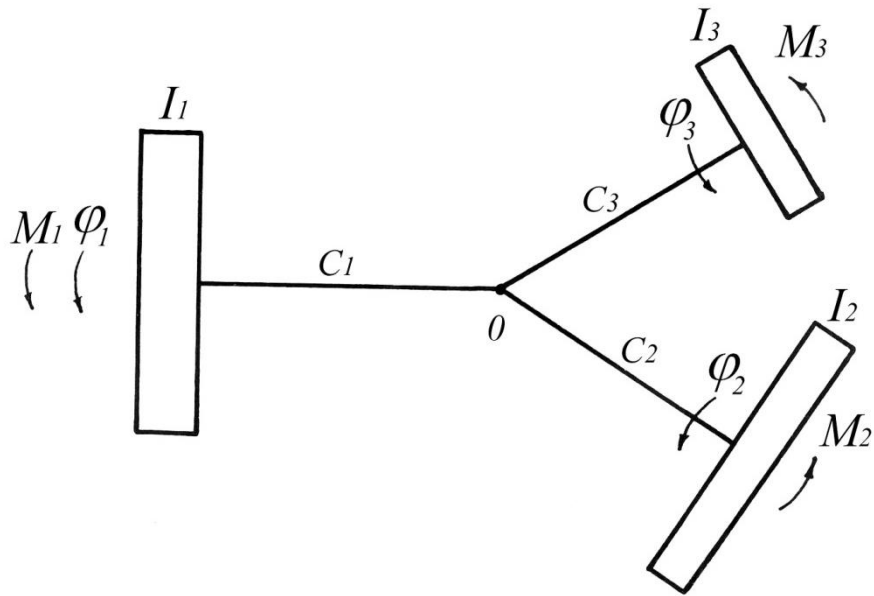


Рис.1. Динамічна модель трансмісії комбайнового агрегату

$$\begin{aligned} I_1 \ddot{\varphi}_1 + c_1(\varphi_1 - \varphi_0) &= M_1, \\ I_2 \ddot{\varphi}_2 + c_2(\varphi_2 - \varphi_0) &= M_2, \\ I_3 \ddot{\varphi}_3 + c_3(\varphi_3 - \varphi_0) &= M_3, \end{aligned} \quad (2)$$

де $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_0$ – узагальнені координати моделі: кути повороту мас та центра розгалуження.

Враховуючи, що відносні переміщення мас $\varphi_1 - \varphi_0, \dots$ або деформації ділянок моделі пропорційні відповідним моментам сил пружності $M_{10}, \dots$

$$\begin{aligned} (\varphi_1 - \varphi_0)c_1 &= M_{10}, \\ (\varphi_2 - \varphi_0)c_2 &= M_{20}, \\ (\varphi_3 - \varphi_0)c_{30} &= M_{30}, \end{aligned} \quad (3)$$

та виражаючи переміщення φ_2 і φ_3 та їх другі похідні за часом через φ_1 , $\ddot{\varphi}_1$

$$\varphi_2 = \varphi_1 - \frac{M_{10}}{c_1} + \frac{M_{20}}{c_2}; \quad \varphi_3 = \varphi_1 - \frac{M_{10}}{c_1} + \frac{M_{30}}{c_3}; \quad (4)$$

а також, приймаючи до уваги умову рівності нулю моментів сил пружності в центрі розгалуження (четверте рівняння) і позначаючи $\ddot{\varphi}_1$ через $\dot{\omega}_1$, отримаємо систему диференціальних рівнянь в нових узагальнених координатах, моментах сил пружності, доцільність використання яких переконливо обґрунтована в роботі [1], а сам метод виявився надто плідним для розвитку динаміки машин.

$$\begin{aligned} \dot{\omega}_1 &= \frac{M_1 - M_{10}}{I_1}, \\ \dot{\omega}_1 &= \frac{\ddot{M}_{10}}{c_1} + \frac{\ddot{M}_{20}}{c_2} = \frac{M_2 - M_{20}}{I_2}, \\ \dot{\omega}_1 &= \frac{\ddot{M}_{10}}{c_1} + \frac{\ddot{M}_{30}}{c_3} = \frac{M_3 - M_{30}}{I_3}, \\ M_{10} + M_{20} + M_{30} &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Вводячи характеристику двигуна (1) в систему рівнянь, остаточно отримаємо:

$$\begin{aligned} \dot{\omega}_1 + \frac{\Gamma}{I_1} \omega_1 + \frac{M_{10}}{I_1} &= \frac{\Gamma}{I_1} \omega_0, \\ \dot{\omega}_1 - \frac{\ddot{M}_{10}}{c_1} + \frac{\ddot{M}_{20}}{c_2} + \frac{M_{20}}{I_2} &= \frac{M_2}{I_2}, \\ \frac{\ddot{M}_{20}}{c_2} + \frac{M_{20}}{I_2} - \left(\frac{\ddot{M}_{30}}{c_3} + \frac{M_{30}}{I_3} \right) &= \frac{M_2}{I_2} - \frac{M_3}{I_3}, \\ M_{10} + M_{20} + M_{30} &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Отримана система диференціальних рівнянь (6), яка встановлює залежність між моментами сил пружності на окремих ділянках зведеної системи, описує поведінку машинного агрегату під час дослідження динамічних процесів. Шуканим в даному випадку наряду з моментами сил пружності являється й закон зміни кутової швидкості двигуна.

Припустимо, що моменти зовнішніх сил опору на робочих органах мають загальний вид $M_{2,3} = M_{2,3}^0 e^{\lambda t}$, де λ – будь-яке дійсне або комплексне число. Якщо, наприклад, $\lambda = i\omega$ – чисто довільне число, то це рівносильно дії гармонічного моменту

$$M_{2,3}(\cos \omega t + i \sin \omega t).$$

Для отримання частинного розв'язку лінійної динамічної системи необхідно знайти її відгук на зовнішній момент, тобто, знайти амплітуди і фази наведених моментів. Використовуючи принцип суперпозиції, шукаємо реакцію системи спочатку на один зовнішній момент M_2 , потім на інший – M_3 . Виходячи з системи рівнянь (6), в якій праву частину першого рівняння опускаємо, отримаємо

$$\begin{aligned} \dot{\omega}_1 + \frac{\Gamma}{I_1} \omega_1 + \frac{M_{10}}{I_1} &= 0, \\ \dot{\omega}_1 - \frac{\ddot{M}_{10}}{c_1} + \left(\frac{\ddot{M}_{20}}{c_2} + \frac{M_{20}}{I_2} \right) &= \frac{M_2}{I_2}, \\ \dot{\omega}_1 - \frac{\ddot{M}_{10}}{c_1} + \left(\frac{\ddot{M}_{30}}{c_3} + \frac{M_{30}}{I_3} \right) &= \frac{M_3}{I_3}, \\ M_{10} + M_{20} + M_{30} &= 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Внаслідок незалежності дії кожного з моментів для лінійної системи покладемо спочатку $M_3 \equiv 0$, знайдемо відгук на дію моменту M_2 , потім також і на M_3 , склавши обидва результати разом.

Для зовнішнього моменту $M_2 = M_2^0 e^{\lambda t}$ шукаємо розв'язок у вигляді $A_j e^{\lambda t}$. Підставляючи їх в (7), в якій права частина третього рівняння $\frac{M_3}{I_3}$ покладена рівною нулю, отримуємо

$$\begin{aligned}
 \left(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1} \right) A_w + \frac{1}{I_1} A_1 &= 0, \\
 \lambda A_w - \frac{\lambda^2}{c_1} A_1 + \left(\frac{\lambda^2}{c_2} + \frac{1}{I_2} \right) A_2 &= \frac{M_2^0}{I_2}, \\
 \lambda A_w - \frac{\lambda^2}{c_1} A_1 + \left(\frac{\lambda^2}{c_3} + \frac{1}{I_3} \right) A_3 &= 0, \\
 A_1 + A_2 + A_3 &= 0.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Виражаючи, як і раніше, A_w через A_1 , будемо мати з першого рівняння (8)

$$A_w = -\frac{A_1}{I_1(\lambda + \Gamma/I_1)}.$$

Підставляючи в 2 і 3 рівняння, отримаємо

$$\begin{aligned}
 \left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma/I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} \right] A_1 - \left(\frac{\lambda^2}{c_2} + \frac{1}{I_2} \right) A_2 &= -\frac{M_2^0}{I_2}, \\
 \left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma/I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} \right] A_1 - \left(\frac{\lambda^2}{c_3} + \frac{1}{I_3} \right) A_3 &= 0, \\
 A_1 + A_2 + A_3 &= 0.
 \end{aligned} \tag{9}$$

Виразивши з третього рівняння $A_1 = -(A_2 + A_3)$ і підставивши в 1 та 2 рівняння, маємо з (9)

$$\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma/I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_2} + \frac{1}{I_2} \right] A_2 + \left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma/I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} \right] A_3 = \frac{M_2^0}{I_2},$$

$$\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma / I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} \right] A_2 + \left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma / I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_3} + \frac{1}{I_3} \right] A_3 = 0. \quad (10)$$

З другого рівняння системи (10) отримаємо

$$A_3^{(2)} = - \frac{\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma / I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} \right] A_2}{\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma / I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_3} + \frac{1}{I_3} \right]}. \quad (11)$$

З першого – будемо мати

$$A_2^{(2)} = \frac{M_2^0}{I_2} \times \frac{\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma / I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_3} + \frac{1}{I_3} \right]}{\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1})} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_2} + \frac{1}{I_2} \right] \left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1})} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_3} + \frac{1}{I_3} \right] - \left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1})} + \frac{\lambda^2}{c_1} \right]^2} \quad (12)$$

Далі, поклавши нулю зовнішній момент M_2 і зробивши аналогічні розрахунки і перебудови, маємо

$$A_2^{(3)} = - \frac{\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma / I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} \right] A_3}{\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma / I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_2} + \frac{1}{I_2} \right]}, \quad (13)$$

$$A_3^{(3)} = \frac{M_3^0}{I_3} \times \quad (14)$$

$$\frac{\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \Gamma/I_1)} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_3} + \frac{1}{I_2} \right]}{\left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1})} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_2} + \frac{1}{I_2} \right] \left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1})} + \frac{\lambda^2}{c_1} + \frac{\lambda^2}{c_3} + \frac{1}{I_3} \right] - \left[\frac{\lambda}{I_1(\lambda + \frac{\Gamma}{I_1})} + \frac{\lambda^2}{c_1} \right]^2}$$

Позначаючи в (11), (12), (13), (14) вирази, що стоять в правій частині, через відповідні коефіцієнти передачі, напишемо

$$\begin{aligned} A_2^{(2)} &= K_2(\lambda_2)M_2^0; & A_2^{(3)} &= K_2(\lambda_3)M_3^0; \\ A_3^{(2)} &= K_3(\lambda_2)M_2^0; & A_3^{(3)} &= K_3(\lambda_3)M_3^0; \\ A_\omega^{(2)} &= K_\omega^{(2)}(\lambda_2); & A_\omega^{(3)} &= K_\omega^{(3)}(\lambda_3); \\ K_1(\lambda_2) &= K_2(\lambda_2) + K_3(\lambda_2); & K_1(\lambda_3) &= K_2(\lambda_3) + K_3(\lambda_3). \end{aligned} \quad (15)$$

Таким чином, частинні розв'язки диференціальних рівнянь для шуканих невідомих можуть бути представлені в виді

$$\vec{Y}_1(t) = \begin{pmatrix} M_{10}(t) \\ M_{20}(t) \\ M_{30}(t) \\ \omega_1 \end{pmatrix} = M_2^0 e^{\lambda_2 t} \begin{pmatrix} K_1(\lambda_2) \\ K_2(\lambda_2) \\ K_3(\lambda_2) \\ K_\omega(\lambda_2) \end{pmatrix} + M_3^0 e^{\lambda_3 t} \begin{pmatrix} K_1(\lambda_3) \\ K_2(\lambda_3) \\ K_3(\lambda_3) \\ K_\omega(\lambda_3) \end{pmatrix} \quad (16)$$

Переходимо далі до розгляду конкретної системи, прийнятої в якості об'єкту дослідження.

Перш за все, виходячи з аналізу результатів експериментальних досліджень комбайна, зняття діаграми зовнішніх навантажень, представимо за допомогою наближеної апроксимації момент сил опору на робочих органах подавального апарату.

$$M_3 = M_{cp} + M_3^0 \sin \omega t, \quad (17)$$

де ω – реальна частота процесу, $1/c$,

M_{cp} – середнє значення постійної складової крутного моменту, Hm ,

M_3^0 – максимальна величина амплітуди синусоїди, Hm .

Для отримання виду функції зовнішнього крутного моменту M_2 подрібнювального барабану був зроблений додатковий експеримент.

На розривній машині МК-500 за допомогою спеціального приладу та реєстраційного пристрою отримані діаграми сил різання стебел кукурудзи (рис. 2), які дозволили встановити, що їх криві з достатнім наближенням можуть бути апроксимовані синусоїдальною півхвилею.

Враховуючі реальну конструкцію ротора подрібнювача та приймаючи до уваги технологічну схему роботи апарату, приходимо до висновку, що зовнішнє навантаження при подрібненні має імпульсний характер.

Тривалість синусоїдального імпульсу τ в 5...6 разів (в залежності від товщини перероблюваного матеріалу) менше періоду його повторення T .

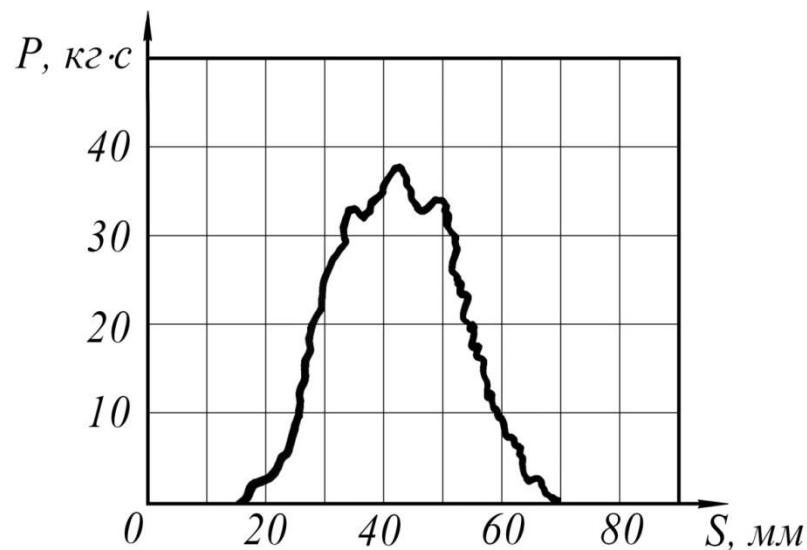


Рис. 2. Діаграма сил різання стебел кукурудзи

В цілях використання принципу суперпозиції лінійних систем розкладемо синусоїдальний імпульс в гармонічний ряд Фур'є на довжині всього періоду T . Для цього представимо нашу функцію виразом

$$\begin{aligned} f(t) &= A \sin \frac{\pi}{\tau} t && \text{при } 0 < t < \tau, \\ f(t) &= 0 && \text{при } \tau < t < T, \end{aligned} \quad (18)$$

де A – амплітудне значення моменту.

Гармонічний ряд Фур'є в загальному вигляді [2]

$$S(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left(a_k \cos k \frac{2\pi}{T} t + b_k \sin k \frac{2\pi}{T} t \right), \quad (19)$$

де

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos k \frac{2\pi}{T} t dt, \quad (20)$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin k \frac{2\pi}{T} t dt, \quad (21)$$

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T \sin \frac{\pi}{\tau} t dt. \quad (22)$$

Визначимо невідомі коефіцієнти Фур'є a_k, b_k і постійний член a_0 . З цією метою інтегруємо вираз

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^{\tau} \sin \frac{\pi}{\tau} t \cos k \frac{2\pi}{T} t dt, \quad (23)$$

який при використанні табличного інтегралу і після відповідних перетворень має вигляд

$$a_k = 2 \frac{A}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T} \cdot \frac{1}{1 - \left(2k \frac{\tau}{T} \right)^2} \left(1 + \cos k \frac{2\pi}{T} \tau \right). \quad (24)$$

Для другого коефіцієнту b_k отримуємо

$$\begin{aligned} b_k &= \frac{2}{T} A \int_0^{\tau} \sin \frac{\pi}{\tau} t \sin k \frac{2\pi}{T} t dt = \\ &= 2 \frac{A}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T} \cdot \frac{1}{1 - \left(2k \frac{\tau}{T}\right)^2} \sin 2\pi k \frac{\tau}{T}. \end{aligned} \quad (25)$$

Вільний член ряду має вигляд

$$a_0 = \frac{2}{T} A \int_0^{\tau} \sin \frac{\pi}{\tau} t dt = 4 \frac{A}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T}. \quad (26)$$

В кінцевому вигляді ряд представиться виразом

$$\begin{aligned} S(t) &= 2 \frac{A}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T} + 2 \frac{A}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{1 - \left(2k \frac{\tau}{T}\right)^2} \times \\ &\times \left[\left(1 + \cos k \frac{2\pi}{T} \tau\right) \cos k \frac{2\pi}{T} t + \sin k \frac{2\pi}{T} \tau \sin k \frac{2\pi}{T} t \right]. \end{aligned} \quad (27)$$

Для судження про збіжність ряду проведемо оцінку убуття його членів. Розглянемо вирази, що формують убуття:

$$a_k^1 = \frac{1 + \cos k \frac{2\pi}{T} \tau}{1 - \left(2k \frac{\tau}{T}\right)^2}; \quad b_k^1 = \frac{\sin k \frac{2\pi}{T} \tau}{1 - \left(2k \frac{\tau}{T}\right)^2}. \quad (28)$$

Їх можна представити, як функції аргументу $\alpha = k \frac{2}{T} \tau$

$$a_k^1 = \frac{1 + \cos \pi \alpha}{1 - \alpha^2}; \quad b_k^1 = \frac{\sin \pi \alpha}{1 - \alpha^2}.$$

Визначимо, де ці коефіцієнти стануть малими: $\alpha = \left\{ \frac{2\tau}{T} \rightarrow \infty \right\}$.

При $\alpha = 0 \Rightarrow a_k^1 = 2; \quad b_k^1 = 0$; при $\alpha = 1 \Rightarrow a_k^1 = \frac{0}{0}; \quad b_k^1 = \frac{0}{0}$;

Розкриємо невизначеності типу $\frac{0}{0}$ за правилом Лапіталя, взявши похідні:

$$a_k^1(1) = \frac{-\pi \sin \pi \alpha}{2\alpha} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sin \pi \alpha}{\alpha} = 0,$$

$$b_k^1(1) = \frac{\pi \cos \pi \alpha}{-2\alpha} = \frac{\pi}{2}.$$

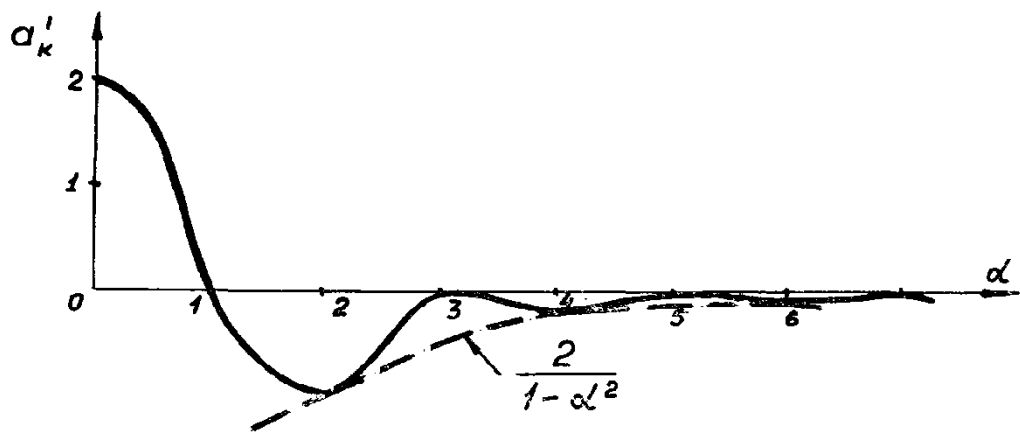


Рис.3. Характер убутання коефіцієнта a_k .

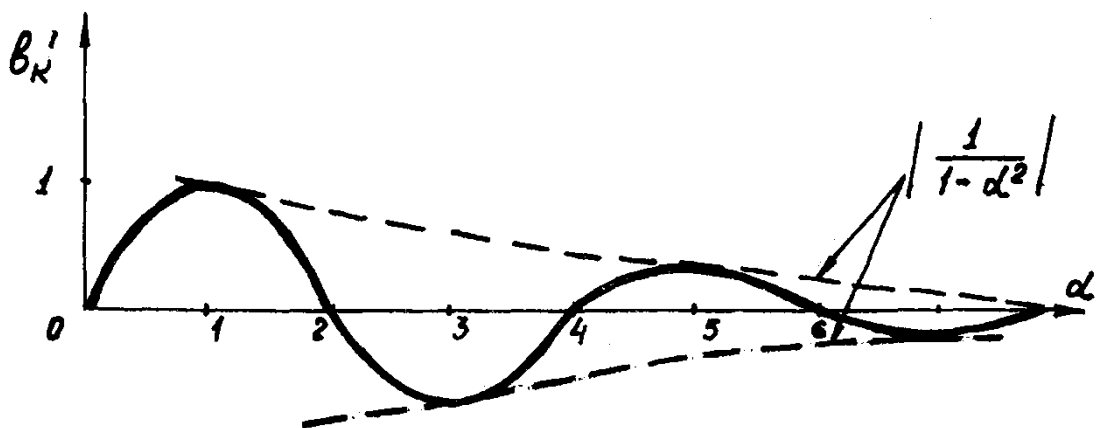


Рис. 4. Характер убутання коефіцієнта b_k .

Як можна побачити (рис. 3 та 4), убутання величини амплітуд членів a_k^1 пропорційне $\frac{2}{1-\alpha^2}$, а для членів b_k^1 пропорційне $\left(\frac{1}{1-\alpha^2}\right)$.

Якщо прийняти точність до 10%, тобто

$$\frac{1}{1-\alpha^2} \cong \frac{1}{\alpha^2} = 0,1. \text{ Тоді } \alpha = 3,16. \text{ Звідси } k = \frac{\alpha T}{2\tau} \approx 8, \text{ де } \frac{T}{\tau} = 5.$$

Таким чином, число кратних гармонік, які потрібно взяти при заданій точності, повинне бути не менше восьми.

Таким чином, зовнішній момент M_2 на подрібнювачі має вигляд

$$M_2 = 2 \frac{A}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T} + 2 \frac{A}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T} \sum_{k=1}^{k=8} \frac{1}{1 - \left(2k \frac{\tau}{T}\right)^2} \times \quad (29)$$

$$\times \left[\left(1 + \cos \frac{2\pi}{T} k \tau\right) \cos k \frac{2\pi}{T} t + \sin k \frac{2\pi}{T} \tau \sin \frac{2\pi}{T} t \right],$$

де A – середня стала складова моменту.

Беручи до уваги вид функцій моментів зовнішніх сил та враховуючи принцип суперпозиції для лінійних систем, знаходимо частинні розв'язки диференціальних рівнянь для постійних складових моментів, потім для кожної з гармонік змінних складових з наступним додаванням отриманих результатів.

Для обчислення відгуків на гармонічні складові моментів, визначимо коефіцієнти передачі $K_n(\lambda_j)$, приймаючи замість λ відповідні значення парціальних частот крутного моменту M_3 та кожної з кратних гармонік розкладеного в ряд Фур'є крутного моменту M_2 .

Виконавши розрахунок реакції системи на момент M_3 і кожен гармонійну складову ряду Фур'є моменту M_2 , отримаємо частинні розв'язки диференціальних рівнянь для шуканих величин згідно

$$\vec{Y}_1 = \begin{vmatrix} M_{10}(t) \\ M_{20}(t) \\ M_{30}(t) \\ \omega_1(t) \end{vmatrix} = M_2^0 e^{\lambda_2 t} \begin{vmatrix} K_1(\lambda_K) \\ K_2(\lambda_K) \\ K_3(\lambda_K) \\ K_\omega(\lambda_K) \end{vmatrix} + M_3^0 e^{\lambda_3 t} \begin{vmatrix} K_1(\lambda_3) \\ K_2(\lambda_3) \\ K_3(\lambda_3) \\ K_\omega(\lambda_3) \end{vmatrix}. \quad (30)$$

Висновки. За допомогою спеціального приладу та реєстраційного пристрою отримані діаграми сил різання стебел кукурудзи, що дозволили встановити, що їх криві з достатнім наближенням можуть бути апроксимовані синусоїдальною півхвилею.

Враховуючі реальну конструкцію ротора подрібнювача та приймаючи до уваги технологічну схему роботи апарату, приходимо до висновку, що зовнішнє навантаження при подрібненні має імпульсний характер. Тривалість синусоїдального імпульсу τ в 5...6 разів (в залежності від товщини перероблюваного матеріалу) менше періоду його повторення T . В цілях використання принципу суперпозиції лінійних систем синусоїдальний імпульс необхідно розкласти в гармонічний ряд Фур'є на довжину всього періоду T .

Список використаних джерел

1. Кожевников С.Н. Динамика неустановившихся процессов в машинах. К: Наукова думка, 1983. – 288 с.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М: Физматгиз, 1986. – 544 с.

АППАРАТ ФУРЬЕ В ИССЛЕДОВАНИИ МАШИН

Аннотация. Показана роль практического анализа, основанного на преобразованиях Фурье, для исследования динамики трансмиссии сложных аграрных машин типа комбайнов. Рассмотрен колебательный процесс, возникающий в валопроводах (механизмах) в результате резкой подачи технологического материала, который часто приводит к критическим ситуациям с перегрузкой деталей, и, как следствие, к поломкам.

Ключевые слова: *динамическое исследование, механическая система, расчетно-экспериментальный способ, центр разветвления.*

FURIER MACHINE IN THE MACHINE RESEARCH

Abstract. *The role of practical analysis based on Fourier transforms to study the dynamics of transmission of complex agricultural machines such as combines is shown. The oscillation process that occurs in the shafts (mechanisms) as a result of a sharp feed of technological material, which often leads to critical situations with overloading of parts, and, as a consequence, breakdown, is considered.*

Keywords: *dynamic research, mechanical system, calculation and experimental method, branching center.*

УДК 681.5

ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТІВ МЕХАТРОНІКИ

Литвинов О.І.¹, Лукач В.С.², Федорина Т.П.³

¹ доцент, кандидат технічних наук;

² доцент, кандидат педагогічних наук;

³ доцент, кандидат педагогічних наук

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Анотація. *Проведено дослідження мехатроніки, як галузі науки і техніки, яка базується на знаннях в галузі механіки, електроніки й мікропроцесорної техніки, інформатики та комп'ютерного керування рухом машин і агрегатів, наведено приклади розв'язання задач.*

Ключові слова: *мехатроніка, механіка, електроніка, електротехніка, комп'ютерна техніка, синергетика.*

Постановка проблеми. Мехатроніка є галуззю науки та техніки, що заснована на синергетичному об'єднанні механіки з електронними, електротехнічними й комп'ютерними компонентами, що забезпечують проєктування та виробництво якісно нових модулів, систем машин з інтелектуальним управлінням їхніми функціональними рухами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Мехатроніка є своєрідною сучасною філософією проєктування складних керованих технічних об'єктів. Завдання мехатроніки як науки полягає в інтеграції знань з раніше відособлених галузей, таких як прецизійна механіка й комп'ютерне керування, інформаційні технології та мікроелектроніка. Мехатронний підхід до проєктування, наприклад, гірничого обладнання полягає в тому, що під час проєктування складного гірничого обладнання такі об'єкти повинні створюватися як органічні цілісні електро-механо-гідро-електронні технічні системи, що включають електронно-комп'ютерну апаратуру автоматизованого управління. Мехатроніка вже увійшла не лише до професійного, але й у повсякденне життя сучасної людини. Адже і домашні побутові машини, і трансмісії нових автомобілів, і цифрові відеокамери, і дисководи комп'ютерів побудовані на мехатронних принципах.

Останнім часом декількома компаніями активно ведуться роботи зі створення автомобіля без водія, автомобіля, керованого комп'ютером. В експериментах беруть участь десятки автомобілів різних класів [1, 2].

Історія наукових досліджень постійно нагадує про єдність законів природи, про закони збереження енергії різноманітних форм руху матерії – механічної, електричної, теплової, хімічної та ін. Проте, не лише закон збереження, а й теорема про зміну повної механічної енергії – це окремі випадки загального закону збереження і еквівалентного перетворення матерії і енергії, відкритого М.В. Ломоносовим. Якщо, приміром, робота не потенціальних сил додатна, то відбувається прилив механічної енергії внаслідок відповідного зменшення енергії інших немеханічних форм (теплової, електричної). Якщо ця робота від'ємна, то відбувається розсіювання (дисипація) механічної енергії, яка переходить в енергії інших видів. [2, 3].

Мета дослідження. Здійснити аналіз впливу теоретичної механіки, як фундаментальної науки, в дослідженнях процесів мехатроніки.

Виклад основного матеріалу. Мехатроніка (рос. мехатроника, англ. mechatronics, нім. mechatronik) – галузь науки та техніки, заснована на синергетичному об'єднанні вузлів точної механіки з електронними, електротехнічними й комп'ютерними компонентами, що забезпечують проєктування та виробництво якісно нових модулів, систем машин з інтелектуальним управлінням їхніми функціональними рухами.

В основі побудови мехатронних систем лежать принципи синергетики – поєднання в одному агрегаті компонент різної технічної природи (механічних, електротехнічних, комп'ютерних), які адаптивно взаємодіють із зовнішнім середовищем як єдиний функціональний і конструктивний організм. Синергетичну інтеграцію в мехатроніці під час проєктування здійснюють двома способами:

1) шляхом функціонально-структурної інтеграції, завданням якої є пошук мехатронних структур, що реалізують задані функціональні перетворення за допомогою мінімальної кількості структурних блоків і суміжних з ними інтерфейсів на основі програмно-апаратних елементів

або у вигляді механічних перетворювачів руху, електротехнічних або гідравлічних перетворювачів енергії;

2) структурно-конструктивної інтеграції, що полягає в мінімізації конструктивних рішень для реалізації необхідної структури. Синергетична інтеграція повинна виконуватися тільки на основі паралельного проєктування, методологією якого є одночасний і взаємопов'язаний синтез всіх компонент (традиційного й інтелектуального характеру) технічної системи мехатронного класу.

Термін «мехатроніка» уведений японцем Тецуро Морія (Tetsuro Moria), старшим інженером компанії Yaskawa Electric, у 1969 році. Ця назва отримана комбінацією слів «МЕХАніка» і «елекТРОНІКА».

Незважаючи на наявність стандартного визначення, мехатроніка залишається дещо суперечливим поняттям. Часто цей термін використовують у значенні *електромеханіка*, що є суперечливим, але допустимим. Завдання мехатроніки як науки полягає в інтеграції знань із таких раніше відособлених галузей, як точна механіка та комп'ютерне керування, інформаційні технології та мікроелектроніка. На стиках цих наук і виникають нові ідеї мехатроніки. Науково-технічне рішення можна вважати мехатронним, якщо компоненти не просто взаємодіють один з одним, але при цьому утворена система має нові властивості, які не були властиві її складникам.

Чому механіка? Сьогодні без знання законів механіки неможливо уявити сучасне життя та розвиток цивілізації. Кожен крок людини пов'язаний з використанням пристроїв, механізмів та машин. Вони полегшують нам життя але й вимагають відповідних знань та умінь.

Переклад терміну «механіка» від грецького (μηχανική) – це мистецтво створення машин. Ця наука виникла в стародавні часи, на зорі розвитку нашої цивілізації. Усім відомі з дитинства імена великих механіків. Безцінний внесок у розвиток механіки внесли Ейлер, Лангранж, Якобі, Остроградський, Жуковський, Герц, Мещерський, Ціолковський та багато інших.

Кругом, де з'являлася людина, її діяльність була пов'язана з механікою. Перший трактат із механіки, що дійшов до наших часів, з'явився в стародавній Греції у вигляді твору Аристотеля (384–322 рр.

до н.е.). Далі наукові основи статички у механіці розробив Архімед (287–12 рр. до н.е.). Продовжив ці дослідження Герон Александрійський (I ст. до н.е.) та римський архітектор Марк Ветрувія (I ст. до н.е.). Так із покоління в покоління протягом багатьох століть розвивалась наука механіка. Відповідно до цього разом з розвитком людства удосконалювались існуючі механізми та з'являлись нові. Вони стали невід'ємною частиною життя з моменту свого виникнення.

Однак досить тривалий час прості пристосування не вимагали фахівців для їх обслуговування. Перші механіки з'явилися в Стародавньому Римі. Вони займалися обслуговуванням установок для перекачування води. Надалі професія починає свій стрімкий розвиток. З розробкою нових механізмів з'являлися і майстри, які забезпечували їхнє справне функціонування. Цих фахівців називали по-різному: ремісниками, робітниками тощо. Словом «механік» професію називали в кінці XIX століття, після технічної революції. З цього моменту механізми постійно змінюються та модернізуються, те саме відбувається і з фахівцями-механіками.

Інженер-механік – це висококваліфікований фахівець у галузі механічних систем. Він знає особливості їхньої конструкції, послідовність ремонту та особливості обслуговування. Механіки – головні фахівці на виробничих підприємствах різних галузей промисловості де застосовується технічне обладнання. Сучасна професія механіка має широкий спектр необхідних навичок та знань. Це професія, яка вимагає постійного розвитку. Так фахівцю механіку потрібно бути в авангарді прогресу, постійно володіти інформацією щодо новітніх науково-технічних розробок та винаходів.

Ураховуючи величезну різноманітність техніки і механізмів, знання з одного напрямку механіки замало для їх проєктування, ремонту та обслуговування. Сучасний механік повинен володіти на належному рівні знаннями з електрики, електроніки та комп'ютерних наук. У сучасному світі механіка трансформувалась в мехатроніку. За визначенням мехатроніка – галузь науки та техніки, заснована на синергетичному об'єднанні вузлів точної механіки з електронними, електротехнічними й комп'ютерними компонентами, що забезпечують

проектування і виробництво якісно нових модулів, систем і машин з інтелектуальним управлінням їхніми функціональними рухами.

За даними Google їхні автомобілі на червень 2016 року в автономному режимі проїхали більше 2,7 мільйона кілометрів. Таким чином, «Мехатроніка – це нова галузь науки і техніки, присвячена створенню та експлуатації машин і систем із комп'ютерним керуванням рухом, яка базується на знаннях в галузі механіки, електроніки й мікро-процесорної техніки, інформатики та комп'ютерного керування рухом машин і агрегатів». У цьому визначенні особливо підкреслена триєдина сутність мехатронних систем (МС), в основу побудови яких покладено ідею глибокого взаємозв'язку механічних, електронних і комп'ютерних елементів.

Відомо кілька визначень, опублікованих у періодичних виданнях, працях міжнародних конференцій і симпозіумів, де поняття про мехатроніку конкретизується та спеціалізується. На підставі розглянутих вище визначень пропонується таке спеціальне формулювання предмета мехатроніки: «Мехатроніка вивчає синергетичне об'єднання вузлів точної механіки з електронними, електротехнічними й комп'ютерними компонентами з метою проектування та виробництва якісно нових модулів, систем машин і комплексів машин з інтелектуальним керуванням їхніми функціональними рухами».

Одже, мехатроніка вирішує наступних три основні задачі:

1 задача – задача механіки направлена на спрощення кінематики просторових і багатоважільних механізмів машин за рахунок використання технічних засобів мехатроніки при створенні виконавчих механізмів і машин з електронною пам'яттю і «інтелектом»;

2 задача – задача електроніки направлена на вивчення на засадах об'єктно-орієнтованого проектування і технічних засобів для реалізації прямих і зворотних зв'язків в енергетичних і в інформаційних каналах передачі сигналів команд керування, сигналів адресів і сигналів даних в комбінованих схемах з контролером;

3 задача – задача інформатики направлена на використовування знань інформаційних технологій для розкриття внутрішніх і зовнішніх

зв'язків у тріаді *«технологічна машина – рівняння причино-наслідкових зв'язків циклової системи керування – програмований контролер»*.

Велика роль теоретичної механіки як фундаментальної науки в дослідженнях процесів різної фізичної природи. Методи аналітичної механіки є універсальними та ефективними при розв'язанні багатьох задач електротехніки, починаючи зі складання контурних рівнянь електричних кіл і завершуючи моделюванням процесів на аналогових обчислювальних комплексах.

У сучасній науці розрізняють три фізичні концепції світу: механічну, електродинамічну і квантово-польову, відповідно до яких і виникли три основних теорії: механіка Ньютона, електродинаміка Максвелла і теорія відносності Ейнштейна. Але аналітична механіка є наукою, яка своїми методами наскрізь пронизує всі три картини світу.

Багато точних законів фізики можуть слугувати підтвердженням аналогічності рівнянь і виразів. Наприклад, структура всім відомих другого закону Ньютона, закону Гука і закону Ома є ідентичною:

$$m\vec{a} = \vec{F}; \quad cx = F; \quad Ri = U.$$

Спільним у цих виразах є те, що в них входять лише три величини, кожна з яких визначається і є незалежною.

Другий приклад. Візьмемо закон гравітації, відкритий Ньютоном, закон про взаємодію двох електричних зарядів, відкритий Кулоном, і закон взаємодії магнітних полів.

Закон всесвітнього притягання

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

де m_1, m_2 – маси взаємодіючих тіл, γ – гравітаційна стала, r – відстань між тілами.

Аналогічний закон для електричних зарядів

$$F = \varepsilon \frac{q_1 q_2}{r^2},$$

де ε – відносна діелектрична проникність, q_1, q_2 – взаємодіючі електричні заряди, r – відстань між зарядами.

Закон взаємодії магнітних полів

$$F = \mu \frac{B_1 B_2}{r^2},$$

де μ – магнітна проникність, B_1, B_2 – магнітна індукція, r – відстань між джерелами магнітного поля.

Як легко побачити, структура алгебраїчних виразів цих законів повністю аналогічні, але фізична природа цих взаємодій є абсолютно різною.

Розглянемо приклад коливань тягаря масою m , підвішеного на вертикальній пружині з коефіцієнтом жорсткості c . Диференціальне рівняння вільних коливань цього тягаря має відомий вигляд

$$m\ddot{x} + cx = 0,$$

де x – переміщення тягаря.

Кожному параметру механічної системи можна поставити у відповідність параметр електричної системи і навпаки. Наприклад, інерційні властивості тіл в механічній системі залежать від маси і моментів інерції. В електричних системах існують аналоги цих понять – індуктивність і ємність. Диференціальне рівняння коливань електричного контуру, що складається з котушки індуктивності L і конденсатора ємності C , має аналогічний вигляд, як і для коливань тягаря.

$$L\ddot{q} + \frac{1}{C}q = 0,$$

де q – заряд конденсатора.

При дослідженні механічних матеріальних систем найчастіше застосовують рівняння Лагранжа другого роду. На практиці часто зустрічаються електромеханічні системи, механічний рух яких визначається силами електромагнітної природи. Максвелл у своїй праці про електрику і магнетизм застосував рівняння Лагранжа другого роду для дослідження системи, що містила механічні елементи і провідники зі струмом.

Центральним рівнянням аналітичної механіки є рівняння Лагранжа другого роду, в якому базовою величиною є енергія кінетична і потенціальна. Ці рівняння слугують основою для перенесення методів аналітичної механіки на електродинаміку у формі

рівнянь Лагранжа – Максвелла, де замість кінетичної і потенціальної енергії оперують енергією електричного і магнітного полів.

Таким чином, аналітична механіка є єдиною наукою, яка дає спільний апарат – рівняння Лагранжа-Максвелла для складання диференціальних рівнянь електромеханічних систем, які є основою сучасної техніки, бо сьогодні важко уявити прилад чи машину, де б були тільки механічні елементи.

Складання цих рівнянь передбачає, що стан електромеханічної системи описується узагальненими координатами механічної частини, кількість яких у голономних системах дорівнює числу ступенів вільності механізму, і узагальненими координатами електричної частини, які визначають стан електричної частини системи.

Узагальнені механічні координати позначимо $q_i (q_1, q_2, \dots, q_n)$, де число n дорівнює кількості ступенів вільності механізму. За узагальнені механічні координати, як і в першій частині книги, вибираємо лінійні або кутові параметри ланок.

Узагальнені електричні координати позначимо $g_k (g_1, g_2, \dots, g_m)$, де число m дорівнює кількості електричних ступенів вільності. За узагальнені електричні координати вибираємо кількості електрики (заряди).

Похідні за часом від узагальнених механічних координат уявляють узагальнені швидкості $\dot{q}_i$, а похідні за часом від узагальнених електричних уявляють узагальнені струми $\dot{g}_k$.

Рівняння Лагранжа-Максвелла для електромеханічних систем мають вигляд

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{g}_k} \right) - \frac{\partial L}{\partial g_k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \dots, m. \quad (2)$$

У цих рівняннях літера L є функцією Лагранжа-Максвелла, яка дорівнює сумі «електричної» функції Лагранжа L_E і «механічної» функції Лагранжа L_M :

$$L = L_E + L_M.$$

«Механічна» функція Лагранжа, як відомо, рівна різниці кінетичної T і потенціальної енергії Π механічної системи

$$L_M = T + \Pi.$$

«Електрична» функція Лагранжа для механізмів з електроприводом співпадає з магнітною енергією системи

$$L_E = \frac{1}{2} \sum_{r,s=1}^{\infty} L_{rs} i_r i_s,$$

де r та s – незалежних електричних контурів (витків, обмоток), по яких протікають струми i_r та i_s ; L_{rs} при $r \neq s$ – взаємна індуктивність (коефіцієнт взаємоіндукції), а при $r = s$ – індуктивність (коефіцієнт самоіндукції).

Узагальнена або зведена сила Q_i визначається, що було вказано в першій частині книги, як скалярна величина, рівна коефіцієнту при варіації цієї узагальненої координати у виразі елементарної роботи сил.

Узагальнена «сила» Q_k визначається за аналогією з Q_i , як скалярна величина, що дорівнює коефіцієнту при варіації цієї «електричної» узагальненої координати у виразі елементарної роботи електричних сил

$$\delta A = \sum_{k=1}^m (E_{r,s} - R_{r,s} i_{r,s}) \delta g_k, \quad (3)$$

де $E_{r,s}$ – електро-рушійна сила контуру,

$R_{r,s}$ – електричний опір контуру.

Приклад 1. Електромагнітний прилад складається із рухомої котушки певної маси, що обертається у сталому магнітному полі, який утворює інша нерухома котушка, що складають одна з однієї послідовний електричний ланцюг.

На рухому котушку діє пара сил з боку пружини з коефіцієнтом жорсткості c . В обертальній парі рухомої котушки має місце в'язке тертя з коефіцієнтом опору β .

За узагальнені координати системи приймаємо кут повороту рухомої котушки φ та струм i , що протікає крізь обмотки котушок. Тоді «механічна» функція Лагранжа приймає вигляд

$$L_M = \frac{1}{2}(J\dot{\varphi}^2 - c\varphi^2),$$

де J – момент інерції рухомої котушки відносно осі обертання.

«Електрична» функція Лагранжа має вигляд

$$L_E = \frac{1}{2}(L_1 + L_{12} + L_2)i^2,$$

де індекс 1 стосується рухомої котушки, а індекс 2 – нерухомої.

За умови симетрії взаємна індуктивність $L_{12} = L_{21}$. Позначимо їх суму (повний коефіцієнт взаємної індуктивності) через $2M$ і прийнемо до уваги, що цей коефіцієнт залежить від взаємного розміщення котушок, тобто від кута повороту рухомої котушки φ . Звичайно приймають

$$M = M_o \sin \varphi,$$

де кут повороту φ відраховується від положення, при якому котушки перпендикулярні. Індуктивність котушок L_1, L_2 вважаємо сталими величинами.

Таким чином, остаточно функція Лагранжа-Максвелла має вигляд

$$L = \frac{1}{2}[(L_1 + L_2 + 2M_o \sin \varphi)i^2 + J\dot{\varphi}^2 - c\varphi^2]. \quad (4)$$

Узагальнена сила Q_i знаходиться із виразу елементарної роботи сил тертя на можливому переміщенні системи (робота сил пружності пружини врахована при складанні виразу потенціальної енергії):

$$\delta A = -\beta \dot{\varphi} \delta \varphi \Rightarrow Q_i = -\beta \dot{\varphi}.$$

Узагальнена сила Q_k знаходиться із виразу елементарної роботи «електричних сил»

$$\delta A = (E - iR)\delta i \Rightarrow Q_k = E - iR,$$

де R – сумарний опір обмоток котушок,

E – зовнішня електрична рушійна сила.

Рівняння Лагранжа-Максвелла:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = -\beta \dot{\varphi}, \quad (5)$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{i}}\right) = E - iR. \quad (6)$$

Визначимо похідні від функції Лагранжа-Максвелла:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} &= J\dot{\varphi}; \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) = J\ddot{\varphi}; \quad \frac{\partial L}{\partial \varphi} = M_o i^2 \cos \varphi - c\varphi; \\ \frac{\partial L}{\partial \dot{i}} &= (L_1 + L_2 + 2M_o \sin \varphi)\dot{i}; \\ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{i}}\right) &= (L_1 + L_2 + 2M_o \sin \varphi)\frac{di}{dt} + 2M_o i \dot{\varphi} \cos \varphi. \end{aligned}$$

Підставимо в останні рівняння значення похідних. У підсумку отримаємо остаточно рівняння Лагранжа-Максвелла

$$\begin{aligned} J\ddot{\varphi} - M_o i^2 \cos \varphi + c\varphi &= -\beta \dot{\varphi}, \\ (L_1 + L_2 + 2M_o \sin \varphi)\frac{di}{dt} + 2M_o i \dot{\varphi} \cos \varphi &= E - iR. \end{aligned} \quad (7)$$

Сумісне розв'язання цих двох рівнянь дозволяє отримати шукані функції зміни узагальнених координат за часом

$$\varphi = \varphi(t); \quad i = i(t).$$

Приклад 2. За допомогою електродвигуна сталого струму з незалежним збудженням і параметрами: $J_{зв}$ – зведений момент інерції; $M_{зв}$ – зведений момент сил (задані параметри є функціями кута повороту ротора електродвигуна) рухається вхідна ланка механізму.

Скласти рівняння Лагранжа-Максвелла для заданої електромеханічної системи.

Позначимо індуктивності обмоток збудження і якоря літерами $L_з, L_я$, взаємну індуктивність через $L_{зя}$, $L_{яз} = M$, струми в обмотках збудження і якоря, відповідно, через $i_з, i_я$. Тоді функція Лагранжа-Максвелла отримує вигляд:

$$L = \frac{1}{2}(L_з i_з^2 + L_я i_я^2 + 2M i_з i_я + J_{зв} \dot{\varphi}^2). \quad (8)$$

Якщо вважати струм в обмотці збудження сталим, то стан заданої електромеханічної системи визначається двома узагальненими координатами:

φ – кут повороту якоря електродвигуна,

$i_{\text{я}}$ – струм в обмотці якоря електродвигуна.

Узагальнені координати як функції часу можуть бути знайдені із рівнянь Лагранжа-Максвелла

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = M_{\text{зв}}; \quad (9)$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial i_{\text{я}}}\right) = U - i_{\text{я}} R_{\text{я}}; \quad (10)$$

де U – напруження, прикладене до обмотки якоря,
 $R_{\text{я}}$ – опір обмотки якоря.

Під час диференціювання функції Лагранжа-Максвелла вважаємо індуктивності $L_{\text{з}}$, $L_{\text{я}}$ сталими, а взаємну індуктивність M – залежною від кута повороту якоря φ .

Виконуючи диференціювання, отримаємо

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} &= J_{\text{зв}} \dot{\varphi}; \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) = J \ddot{\varphi} + \dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{\text{зв}}}{d\varphi}; \\ \frac{\partial L}{\partial \varphi} &= \frac{dM}{d\varphi} i_{\text{я}} i_{\text{з}} + \frac{1}{2} \dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{\text{зв}}}{d\varphi}; \quad \frac{\partial L}{\partial i_{\text{я}}} = L_{\text{я}} i_{\text{я}} + M_{\text{з}} i_{\text{з}}; \\ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial i_{\text{я}}}\right) &= L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} + \frac{dM}{d\varphi} \dot{\varphi} i_{\text{з}}. \end{aligned}$$

Тепер рівняння Лагранжа-Максвелла приймають вигляд

$$\begin{aligned} J \ddot{\varphi} + \frac{1}{2} \dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{\text{зв}}}{d\varphi} - \frac{dM}{d\varphi} i_{\text{я}} i_{\text{з}} &= M_{\text{зв}}; \\ L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} + \frac{dM}{d\varphi} \dot{\varphi} i_{\text{з}} &= U - i_{\text{я}} R_{\text{я}}. \end{aligned} \quad (11)$$

Сумісний розв'язок цих двох рівнянь дозволяє визначити шукані функції $\varphi = \varphi(t)$; $i_{\text{я}} = i_{\text{я}}(t)$.

Висновки. Мехатроніка вивчає синергетичне об'єднання вузлів точної механіки з електронними, електротехнічними й комп'ютерними компонентами з метою проектування та виробництва якісно нових модулів, систем машин і комплексів машин з інтелектуальним керуванням їхніми функціональними рухами. Вагомим синергетичним елементом мехатроніки є механіка, як фундаментальна наука.

Список використаних джерел

1. Бронніков А.І. Мехатроніка в освітньому та загальнонауковому контексті/ А.І. Бронніков, О.М. Цимбал, А.М. Сінотін. – Системи управління, навігації та зв'язку. Зб. наук. праць Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – 2017. Вип. 2 (42). – С. 30–32.
2. Исии Т., Симояма И., Иноуе Х. Мехатроника – М.: Мир, 1988 – 318 с.
3. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
4. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мехатроніка>.

ИССЛЕДОВАНИЕ АППАРАТОВ МЕХАТРОНИКИ

Литвинов О.И., Лукач В.С., Федорина Т.П.

Аннотация. Проведено исследование мехатроники, как области науки и техники, основанной на знаниях в области механики, электроники и микропроцессорной техники, информатики и компьютерного управления движением машин и агрегатов, приведены примеры решения задач.

Ключевые слова: мехатроника, механика, электроника, электротехника, компьютерная техника, синергетика.

RESEARCH OF MECHATRONICS

Litvinov O.I., Lukach V.S, Fedoryna T.P.

Abstract. The study of mechanics as a science and technology based on the knowledge of mechanics, electronics and microprocessor engineering, computer science and computer control of the movement of machines and aggregates, provides examples of solving problems.

Keywords: mechatronics, mechanics, electronics, electrical engineering, computer engineering, synergetics.

УДК 631.32

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ТА ВИБІР МАШИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЯГІД ВІД ДОМІШОК

Мартишко В.М., канд. техн. наук, доцент, НУБіП України, м. Київ

Мороз А.І., канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

Анотація. Проаналізовані властивості ягід та способи їх очищення від домішок, наведені машини для післязбирального очищення ягід і кісточкових плодів, описані особливості їх використання. Приведений порівняльний аналіз обладнання для інспекції ягід і сортування, відмічені переваги та недоліки роботи пристроїв та машин. Проаналізовані перспективні способи очищення ягід від домішок.

Ключові слова. Очищення, інспекція, попереднє очищення, сортування, калібрування, плоди, ягоди, властивості, товарні якості.

Постановка проблеми. Структура харчування людини повинна бути різноманітною. Зокрема, у річному раціоні повинно бути близько 80 кг плодів і ягід. У даний час цей показник складає не більш 20 кг, що негативно позначається на стані здоров'я населення України. Після збирання ягід, як ручного так і механізованого, плодоягідна продукція яка надходить із саду, часто не відповідає товарним якостям.

Для реалізації плоди конкретного помологічного сорту повинні відповідати вимогам, що ставляться до продукту, а саме: стиглими, цілими, здоровими, без зайвих домішок.

Ягоди використовують безпосередньо для їжі або технічної переробки. В залежності від призначення їх якість визначається за тими показниками, які характеризують придатність продукції для даної цілі. Ці показники введені в стандарти у вигляді технічних вимог. У зв'язку з розвитком агрономічної науки, техніки, попиту споживачів показники і норми періодично змінюються. Знання вимог стандартів або

технічних умов необхідно постачальнику в зв'язку з тим, що майже вся ягідна продукція погано переносить післязбиральне сортування, тому його часто виконують одночасно із збиранням.

Уміння оцінити якість продукції дає можливість агроному правильно вибрати строки її збирання й реалізації. Якість ягід характеризується смаковою і технологічною цінністю, які у свою чергу визначаються хімічним складом, фізичними властивостями, сортом. Товарна оцінка ягідної сировини здійснюється оглядово або нескладними вимірами. Частина показників якості овочевої продукції введена в стандарти і є обов'язковими для всіх видів.

При оцінці ягід полуниць, агрусу, чорної або червоної смородини, малини, брусниці після огляду всієї партії відбирають середній зразок, зважують його, пересипаючи з однієї тари в іншу, видаляючи плоди з дефектами, зелені, подавлені, листя та ін. В стандартній продукції плодів із дефектами може бути до 2-3%. Наявність загнилих і пошкоджених шкідниками ягід не допускається. Листя може бути не більше 0,2-0,3%. Оцінюючи партії плодів кісточкових, звертають увагу на правильність розсортування по помологічних і товарних сортах. В партії товарних сортів перевіряють наявність механічно пошкоджених, зелених плодів, ступінь стиглості, а також звертають увагу на правильність маркування, відповідність тари.

Зовнішній вигляд плодів і ягід має бути типовим за формою для даного помологічного сорту, відповідного кольору, з плодоніжкою або без неї, без пошкодження шкірки плоду у місці кріплення плодоніжки. За ступенем зрілості плоди і ягоди мають бути однорідними, але не зелені і не перезрівши, а механічні пошкодження в допустимих межах. Пошкодження шкідниками не більше 2%.

Аналіз останніх досліджень. Питанню механізованого збирання ягід присвячені праці Варламова Г.П., Протасова В.Т., Уткова Ю.А., Петренка А.Д., Фришева С.Г., Бичкова В.В., Цимбала А.А., Wowzyncrak P., Tubbs E., Porpaczy A., Morris A., Larsen E., Yanos K., Erna H., Horvath E., Guntzel B., Gathe R., Schmidt M., Barthald F., Chapin I. та ін.

Зроблено огляд очисників ягід від домішок. Розроблені схем сепарації ягідного вороху, визначені оптимальні параметри машин та

режимів її роботи розглянуті в працях Варламова Г.П., Ахмерової Р.В., Даштояна А.А., Цицива М.В., Кротова А.М., Цимбала В.Д., Попова В.І., Вєтрова Є.Ф., та ін.

На підставі проведеного аналізу конструкцій машин і схем сепарації ягідного вороху встановлено що найбільш раціональні способи і машини. Визначені недоліки у роботі систем сепарації та причини їх виникнення.

Мета досліджень. Метою роботи є аналіз ознак, способів і машини для очищення ягід від домішок та обґрунтування найбільш раціональних сортувальних робочих органів.

Результати досліджень. Післязбиральна доробка ягід і кісточкових плодів включає попереднє очищення, інспекцію, сортування і калібрування.

Попереднє очищення – це відокремлення легких домішок, які за аеродинамічними властивостями відрізняються від основної продукції коефіцієнтом парусності. На рисунку 1 показаний аеродинамічний сепаратор для очистки ягід від дрібних і легких фракцій (листя, сухих ягід дрібних гілок, відокремлених плодоніжок). Сепаратор дозволяє відокремлювати легкі домішки і розділяти суміш на три фракції: дрібну, середню і велику.

Інспекція – це огляд сировини з відбраковуванням непридатних до переробки екземплярів (битих, гнилих, запліснявілих), видалення пошкоджених ділянок, сторонніх домішок. Іноді інспекцію ягід проводять вручну на столах, але найчастіше – на полотні стрічкового або роликового транспортера, що рухається зі швидкістю 0,005...0,1 м/с. Ширина робочого місця складає 0,8...1,2 м.



Рисунок 1. Аеродинамічний сепаратор для очищення ягід від легких домішок

Проведення інспекції на таких транспортерах полегшує огляд плодів і підвищує якість роботи. Сировина на стрічці розподіляється в один шар, так як при багатошаровому завантаженні ускладнюється огляд нижнього ряду плодів і ягід.

Класифікація обладнання для проведення інспекції:

- стрічкові транспортери;
- роликові транспортери;
- вакуумні установки.

Стрічкові транспортери (рисунок 2) – стрічка, на якій плоди оглядаються робітниками і видаляються непридатні.

В процесі роботи з боків транспортера стоять робітники з таким розрахунком, щоб вони могли легко дістати плоди з середини стрічки і щоб відстань між ними знаходилася в межах 0,8...1,2 м. По обидва боки рухомого полотна транспортера розміщені нерухомі столи із жолобами для відходів. Відходи транспортуються у ящики або контейнери для утилізації та вивезення. Якісна сировина залишається на стрічці конвеєра і після проходження поступає на затарювання або упаковку чистої продукції. Якість інспекції систематично перевіряється майстрами.

Недолік стрічкових транспортерів – недостатність огляду нижніх частин ягід, що лежать на стрічці. Для усунення цього недоліку

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

застосовують роликові транспортери (рисунок 3) – ролики, які обертаючись, обертають також і самі плоди, що дає можливість оглядати всю поверхню ягід з різних боків.



Рисунок2. Інспекційні стрічкові транспортери

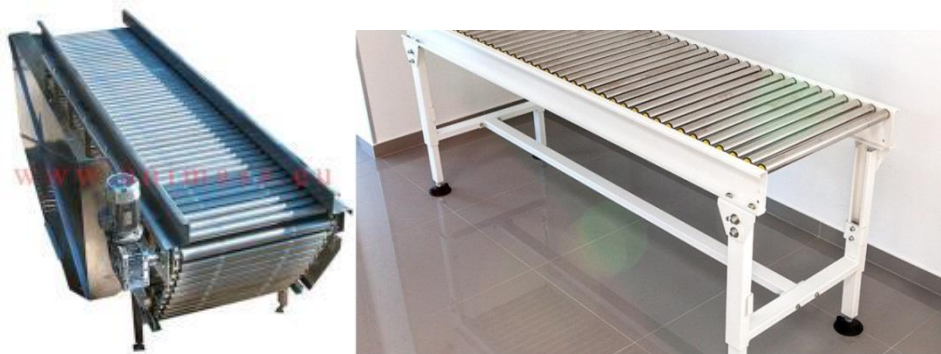


Рисунок3. Інспекційні роликові транспортери

Інколи над інспекційними столами розміщують вакуумну установку яка дозволяє полегшити інспекцію ягід. Вона складається з вакуумної установи, шлангів і бачка для збору некондиційної сировини.

Сортування – це розділення сировини на однорідні за кольором, формою і ступенем стиглості ягід. Для одержаних партій можна застосувати певні режими теплової і механічної обробки з урахуванням ступеня стиглості, форми та розміру сировини.

Класифікація сортувальних пристроїв:

- стрічкові транспортери;
- роликові транспортери;
- флотаційні сортувальні машини.

Флотаційні сортувальні машини використовуються для розділення сировини за густиною. Достиглі плоди мають велику густину, зелені – меншу. Якщо їх опустити в посудину з водою, то відбувається

розділення на дві фракції, а якщо вода проточна, то відбувається відділення зеленого ягід від зрілих.

Калібрування – це процес розділення ягід на однакові за розмірами фракції, з метою надання їм товарного вигляду, полегшення проведення наступних операцій і процесів реалізації.

Калібрування дозволяє зменшити втрати і відходи у виробництві і покращити якість готової продукції. На практиці використовують різні типи калібрувальних машин: барабанні, шнекові, валково-стрічкові, з вібруючими ситами та ін.

Калібрування ягід можна здійснювати на решетах з відповідними діаметрами отворів (рисунок 4). Ягоди з меншими розмірами проходять через отвори, з більшими – сходять з решета. Решета змінні в залежності від розмірів ягід.

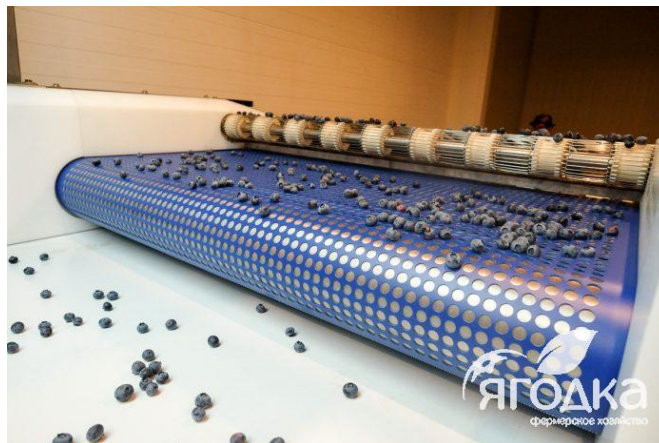


Рисунок 4 Решето для калібрування ягід

Для калібрування дрібних кісточкових плодів на деяких випадках застосовують сита з отворами 3...4 розмірів, що здійснюють поступальні рухи.

Сортування за кольором – один з прогресивних способів де сортування відбувається залежно від відтінків кольору, які мають плоди. Колір плодів електронною системою порівнюється з еталонним світлофільтром. При відхиленні кольору від заданого діапазону спеціальний пристрій відокремлює браковані плоди. Сортування відбувається з використання фотокамер коли домішки, незрілі ягоди іншого кольору вибивають стисненим повітрям із основного потоку

плодів із спеціальної форсунки. Принципова схема наведена на рисунку 5.

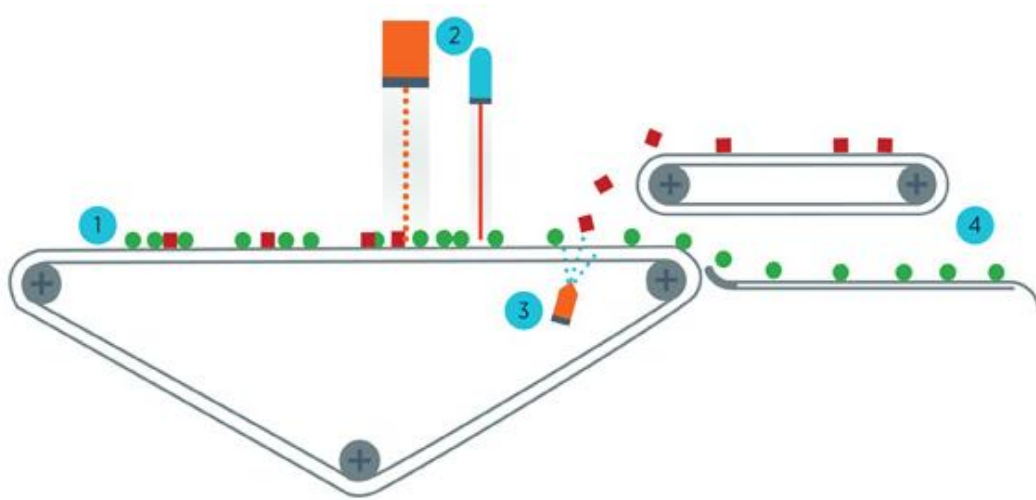


Рисунок 5 Схема сортування за кольором: 1 – транспортер подачі ягід; 2 – камери і лазери; 3 – повітряна форсунка; чисті ягоди

Для видалення плодоніжок від стиглої вишні або черешні застосовують спеціальні машини. Такі машин реалізує компанія «Польські ягоди» (рисунок 6). Продуктивність – від 800 до 1000 кг/год (в залежності від крупності плодів)



Рисунок 6 Машина для видалення плодоніжок від стиглої вишні або черешні

Висновки

1. В залежності від способів збирання ягід, помологічного сорту, ступеня засміченості домішками і подальшого використання ягід, або кісточкових потрібно вибирати відповідний спосіб, послідовність виконання технологічних операцій та машини для їх виконання.
2. Найбільш ефективними сортувальними робочими органами її комбіновані.
3. У перспективі можливе сортування ягід за кольором.

Список літератури

1. Андросова Щ.Г. Практикум по технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.-М.: Колос, 1983.- 248 с.
2. Державні стандарти на сільськогосподарську продукцію.
3. Механизация процессов хранения и переработки плодов и овощей: Справочник \ В.В.Момот, В.В.Балабанов, О.В.Сорокин и др.- М.: Агропромиздат, 1988.- 271 с.
4. Скалецка Л.Ф., Духовська Т.М., Сеньков А.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва.- Практикум.- К.: Вища шк., 1994.- 335 с.
5. Скалецка Л.Ф., Духовська Т.М, Сеньков А.Н. Практикум по технологии хранения и переработки продуктов растениеводства / Учебное пособие в 2-х частях. Часть II. Технические, овощные и плодовые культуры.- К.: Изд-во УСХА, 1991.- 148 с.
6. Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции / Загибалов А.Ф., Зверькова А.С., Титова А.А., Флаумменбаум Б.Л. –М.: Агропромиздат, 1992.-352 с.

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА И ВЫБОР МАШИН ДЛЯ ОЧИСТКИ ЯГОД ОТ ПРИМЕСЕЙ

Мартышко В.Н., канд. техн. наук, доцент, НУБиП Украины, м. Киев
Мороз А.И., канд. техн. наук, доцент, ВП НУБиП України
"Нежинський агротехнічний інститут", м. Нежин;

Аннотация. Проанализированы свойства ягод и способы их очистки от примесей, приведенные машины для послеуборочной очистки ягод и косточковых плодов, описаны особенности их использования. Приведен сравнительный анализ оборудования для инспекции ягод и сортировки, отмеченные преимущества и недостатки работы устройств и машин. Проанализированы перспективные способы очистки ягод от примесей.

Ключевые слова. Очистка, инспекция, предварительная очистка, сортировка, калибровка, плоды, ягоды, свойства, товарные качества.

JUSTIFICATION OF THE METHOD AND SELECTION OF CLEANING MACHINESBERRIES FROM IMPURITIES

Martyshko VM, Cand. tech. Associate Professor, NULES of Ukraine, Kyiv

Moroz AI, Candidate of Science tech. Sciences, Associate Professor, VP NULES of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute", Nizhyn

Abstract. The properties of berries and methods for their removal from impurities are analyzed, the machines for post-harvest cleaning of berries and stone fruits are described, the features of their use are described. The comparative analysis of the equipment for the inspection of berries and sorting, the advantages and disadvantages of the devices and machines are given. Prospective ways of clearing berries from impurities are analyzed.

Key words: Cleaning, inspection, pre-cleaning, sorting, calibration, fruits, berries, properties, marketable qualities.

В.М. Мартишко ORCID ID 0000-0002-9846-7455

УДК 631.3:594.1:636.084.74

**СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК КОНСТРУКЦІЙ
РОЗДАВАЧІВ-ЗМІШУВАЧІВ КОРМІВ**

Макаренко В.Д., д.т.н., професор, Шейко Н.В., к.і.н., доцент,
Сташенко М.Є., студент

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Анотація. Вибір операцій, які закладаються в конструкцію мобільного роздавача-змішувача, обумовлюється призначенням машини, видом корму, продуктивністю, прийнятим типом годівлі і системою утримання тварин, наявними кормовими компонентами та їх якістю, видом та віком тварин.

Ключові слова: кормові сумішки, змішування, роздавання, процеси, параметри, конструкції, технологічні схеми, транспортер.

Постановка проблеми. Технологія приготування кормових сумішок базується на використанні двох основних процесів:

- подрібнення кормових компонентів;
- змішування компонентів з одержанням однорідних сумішок відповідно до зооінженерних вимог.

Для годівлі свиней використовують розсипні сумішки. Складність і багатоманітність явищ, які проходять при змішуванні, змусили піти шляхом розробки спрощених моделей механізму утворення сумішок, які відповідають реальним умовам.

Аналіз досліджень. Спроби більш повного описання процесу змішування та роздавання кормових матеріалів привели до одержання складних аналітичних залежностей, які лише якісно відображають процеси, але не можуть бути використані для його кількісного виразу в зв'язку із складністю визначення цілого ряду складових параметрів.

Велике значення мають результати виконаних експериментально-теоретичних досліджень впливу багато чисельних змінних факторів на процес змішування, які відобразили ряд важливих аспектів цієї технологічної операції.

Дослідження процесу змішування набули належного розвитку в роботах Ю.І. Макарова, А.К. Мальцева, Г.М. Кукти, М.П. Зеленського, І.І. Фурси та інших [1-4] . В їх роботах розглянуто різні сторони процесу змішування.

Аналіз цих робіт показав, що основна увага приділялась вирішенню таких завдань:

- аналіз енергетичних показників процесу змішування;
- встановлення експериментальним шляхом оптимальних параметрів і режимів роботи змішувачів;
- визначення осьової швидкості продукту і продуктивності змішувача;
- оцінка якості змішування;

Неодноразово робились спроби створення методики розрахунку змішувального обладнання на основі емпіричних даних, отриманих в результаті досліджень різного типу експериментальних установок. Оскільки умови проведення експериментів і складові компоненти мали значні розходження, то дані цих досліджень носять частковий характер і не відображають основних закономірностей процесів змішування. Тому пропоновані методики не мають загального призначення.

Зеленський М.П., Штельмах Л.І. [5] вихідною величиною для розрахунку і проектування кормозмішувачів приймають продуктивність, яка визначається добовою потребою приготування кормів. Стукалін Ф.Г. запропонував розрахунок основних параметрів кормозмішувача здійснювати шляхом переходу з моделі на натурний зразок відповідно теорії подібності. Керімов С.Ф. вихідними величинами для знаходження основних параметрів змішувача вважає масову чи об'ємну місткість кормозмішувача, яка розраховується відповідно до заданої продуктивності.

Вказані дослідження стосуються тільки питань отримання однорідної суміші безпосередньо в змішувачі і не враховують вплив на процес змішування та якість готового продукту характеристик потоків окремих компонентів, які входять до суміші. Ряд робіт націлені на встановлення залежностей якості змішування від нерівномірності вхідних потоків компонентів, а також параметрів змішувачів.

Мета дослідження. Таким чином, з приведеного огляду витікає, що виконаних до цього часу теоретичних і експериментальних дослідів процесу змішування різних кормових матеріалів недостатньо, щоб дослідити параметри і режими роботи змішувачів конкретного призначення. Для отримання заданого співвідношення компонентів у готовій суміші змішувач повинен забезпечувати згладжування нерівномірності потоків.

Виклад основного матеріалу. Аналіз багаторічного досвіду створення змішувачів та роздавачів кормів дозволяє визначити раціональні технологічні операції. Деякі з них є обов'язковими для більшості підприємств. Це - завантаження накопичувальних ємкостей кормовими компонентами, перемішування їх до одержання однорідної сумішки, доставка сумішок до годівниць, видача корму тваринам у годівниці з дозуванням маси відповідно до встановлених норм годівлі, очищення накопичувальних ємкостей та годівниць від залишків кормової маси.

Для виконання кожної операції повинен вибиратись, чи розроблятись відповідний апарат, пристрій, вузол, конструкція якого дозволяла б виконувати прив'язку до інших вузлів, створювати єдину компактную технологічну послідовність і за параметричною характеристикою кожна складова відповідала б спільній продуктивності роздавача-змішувача.

При вибраному способі роздавання вихідним показником роботи машини є продуктивність операції видачі корму, під яку розраховуються розміри та кінематичний режим транспортуючих, вирівнюючих та дозуючих робочих органів; розміри та конфігурація бункера. Загальна продуктивність машини за період циклу пов'язана з продуктивністю завантажувального обладнання, періодом змішування кормових компонентів, тривалістю транспортування роздавача-змішувача до місця видачі та на повторний прийом кормової маси. Параметри робочих органів роздавача повинні відповідати стабільній роботі на змінних щодо фізико-механічних властивостей кормах, що можуть застосовуватись для всіх груп свинопоголів'я в різні періоди року та при змінних типах годівлі.

Як базовий варіант, що здатен виконувати послідовно операції одержання однорідної сумішки сипучих концентрованих компонентів та видачі їх тваринам, прийнятий мобільний координатний роздавач КС-1,5, в конструкцію якого вносяться зміни щодо поліпшення наповнення бункера та транспортування корму від вивантажувального шнека до годівниць. Передбачається замінити радіально розташовані лопатки розрівнювача на косо спрямовані, з тим щоб сприяти зсуву маси корму від центральної зони на периферійну і тим самим підвищити коефіцієнт наповнення бункера. Завдання дослідження полягає у визначенні кута відхилення площини розрівнюючої лопатки від радіального положення.

Друга група питань пов'язана з забезпеченням раціональних умов надходження кормової маси від вивантажувальної горловини шнека до годівниці. При цьому в конструкції машини необхідно забезпечити зміну пристроїв формування потоку кормової маси на виході, як-то: встановлення додаткових витків як для зменшення кроку гвинта, так і для зменшення зони розпорошування маси по довжині вихідної горловини шляхом виконання крайнього витка з зворотнім напрямком наливки. Крім того, доцільно визначити рівномірність розподілу матеріалу по довжині годівниці від кута встановлення направляючого лотка. Також буде досліджена характеристика руху кормової маси при наповненні годівниці з метою розрахунку необхідного взаємного розміщення роздавача відносно годівниці.

Висновки. Технічні рішення роздавача КС-1,5 потенційно здатні виконувати два процеси: змішування кормових сумішок та мобільну роздачу кормів тваринам з організацією дозованої видачі кількості корму згідно з раціоном тварин. Тому роздавач КС-1,5 доцільно застосовувати для концентрованого типу годівлі на базі комбікормів з введенням в них подрібненої стеблової маси, досліджені окремі елементи машинного процесу перемішування та видачі корму, відпрацьовані раціональні параметри, проведено удосконалення заповнення бункера та поліпшення рівномірності видачі кормосумішок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зеленский Н.П. Исследование и обоснование основных параметров смесителя непрерывного действия для приготовления увлажненных мешанок: автореф. дис. канд. техн. наук. Спец. 05.410. Механизация с.х. – К.: 1968. – 27 с.
2. Механізація і автоматизація тваринництва /за ред. Ревенко І.І.– К.: Вища освіта, 2004. – 399 с.
3. Омельченко О.О. Довідник з механізації тваринницьких та птахівничих ферм і комплексів. Справочник. /О.О. Омельченко, В.Д. Ткач. – М.: Агропромиздат, 1985. – 215с.
4. Омельченко А.А. Кормораздающие устройства /А.А. Омельченко, Л.М. Куцын. – М.: Машиностроение. 1971. – 156 с.
5. Шабельник Б.П. Механізація тваринницьких ферм/Б.П.Шабельник. – Харків: 2002. – 203 с.

Аннотация. Выбор операций, которые закладываются в конструкцию мобильного смесителя для раздачи корма, определяется назначением машины, видом корма, производительностью, принятым типом кормления и системой содержания животных, существующими компонентами корма и их качеством, видом и возрастом животных.

Annotation. The choice of operations, which are laid in the design of the mobile mixer for the distribution of feed, is determined by the purpose of the machine, the type of feed, the performance, the accepted type of feeding and the system of keeping the animals, the existing components of the feed and their quality, species and age of animals.

Ключевые слова: кормовые смеси, смешивание, раздача, процессы, параметры, конструкции, технологические схемы, транспортёр.

Keywords: feed mixes, mixing, distribution, processes, parameters, designs, technological schemes, transporter.

УДК 631.363.5:636.085

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВОЛОГО-ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ
ЗЕРНА З ПЛЮЩЕННЯМ**

Макаренко В.Д., д.т.н., професор, Шейко Н.В., к.і.н., доцент,
Гавриленко А.В., студент
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Анотація. Пропарювання зерна під тиском з наступним плющенням є комбінованою дією вологи, тепла, механічної обробки і порівняно з переробкою на молотковій дробарці підвищує продуктивність тварин.

Ключові слова: плющення, пропарювання, очищення, зерно, сумішки, вологість, тиск, тепла обробка.

Постановка проблеми. При переробці зерна плющенням необхідно встановити функціональні залежності між затратою енергії на технологічний процес і якісною характеристикою кінцевого продукту при заданих фізичних властивостях і показниках вихідного продукту.

Аналіз досліджень. Теоретичні і технологічні властивості руйнування зерен стиском досліджені Афанасьєвим П.А., який одержав залежності по визначенню мінімального діаметра вальців, умов затягування зерен, наявність тисків в плющильній зоні. Автором встановлені числові значення зусилля руйнування для сухого зерна пшениці.

Механічні властивості зерна пшениці при руйнуванні стиском, зрізом та згином досліджувались Чистовим С.А. Опір стисненню зерна пшениці різної вологості вивчалось Тарутіним П.П і Орловим Н.М. [1]. Дослідженням опору зерен деформації стисненням займались Врасский Н.В. [2], Сенаторський Б.В. [7], Прокопенко А.Ф., Гиршсон В.Я. [3] та інші. Широкі дослідження фізико-механічних властивостей зерна пшениці та жита виконані Шполянською А.Л. [8]. Вона

визначила числові значення величини міцності, модуля пружності, пластичні властивості, період релаксації, а також виявила вплив швидкості деформації на вказані показники.

Дослідженню руйнуючого навантаження при стисненні і зсуві, модуля пружності і роботи деформації пшениці, кукурудзи та жита присвячені роботи Наумова І.А. Вплив різних профілів плющильних поверхонь досліджувався Андріановим А.М., Єлісеєвим В.А. [5]. Досліджуючи роботу плющилок з гладкими і рифленими вальцями вони довели перевагу рифлених вальців, які забезпечують значно більшу продуктивність і менші енергозатрати в порівнянні з гладкими. Дослідження впливу вологості зерна і кінематичних параметрів гладких вальців на продуктивність плющилки проводилось в роботі Дешко В.І. [4].

Мета дослідження. Мета досліджень із плющення зерна обумовлена загальними задачами сільськогосподарської механіки по руйнуванню кормових матеріалів, які передбачають визначення прямих і зворотніх функціональних зв'язків між трьома групами факторів:

- геометричною формою робочих органів;
- параметрами процесу взаємодії;
- зміною структурно-геометричних властивостей перероблюваних матеріалів.

Виклад основного матеріалу. За конструктивними ознаками плющилки поділяються на вальцеві та кільцево-роликові.

Основним робочим органом плющилок є пара вальців з різностороннім рухом. Розглядаючи конструкції плющилок можна виділити два законодавчих напрямки в їх розвитку. Англійські плющилки оснащуються гладкими вальцями. Одноприводні вальці часто відрізняються по своєму діаметру: валець з активним приводом має діаметр 254...610 мм, працює в контакті з веденим вальцем діаметром 150...305 мм. Як правило такі вальці працюють в безазорному режимі і товщина пластівців залежить від подачі зерна на плющильну поверхню та зусилля стиснення пружин.

На більшості плющилок американського типу робоча поверхня вальців рифлена, а діаметр обох вальців однаковий. Ці плющилки дещо складніші за конструкцією, але більш продуктивні. Їх питома енергомісткість в 1,5 рази менше англійських зразків.

На коефіцієнт завантаження приводних пристроїв і затрати енергії при плющенні впливає вибір системи приводу вальців. Вітчизняні плющилки мають двохдвигуновий привід. Більшість зарубіжних - однопривідний, а обертання вальців в різні сторони забезпечується двохсторонніми клиновими пасами. В нашій країні випуск таких пасів не освоєний промисловістю. Проведений розрахунок двохдвигунового приводу показав, що через наявність відхилень в полях допусків по діаметрах шківів і вальців, а також допуску на ковзання двигуна, оберти вальців можуть відрізнятись на 0,55%, що показує наявність відмінностей по величині крутного моменту і споживаній потужності.

При створенні агрегату для пропарювання і плющення був застосований запарник зерна у вигляді вертикальної циліндричної колонки з консольно закріпленим валом, на якому розміщувалися паророзподільні лопатки з вихідними щілинами а.с. 608521. Удосконалення шахтних пропарювачів із змійовиками було заявлено в а.с. 719688 [4], в якому паророзподільна магістраль виконувалась у вигляді системи трубок, встановлених паралельно між собою з нахилом до вертикальної осі шахти, при цьому кожна трубка виконана у формі синусоїди. На технічне рішення пропарювача зерна, яке було застосоване в агрегаті ПЗ-3А, було видано а.с. 1287936 . В конструкції заявлено вертикальний транспортуючий пристрій для подачі зерна у відволожуючу камеру, виконаний у вигляді шнека, в нижній частині корпусу якого знаходиться щілиновидне сопло, встановлене в зазорі між поверхнею корпусу та торця шнека так, що напрям виходу пари співпадає з кутом нахилу гвинта шнека. Конструкція теплової колонки для зерна вертикально шнекового типу заявлена у технічному рішенні в а.с. 1436973 [6], яка може працювати як при обробці зерна паром, так і при продуванні його гарячим повітрям.

Для приготування пластівців із фуражного зерна необхідно виконати комплекс операцій, що включає основні операції (пропарювання, плющення, охолодження), допоміжні технологічні

(очищення від сторонніх домішок, привал-відвал вальців, очистка плющильної поверхні), транспортні (забір зернової маси із накопичувача, подача зерна до пропарювача, відбір зерна із пропарювача і подача в плющилку, відбір пластівців від плющилки і подача на охолодження чи змішування з іншими компонентами кормо сумішки, відбір відпрацьованого пару), регулювальні (дозування величини потоку зернової сировини до пропарювача, регулювання рівня заповнення пропарочної камери, регулювання подачі пари, регулювання товщини пластівців), керуючі (послідовний запуск механізмів: вивантажувального шнека, приводу вальців, вертикального шнека-пропарювача, завантажувального транспортера, а також послідовне виключення електродвигунів вказаних механізмів у зворотньому порядку).

Для приготування пластівців приймаємо технологію, що використовується в агрегаті ПЗ-3А, додавши до неї деякі функції та вдосконаливши відповідні технічні рішення.

Для забору матеріалу доцільно використати завантажувальний шнек, що може переміщуватись забірною частиною у відповідні зернові засіки. Такий конвеєр дозволяє доповнити його додатковими функціями: регулюванням величини забраного зернового потоку шиберним пристроєм та очищенням зерна від сторонніх домішок. Очистка зерна від металевих домішок відбувається за допомогою магнітного сепаратора, що встановлюється між вивантажувальною горловиною похилого шнека і приймальною горловиною горизонтального шнека пропарювача. На лотку встановлена решітка, до якої прикріплені магніти, які очищаються після кожної зупинки.

Проведений огляд патентних матеріалів вказує на актуальність вибору конструкції пропарювача що складається із вертикального шнекового транспортера, в нижній частині якого встановлене щілинне сопло, по якому подається пар в шар зерна, яке рухається по периферійній частині кожуха шнека, накопичувальної ємкості, системи паропроводів та підживлюючого горизонтального шнека.

Плющення зерна відбувається за допомогою вальців, що обертаються в підшипниках, розташованих в повздовжніх боковинах рами, привод від двох електродвигунів через клинопасову передачу.

Плющильні вальці обертаються в різні сторони з однаковими швидкостями. Вивантаження приготовленої сумішки із плющилки виконується скребковим транспортером. При вивантаженні можуть додаватись мінеральні та кормові добавки, що змішуються далі з зерновою масою при перевантажувальних операціях.

Висновки. Аналізуючи числові значення зусиль на роздавлювання зерен при плющенні вологого зерна, створюються передумови для звуження меж множин оптимальних величин, які відповідають властивостям вихідного матеріалу і в кінцевім значенні це дозволяє універсалізувати плющильні машини по фуражному зерну. Що ж стосується переробки плющенням зерноsumішок, то лабільність машин згідно різних компонентів сумішки в необхідному діапазоні вологості дозволяє використовувати їх без суттєвих пристосувань.

Список використаних джерел

1. Бремер Г.И. Основы теории материалов и расчёты дробильных машин животноводческих ферм. Уч. Пос/И.Р.Бремер – М.: 1970
2. Врасский Н.В. Исследование некоторых стандартных сортов пшениц СССР на прочность зерна при раздавливании. РостНИИЗ, труды, №2/Н.В.Врасский – Ростов: 1938.
3. Гиршсон В.Я., Введения в теорию основных мельничных механизмов/В.Я.Гиршман. – Одесса: 1931.
4. Дешко В.И. Исследования и обоснования режимов плющения зерна после влажно-тепловой обработки: автореф. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.410 «Механизация с.х.»/ В.И. Дешко. – Ленинград-Пушкин: 1978
5. Елисеев В.А. Разрушение зерновок сжатием рыфлёными поверхностями. Записки ВСХИ. Вып. 4/В.А.Елисеев. – Воронеж: 1969
6. Прокопенко А.Ф. К вопросу о прочностных характеристиках ячменя. /Труды ВНИИ комбик. пром., вып. 47/А.Ф.Прокопенко. –1963
7. Сенаторский Б.В. Изменение физико-механических свойств зерна при гидротермической обработке. Труды ВНИИЗ, вып. 47/Б.В.Сенаторский. – 1963.

8. Шполянская А.А. Структурно-механические свойства зерна пшеницы/ ВНИИЗ. Труды, т. 14, №2/А.А.Шполянская. – 1952

Аннотация. Пропаривание зерна под давлением с последующим плющением представляет собой комбинированное воздействие влаги, тепла, механической обработки и по сравнению с переработкой на молотковой дробилке повышает продуктивность животных.

Annotation. Steaming grain under pressure followed by spitting is a combined effect of moisture, heat, mechanical processing and compared to processing on a hammer grinder increases the productivity of animals.

Ключевые слова: плющение, пропаривание, очистка, зерно, смеси, влажность, давление, тепловая обработка.

Keywords: spitting, steaming, cleaning, grain, mixtures, humidity, pressure, heat treatment.

УДК 631.363.001.61(091)

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ДРОБАРОК КОРМІВ ТА
ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ**

Макаренко В.Д., д.т.н., професор, Шейко Н.В., к.і.н., доцент,

Прищепа О.А., студент

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Анотація. Вибір напрямків створення дробарок кормів, що відповідали б умовам роботи на фермах, залежить від типів та параметричної сукупності факторів, які характеризують технічні рішення, що закладаються в їх конструкцію. На показники роботи дробарки впливають не всі конструктивні елементи машини, а лише ті фактори, що приводять до зміни якісних показників: технологічних та кінематичних.

Ключові слова: зерно, дробарка, конструкція, корми, патентні матеріали, технологічний процес, подрібнення, продуктивність, енергоємність.

Постановка проблеми. Досліджуються фактори, пов'язані з двома основними вузлами дробарки: молотковим ротором та камерою подрібнення. До факторів, пов'язаних з ротором дробарки, належать: товщина молотків, густота їх розташування на робочій поверхні ротора, положення робочого профілю молотка під час удару, радіус точки підвісу молотка, кількість осей підвісу та частота обертання ротора. До факторів, пов'язаних з камерою подрібнення, відносяться: спосіб подачі матеріалу в камеру, розміри отворів решета, крок декової поверхні. Такі фактори, як зазор між молотками і виступами дек та кут охоплення ротора декою, чи решетом пов'язані одночасно як з ротором, так із камерою дробарки.

Аналіз досліджень. Особливістю молоткових подрібнювачів є наявність в готовому продукті переподрібнених частинок.

Проведені дослідження багатьох авторів підтверджують, що процес подрібнення дуже складний по своєму характеру, а формування гранулометричного складу кінцевого продукту залежить від багатьох випадкових факторів.

Дослідження В.І. Сироватки показали, що при подрібненні фуражного зерна в подрібнювальному шарі відбувається відцентрове розділення частин по розмірах. При цьому частинки більших розмірів розміщуються безпосередньо по решітній поверхні і утруднюють меншим частинкам доступ до отворів решета.

Висока енергоємність роторних (барабанних) робочих органів, які застосовуються в молоткових подрібнювачах, обумовлена потужними вентиляційними діями барабана. В процесі подрібнення є корисними тільки радіально-повітряні потоки, які роблять продувку решітної поверхні і разом з відцентровими силами допомагають видаленню продукту із робочої камери.

Результати досліджень С.В. Мельникова, М.Є. Гіршсона, Н.Ф. Ігнатовського і Ф.С. Кірпи́чнікова [2] в галузі аеродинаміки молоткових дробарок сприяли використанню конструктивних рішень із впорядкування повітряного режиму камери подрібнення з метою підсилення радіальних повітряних потоків і підвищення продуктивності технологічного процесу. Однак в цілому на подолання опору повітря при обертанні молоткового барабана витрачається велика кількість енергії.

Дослідженнями Н. Ф. Ігнатовського і Ф.С. Кірпи́чнікова [1] встановлено, що дробарки з периферійною подачею взагалі і тангенціальною зокрема, відрізняються більш рівномірною швидкістю і тиском повітряного потоку в зоні робочої поверхні камери подрібнення.

Для кращого подрібнення, І.К. Соловйов частину робочої поверхні камери пропонує зайняти рифленою декою. Г.І. Шуб прийшов до висновку, що існує оптимальний розмір деки, який є постійним при конкретних конструктивних особливостях подрібнювача і властивостях подрібнювального матеріалу. Для кормодробарок оптимальна величина деки відповідає куту обхвату робочої камери $60...75^{\circ}$.

Мета дослідження. Основною якісною характеристикою роботи дробарки є ступінь подрібнення матеріалу. Вона визначається об'ємом виконаної роботи і енергоємністю процесу, але як показник відносний, не характеризує якості отриманого продукту. Тому потрібно визначити гранулометричний склад, середній розмір частинок, середньоквадратичне відхилення і ступінь нерівномірності (коефіцієнт варіації).

Виклад основного матеріалу . В технології приготування кормів основними машинами є подрібнювачі ударної дії – молоткові дробарки. Їх простота будови, висока надійність в роботі, компактність установки, динамічність робочих режимів, високі швидкості робочих органів і можливість безпосереднього поєднання валу машини з електродвигуном обумовлюють широке використання в багатьох галузях народного господарства.

За конструктивними особливостями існують наступні типи молоткових дробарок : відкритого чи закритого типу, одно-стадійні та двох-стадійні, з жорстким чи шарнірним кріпленням робочих органів, горизонтальні чи вертикальні, з замкнутим чи тупиковим повітряним потоком, з торцевою чи периферійною подачею матеріалу, з рециклом продуктів помелу чи без нього, стаціонарні чи пересувні, з приводом від електромережі чи з валом відбору потужності.

Дробарка ДКМ-5 призначена для подрібнення зерна і грубих кормів у технологічних лініях приготування кормів на тваринницьких фермах або зерноскладах. Вона має корпус, в якому розміщена камера подрібнювання з молотковим ротором, живильник грубих кормів, зерновий бункер, уловлювач пилу з фільтрувальним рукавом, шнеки та електрообладнання..

Дробарка зерна ДБ-5 (ДЗ-3) - призначена для подрібнення всіх видів зерна.

Дробарка ДМ-Ф-4 (КД-4) – варіант створений за блочно-модульним принципом. Залежно від замовлення дробарки можуть комплектуватись у трьох модифікаціях:

КД-4 – універсальний варіант, до комплекту якого входять всі блоки, призначена для подрібнення сіна, соломи і качанів кукурудзи в кормоцехах ферм з одночасним навантаженням подрібненого корму в

транспортний засіб. В умовах господарств дробарка швидко переналагоджується для переробки різних видів кормів.

КД-4-01 призначена для подрібнення всіх видів фуражного зерна і застосовується в складі технологічних ліній фермських комбікормових агрегатів.

КД-4-03 - використовується як самостійний агрегат для подрібнення зерна в зерноскладах.

Дробарка ДМБ-М призначена для подрібнення на корм всіх видів зернових матеріалів і зерноsumішок різних культур, а також гранул, макухи та олійних культур (сої, рапсу). Дробарка має два варіанти виконання: ДМБ-М(2-4) та ДМБ-М(5-7) [1] з продуктивністю відповідно 2...4 т/год. та 5...7 т/год. Процес подрібнення відбувається без решіт у прямоточному режимі.

Під час дослідження були проаналізовані авторські свідоцтва та патентний фонд України за класами міжнародної патентної класифікації В 02 С 13 та А 01 F 29.

Молоткова дробарка за а.с. 466046 має камеру подрібнення з осьовою подачею матеріалу, особливістю якої є організація подачі зерна перпендикулярно напрямку підведення повітряного потоку в камеру, що дає можливість відбирати важкі домішки, які накопичуються в каменевловлювачі. В а.с. 495085 запропоновано покращити ефект дії на зерно первинного удару молотка шляхом встановлення перед завантажувальною горловиною направляючої заслінки, яка змінює напрям зворотнього потоку повітря, очищаючи передню лобову грань молотка від матеріалу подрібненого продуктового кільця [2]. Дробарка з вертикальним розміщенням вала ротора, за а.с. 559724, на боковій поверхні камери має суцільну деку, а для сепарації подрібненого продукту в її нижній частині встановлено горизонтальне решето [3]. Замкнута система відбору продуктів помелу з решітної молоткової дробарки, за а.с. 625765, оснащена пристроєм для поділу нагнітального потоку повітря від вентилятора на дві ділянки: для відбору продуктів подрібнення після решета і продувки камери зворотнім потоком повітря. В а.с. 645700 заявлено розміщення решета в роздільній камері та його під'єднання до регулювальної заслінки, що дає можливість відсіювати не подрібнені часточки та

направляти їх в камеру для повторного подрібнення [4]. Для збільшення пропускної здатності молоткової дробарки в а. с. 992087 запропоновано виконати решітну поверхню рифленою з напрямом канавок, що збігаються з площиною обертання молотків [7]. Для підвищення продуктивності молоткової дробарки з верхнім завантаженням сировини, наприклад, стеблових чи початків кукурудзи, у а.с. 1076140 [5] пропонується розташувати вивантажувальний шнековий конвеєр над камерою подрібнення, а на ділянці між завантажувальною та вивантажувальною горловиною встановити вихреву камеру, яка змінює супутній потік повітря всередину камери і сприяє ежектуванню кормів при подачі на подрібнення [6]. У спільному технічному рішенні молоткової дробарки з роздільною камерою, з'єднаною трубопроводом з камерою подрібнення, за а.с. 1132976, 1212567 та 1329818 пропонується в роздільній камері встановити дві регульовальні заслінки, одна з яких прикріплена до кінцевої кромки направляючого козирка і створює вихідне вікно для надходження подрібненого продукту до вивантажувального шнека, а друга - відхиляє частину повітряного потоку від зворотної горловини в сторону шнека, при цьому над шнеком встановлений направляючий козирок, який сприяє подачі від сепарованого потоку назад до камери подрібнення, а між камерами встановлений кормопровід, виконаний із звуженням по всій його довжині. Згідно вказаних поєднаних рішень була сконструйована і поставлена на виробництво зернова дробарка ДБ-5. Інша конструкція зернової дробарки, що також була поставлена на виробництво під маркою ДЗ Ф-2, мала поєднання трьох технічних рішень, на які видані а.с. 1607937, 1607938 та 1618438.

В модернізованому варіанті молоткової дробарки ДМ-Ф-4, знайшли відображення п'ять авторських свідоцтв: 1731272, 1740048, 1757737, 1773480 та 1787529. Всі вказані рішення направлені на відпрацювання параметрів роздільної камери. Ця дробарка також має виконання для подрібнення стеблових кормів, в якому використане а.с. 1796091.

Висновки. Дослідження впливу товщини молотків на показники якості роботи встановлюють, що тонкі молотки дають більш дрібний помел, а питомі затрати енергії на них дещо нижчі. Для подрібнення товстих стебел, а також крупно-кускових матеріалів треба створити більший запас енергії, яка передається молотком, що може виконуватись за рахунок зростання маси молотка, зокрема збільшення його товщини. Для невеликих дробарок доцільно використовувати молотки товщиною близько 4...5 мм, при швидкостях близько 70...80 м/с, які забезпечують стійкість при ударі, надійність.

Список використаних джерел

1. Машины і обладнання для приготування кормів. – Частина 1, 2. Довідник. /И.В. Кулаковский, Ф.С. Кирпичников, Е.И. Резник. – М.: Росагропромиздат, 1987-1988.
2. Дробилка кормов: А.с. 466046 СССР, МПК В 02с 13/04. /Н.И. Клименко, А.А. Омельченко, Ф.С. Кирпичников, А.Н. Пилипенко, И.В. Кулаковский, А.Ф. Панченко; Опубл. 30.09.78, Бюл. №36
3. Дробилка кормов: А.с. 992087 СССР, МПК В 02с 13/04. /А.В. Тимановский, А.Н. Пилипенко, В.Е Храпач, К.Н. Коновалов; Опубл. 30.01. 83, Бюл. №4.
4. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов/Г.М.Кукта. – М.: Агропромиздат, 1987.
5. Кулаковский И.В. Машины и оборудование для приготовления кормов /И.В. Кулаковский, Ф.С. Кирпичников, Е.И. Резник.М.: – Машиностроение, 1989.
6. Молоткова дробарка сипучих матеріалів: Деклараційний патент 69142 Україна, МПК В02С13/02 /О.М. Пилипенко, С.М. Чибис, Л.М. Павліченко; Опубл. 16.08.2004. Бюл. №8.
7. Ялпачик Ф.Е. Кормодробилки. Конструкция, расчет/Ф.Е.Ялпачак. – Запорожье: 1992.

Аннотация. Выбор направлений создания дробилок кормов, которые отвечали бы условиям работы на фермах, зависит от типов и параметров различных факторов, характеризующих технические

решения, заложенные в их конструкцию. На показатели работы дробилок влияют не все конструктивные элементы машины, а только те факторы, которые приводят к изменению качественных показателей: технологических и кинематических.

Annotation. The choice of the directions for creating feed crushers that would meet the working conditions on the farms depends on the types and parameters of the various factors that characterize the technical solutions inherent in their design. The performance of the crushers is not influenced by all the structural elements of the machine, but only by those factors that lead to a change in quality indicators: technological and cinematic.

Ключевые слова: зерно, дробилка, конструкция, корма, патентные материалы, технологический процесс, измельчение, производительность, энергоёмкость.

Keywords: grain, crusher, construction, feed, patent materials, process, resurfacing, productivity, energy efficiency.

УДК 63.5995

**«Дослідження ефективного використання
сільськогосподарської техніки при вирощуванні озимої пшениці»**

Махмудов І.І. к.т.н.

Уваров М.І.-наук. співробітник . (ДДСДС НААН України)

Батечко С.М.-ст-нт гр. МА 181

*ВП Національного університету біоресурсів і
природокористування України «Ніжинський агротехнічний
інститут»*

Проблема. Оснащення сільськогосподарських підприємств сучасною високопродуктивною і надійною технікою – одна із основних умов подальшого індустріального розвитку сільського господарства, росту продуктивності праці, збільшення врожайності сільськогосподарських культур, скорочення трудових, матеріальних і грошових витрат на виробництво продукції рослинництва і тваринництва.

Висока оснащеність сільськогосподарських підприємств забезпечує повну мехФанізацію виконання сільськогосподарських робіт. Сучасна техніка дозволяє виконувати сільськогосподарські роботи швидко і з високою якістю, при мінімальних витратах робочого часу та грошових засобів на виробництво одиниці продукції. Особливо вагому роль у сільському господарстві відіграє підвищення родючості ґрунтів, відповідно прямо пропорційне підвищення врожайності культур.

Мета роботи: обґрунтування ефективного використання техніки при вирощуванні озимої пшениці

Слід особливу увагу звернути на технології вирощування сільськогосподарських культур та раціонально вибирати техніку для виконання технологічних операцій. Темою дипломного проекту поставлені задачі, щодо удосконалення використання техніки при вирощуванні озимої пшениці з енергетичною оцінкою роботи розкидачів мінеральних добрив, оскільки останні відіграють вагому роль при вирощуванні культур за різними технологіями. Особливо це стосується операції підживлення озимої пшениці.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

В сільськогосподарському виробництві знаходять свою нішу такі типи машин для внесення мінеральних добрив у ґрунт:

- для внесення добрив в період обробки та підготовки його до сівби;
- для внесення добрив одночасно з сівбою насіння;
- для підживлення рослин в період вегетації.

Машини для внесення мінеральних добрив в період обробки та підготовки ґрунту до сівби розділяють на наступні:

- для поверхневого внесення добрив з наступним їх загортанням (тукові розкидні сівалки, вапно-розкидачі);
- для внесення добрив під час основного обробітку ґрунту (тукові пристосування до плуга);
- для внесення добрив на деяку глибину (тукові пристосування на чизель, культиватор і т.д.).

Машини для суцільного внесення добрив комплектуються такими робочими органами:

- живильні ємності для добрив;
- дозувальні пристрої для подачі заданої кількості добрив;
- пристрої для розподілення добрив по поверхні поля.

Заробка і перемішування добрив з кореневмісним шаром ґрунту виконується робочими органами ґрунтообробних машин.

Енергетична оцінка роботи розкидачів не проводилась. Поставлена задача полягає в оцінці розкидачів мінеральних добрив різних типів за енергоємністю.

Порівняння енергоємності технологічних операцій розкидання мінеральних добрив з механізованим і ручним завантаженням мінеральних добрив показало (Рисунок 2.1), що при механізованому завантаженні розкидачів енергоємність складає 124 МДж/га, а при ручному завантаженні енергоємність складає 130 МДж/га. Тобто механізоване навантаження практично не впливає на енергоємність операції.

Структура затрат енергії при внесенні мінеральних добрив розподіляється таким чином: затрати енергії на трактори складає 13%, на розкидачі – 3%, на паливо – 70% і на працю людини – 14%. Аналіз даних дозволяє зробити висновок, що 70% всіх витрат енергії припадає

на паливо, тому орієнтовно за витратою палива можна оцінювати енергоємність розкидання добрив.



Рисунок - Аналіз енергоємності операцій розкидання різних

Аналіз енергоємності агрегату для розкидання добрив від енергетичного засобу і розкидача показав (Рисунок 2.2, 2.3), що витрати енергії найбільші у агрегаті складеного із трактора МТЗ-80 і розкидача «Amazon» ZA-M Compact» та залежить від добрива, яке розкидається: для гранульованих добрив енергоємність складає 197 МДж/га, для кристалічних добрив – 226 і для порошко- та пилоподібних добрив – 287 МДж/га.

Затрати енергії при розкиданні мінеральних добрив розподіляються так: трактори – 13%, розкидачі – 3%, паливо – 70%, праця людини – 14%.

Порівняння технологічних процесів розкидання мінеральних добрив з механізованим завантаженням (енергоємність 124 МДж/га) і ручним завантаженням (130 МДж/га) показало, що енергоємність механізованого завантаження зменшується лише на 4%.

Найменші витрати енергії відбуваються при внесенні гранульованих добрив, дещо більші – кристалічних добрив, а значно зростає енергоємність при внесенні порошко- та пилоподібних добрив.

Найбільша енергоємність відбувається при використанні розкидача «Amazon» ZA-M Compact», енергоємність знижується при використанні

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

МВСУ-0.6АГ. Іще більше знижується енергоємність при використанні розкидача МВД-900. Максимальні показники зниження енергоємності відбуваються при використанні розкидача МВД-0.5.

Саме тому пропонується використати даний розкидач при розробці технологічної карти на вирощування озимої пшениці.

Порівнюючи оцінки варіантів агрегатів

п/п	Операція	Склад агрегату			Показники			
		Трактор	Зчіпка	С/г машина	Продуктивність, га/год	Витрата пального, кг/г	Затрати праці	Енергоємність
	Лущення	ХТЗ-17021	–	Catros 6001-2	6,1	2,3	0,108	12,1
		ДТ-75М	–	ЛДГ-10	5,8	2,2	0,172	11,3
		Т-70С	–	ЛДГ-5	3,5	2,7	0,285	16,8
	Внесення мінеральних добрив	МТЗ-82	–	Amazone ZA-M1500	12,9	1,2	0,67	68
		ЮМЗ-8070	–	МВУ-5	6,2	,2	1,15	76
		МТЗ-80	–	МВД-900	7,3	1,3	1,41	78
	Передпосівна культивування	ДТ-75М	–	КПС-4	2,9	3,4	0,34	22,7
		Т-70С	–	КПС-4	2,7	3,2	0,37	21,7
		ХТЗ-17021	–	Pegasus 5000	4,6	6,4	0,42	22,3
	Посів	ХТЗ-17021	СП-11	СЗ-3,6	6,3	1,8	0,73	16,2
		ДТ-75М	СП-11	СЗП-3,6	4,86	2,1	0,82	13,6
		МТЗ-80	–	СЗП-3,6	3,14	2,5	0,56	15,4

На основі аналізу таблиці та графіків вибираємо агрегати з кращими показниками, з меншими затратами засобів і праці, використовуємо їх при складанні технологічної карти.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Було запропоновано технологічну карту вирощування озимої пшениці на площі 100 га за мінімальною технологією. Обґрунтовано машинно-тракторні агрегати для виконання операцій, зробили порівняльну оцінку агрегатів. Всі зведені дані записні до технологічної карти та винесені на формат А1 графічної частини

Економічна ефективність удосконалення технічного обслуговування техніки

№	Показник	Варіант проекту	
		базовий	проектний
1	Об'єм механізованих робіт, ум.ет.га./рік	1568	1568
2	Об'єм капіталовкладень в засоби ТО , грн..	35000	65000
3	Поточні затрати на ТО, грн.:		
	3.1 заробітна платня з нарахуваннями	10948,1	16693,1
	3.2 амортизація ПТО, обладнання	3005,6	6578,9
	3.3 поточний ремонт ПТО і обладнання	1400	2600
	3.4 вартість матеріалів, ГСМ, електроенергії	7000	9066,5
	3.5 додаткові затрати (спецодяг, інструменти, ОП, протипожежні заходи)	670,6	1048,7
	Всього поточних затрат, грн..	21024,3	33169,8
4	Поточні затрати на 1 ум.ет.га., грн..	13,4	21,1
5	Капітальні затрати на 1 ум.ет.га., грн..	22,3	41,4
6	Загальні затрати на поточний ремонт техніки в господарстві за рік, грн..	362986	293452
7	Затрати на поточний ремонт в розрахунку на 1 ум.ет.га., грн..	231,4	187,1
8	Приведені затрати на 1 ум.ет.га., грн..	248,1	214,4
9	Річний економічний ефект, грн..	—	52841,6
10	Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	—	0,60

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Анурьев В. И. **Справочник конструктора-машиностроителя** : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982. - Т. 3. - М. : Машиностроение, 1982. - 576 с.
2. Беляк Г. И. Охрана труда / Беляк Г. И. - М. : Агропромиздат, 1990. - 320 с.
3. Боголюбов С. К. Машиностроительное черчение / Боголюбов С. К., Волков А. Ф. - 3-е изд., доп. и перераб. - М. : Высшая школа, 1976. - 316 с.
4. Бурякова С. А. Охрана труда в сельском хозяйстве: учебн. пособие / Бурякова С. А. - К. : Вища школа, 1989. - 255 с.
5. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт [та ін.]. - К. : Урожай, 1991. - 398 с.
6. Довідник сільського інженера / В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко [та ін.] ; за ред. В. Д. Гречкосія. - К. : Урожай, 1991. - 398 с.
7. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / Дунаев П. Ф., Леликов О. П. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : Высшая школа, 1985. - 416 с.
8. Зерноуборочные комбайны Дон / Ю. А. Песков, И. К. Мещеряков, Ю. Н. Ярмашев и др. - М. : Агропромиздат, 1986. - 333 с.
9. Евсюков Т. П. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП / Евсюков Т. П. - М. : Агропромиздат, 1986. - 143 с.
10. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт [та ін.] ; за ред. В. Ю. Ільченко. - К. : Урожай, 1993. - 288 с.
11. Ільченко В. Ю. Екологічність машинних технологій / В. Ю. Ільченко, А. В. Ільченко. - Дніпропетровськ : ДДАУ, 1999. - 123 с.
12. Иванов М. Н. Детали машин / Иванов М. Н. - 5-е изд. дополн. и перераб. - М. : Высшая школа, 1985. - 416 с.

УДК 63.5995

**Дослідження механізованого процесу вирощування
кукурудзи на зерно**

Махмудов І.І. к.т.н.

Елізаров І.Ю. наук. співробітник

Ващенко І.В.ст-нт гр.МА181

*ВП Національного університету біоресурсів і
природокористування України «Ніжинський агротехнічний
інститут»*

Проблема. Розробка прогресивної системи машин для комплексної механізації і автоматизації сільськогосподарського виробництва можлива лише на основі науково–технічного процесу, досконалих енергетичних, транспортних, навантажувально–розвантажувальних засобів і високопродуктивних, експлуатаційно надійних сільськогосподарських машин.

Кукурудза – одна з найбільш давніх і поширених злакових культур у світі, а також високоврожайна, різнобічного використання культура. Зерно – цінна сировина для комбікормової, харчової, медичної, мікробіологічної, хімічної промисловості. Як технічна сировина кукурудза має різнобічне призначення, промисловість виробляє з неї більше 200 виробів. За поживністю кілограм зерна кукурудзи відповідає 1,3 кормовим одиницям.

За посівними площами кукурудза займає друге місце після пшениці. В структурі посівних площ аграрного сектору України зернова кукурудза займає близько 5,5%, тоді як, наприклад, в США – 20%, а експорт зерна кукурудзи становить відповідно близько 2 млн. тонн (четверте місце у світі) і 60 млн. тонн (перше місце). Наведені дані свідчать про недостатню увагу до цієї перспективної сільськогосподарської культури в Україні, незважаючи на поступове збільшення обсягу її виробництва.

Метою даної роботи є визначення складу машинних агрегатів для вирощування та збирання кукурудзи на зерно

В процесі аналізу використання машинно-тракторного парку виявлений завищений коефіцієнт змінності, що вказує на недостатню кількість механізаторів, задіяних у виробничому процесі. Низькі

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

коефіцієнти використання тракторного парку і інтенсивності роботи, говорять про неправильне планування об'єму робіт, що виконуються машинними агрегатами. Доцільно вжити всіх необхідних заходів, щодо правильної організації і експлуатації машинно-тракторного парку

За допомогою програми для ПЕОМ, розробленій на кафедрі технічного сервісу та інженерного менеджменту, ми проаналізували декілька агрегатів для збирання кукурудзи і прийшли до висновку, що цю операцію в умовах нашого господарства доцільно виконувати агрегатом у складі трактора МТЗ-920 та кукуруддозбирального комбайна ККП-2С. Даний агрегат задовольняє вимоги, має високий коефіцієнт використання і забезпечує виконання операції в задані агротехнічні строки.

Конкуруючі агрегати для збирання

Агрегат		Продуктивність, га/год	Витрати палива, кг/га	Затрати праці, люд.год/га	Прямі експл. затрати, грн/га
Трактор	С.-г. машина				
МТЗ-920	ККП-2С 2ПТС-4-887	0,64	15,08	1,56	278,33
ХТЗ-17221	ККП-3 2ПТС-4-887	1,01	19,91	0,96	312,71
КСКУ-6АБ 2ПТС-4-887		1,73	14,75	0,58	587,50

Таблиця 5.1 –

Економічна ефективність вирощування та збирання кукурудзи на зерно

Показники	Технології	
	існуюча	проектowana
Площа, га	190	190
Валовий збір, т	1060	1235
Капіталовкладення, грн.	325675	340605
Затрати робочого часу, люд. год/га	15,04	12.83
Експлуатаційні затрати, грн/га	1291,02	988.98
Економія робочого часу, год/га	-	1,54

Собівартість продукції, грн/т	420	311
Приведені витрати, грн/т	254.77	193.52
Рівень рентабельності, %	43	93
Річний економічний ефект, грн.	-	31058

ВИСНОВКИ

1. В роботі був проведений комплексний аналіз стану машинно-тракторного парку господарства

2. В дипломному проекті наведена коротка характеристика ТОВ «Прохорське», проаналізована існуюча технологія вирощування та збирання кукурудзи на зерно в господарстві.

3. Існуюча технологія вирощування та збирання кукурудзи на зерно має ряд організаційних, технологічних і технічних недоліків. На окремих операціях нерационально використовуються машинно-тракторні агрегати, в недостатній кількості вносяться мінеральні, органічні добрива, отрутохімікати.

4. На основі даних наукових досліджень та досвіду передових господарств розроблено вдосконалий механізований технологічний процес вирощування та збирання кукурудзи на зерно відповідно до виробничих умов господарства. Представлена технологія забезпечує ресурсозбереження, приріст продуктивності праці, зниження собівартості отриманої продукції, переведення механізованого процесу вирощування та збирання на інтенсивну основу.

5. Проведені розрахунки на ПЕОМ оптимального складу комплексу машин для вирощування та збирання кукурудзи на зерно.

6. В результаті аналізу стану охорони праці в господарстві виявлені окремі порушення умов праці. З метою покращення умов праці на робочих місцях розроблені заходи, впровадження яких значно підвищить рівень безпеки праці в господарстві.

Виконаний техніко-економічний розрахунок доцільності впровадження проектованої технології вирощування та збирання кукурудзи на зерно

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сільськогосподарські машини. Д.Г.Войтюк, Г.Р.Гаврилюк. Київ “Урожай”, 1994р., 445с.
2. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Под общей редакцией акад.ВАСХНИЛ проф. Г.Е.Листопада. М: «Агропромизда», 1986г., 687с.
3. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. За редакцією проф. В.Ю.Ільченка, К: “Урожай”. 1993р., 285с.
4. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Под ред. Проф. Г.В.Корнева. М: ВО «Агропромиздат», 1988г., 300с.
5. Технология механизированных сельскохозяйственных работ. К.И.Котенкова, Ю.В.Будько, Г.В.Добыш. Минск: “Урожай”, 1998г., 286с.
6. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів з дисципліни “Експлуатація машинно-тракторного парку”. Київ: Видавництво УСГА 1991р., 27с.
7. Довідник сільського інженера /В.Д. Гречкосій, С.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.: За ред. В.Д. Гречкосія.-К.:Урожай, 1991.-400 с.
8. Иофинов С.А. Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Колос, 1984.-351 с.
9. Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Ловчий О.В. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин.-К.:Урожай, 1989.-256
10. Войтюк Д.Г., Мельник И.И., Гречкосей В.Д. Оптимизация комплексов машин и структура МТП с применением ЭВМ: – К.: УСХА, 1986.– 62 с.

УДК 63.5995

Дослідження технологічного процесу ТО машино-тракторного парку

Махмудов І.І. к.т.н.

Панченко М.І., к.т.н., доц.

Кандауов С.Ю. ст-нт гр. МА 181

ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжисинський агротехнічний інститут

Значення тракторного парку в господарській діяльності аграрних підприємств важко переоцінити, адже за допомогою тракторів виконуються майже всі мобільні сільськогосподарські роботи, пов'язані з вирощуванням сільськогосподарських культур (оранка, посів, догляд за посівами, значною мірою збирання). Крім того, тракторний парк широко використовується на транспортних роботах і для обслуговування тваринництва.

В останні роки (до початку 2017 р.) підприємства тракторного і сільськогосподарського машинобудування України модернізували існуючу та освоїли нову номенклатуру сільськогосподарських машин і обладнання для рослинництва, тваринництва і галузей переробної промисловості. В результаті рівень забезпеченості технологічних процесів в АПК вітчизняною технікою зріс до 78 % проти 27 % у 1992 р. Освоєно, зокрема, виробництво нових тракторів з потужністю двигунів 25,35, 50, 60,80 та 170 кінських сил, а також нового покоління ґрунтообробної техніки, яка не поступається зарубіжним аналогам:

Проблема. Розробка прогресивної системи машин для комплексної механізації і автоматизації сільськогосподарського виробництва можлива лише на основі науково-технічного процесу, досконалих енергетичних, транспортних, навантажувально-розвантажувальних засобів і високопродуктивних, експлуатаційно надійних сільськогосподарських машин.

Основними енергетичними засобами системи машин на найближчу перспективу залишаються трактори, потужність яких у структурі енергетики сільського господарства України становить близько 37%.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Мета роботи: Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування машин.

Умови ефективного використання МТП є його правильне комплекту-

вання. Дипломна робота дає можливість визначити необхідну кількість машинно-тракторного парку по кількості, потужності та якості виконання сільськогосподарських робіт згідно строку та агротехнічних вимог.

Для оцінки ефективності використання МТП в агрофірмі при вирощуванні сільськогосподарських культур необхідно визначити показники, які приведені у табл. 1.10.

Таблиця 1.10 - Показники використання МТП в агрофірмі

Показники	2016 рік	2018 рік
Кількість тракторів, шт		
1. фізичних	44	49
2. еталонних	38	43
3. Кількість днів, відпрацьованих трактором за рік	250	211
4. Коефіцієнт використання т-в у роботі (3:365)	0,68	0,57
5. Обсяг механізованих робіт за рік тис. ет. га.	63,3	70,6
6. З розрахунку на 1 ет. трактор, ет. га (рядок 5: рядок 2)	1710	1642
7. Денний виробіток (ряд.6: ряд3)	6,8	7,8
8. Змінний виробіток, ет. га	6,7	7,7
9. Коефіцієнт змінності (ряд.7: ряд 8)	1,02	1,01
10. Витрата палива на 1 ет. га., кг.	6,6	6,3
11. Собівартість 1 ет.га, тис.грн.	5,09	5,15
у тому числі:		
оплата праці	1,75	1,55
ПММ	0,8	0,8
амортизація	2,1	2,3
ремонт	0,25	0,4
інші	0,19	0,1

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

У сільськогосподарській техніці розкид строків служби елементів машин дуже значний, тому поряд з плановими ТО реалізується контрольна-виконавча система ТО на основі слідкування за поточним станом машин за допомогою діагностування і виконання операцій ТО. Для виконання цих положень необхідна сучасна екологічно небезпечна ресурсозберігаюча технологія ТО.

Оцінювати сумарні витрати ресурсів за витратою кожного із них неможливо, особливо у разі порівняння різних технологій. Раніше для визначення сумарних витрат ресурсів використовували грошовий показник, але нині він став непридатним, оскільки ціни на окремі ресурси змінюються дуже часто і незакономірно. У цьому випадку потрібен показник, який не залежить від вільної зміни цін, податків, митних зборів тощо. Таким показником може бути енергетичний.

Наявні методики визначення середньої відстані пробігу пересувних засобів технічного обслуговування ґрунтуються на приведенні площі, яка обслуговується до площі окремої геометричної фігури (круг, прямокутник, трикутник, еліпс тощо) за допомогою коефіцієнтів, що характеризують форму території. Проте точність і достовірність визначення середньої відстані пробігу пересувних засобів технічного обслуговування при цьому невідома.

Всю площу, що обслуговується пересувними і стаціонарними засобами технічного обслуговування (Рисунок 3.1) можна розподілити на сектори кільця:

- площа, яка обмежує внутрішнім радіусом сектора кільця обслуговується стаціонарними засобами ТО;
- площа, яка знаходиться поза межами внутрішнього радіуса кільця обслуговується пересувними засобами ТО.

Наявні методики визначення середньої відстані пробігу механізованого заправного агрегату (МЗА) ґрунтуються на приведенні площі, яка обслуговується до площі окремої геометричної фігури (круг, прямокутник, трикутник, еліпс тощо) за допомогою коефіцієнтів, що характеризують форму території. Проте точність і достовірність визначення середньої відстані пробігу МЗА при цьому невідома.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Суть енергооцінки полягає в тому, що ефективність технології ТО визначається відношенням кількості одержаної енергії (корисної) до кількості витраченої енергії.

Енергетичний аналіз технології ТО закінчується визначенням коефіцієнту енергетичної ефективності, тобто співвідношенням енергоресурсу машин після ТО до невикористаного енергоресурсу до ТО плюс затрати енергії на проведення ТО.

Економічна ефективність удосконалення технічного обслуговування техніки

№	Показник	Варіант проекту	
		базовий	проектний
1	Об'єм механізованих робіт, ум.ет.га./рік	1568	1568
2	Об'єм капіталовкладень в засоби ТО , грн..	35000	65000
3	Поточні затрати на ТО, грн.:		
	3.1 заробітна платня з нарахуваннями	10948,1	16693,1
	3.2 амортизація ПТО, обладнання	3005,6	6578,9
	3.3 поточний ремонт ПТО і обладнання	1400	2600
	3.4 вартість матеріалів, ГСМ, електроенергії	7000	9066,5
	3.5 додаткові затрати (спецодяг, інструменти, ОП, протипожежні заходи)	670,6	1048,7
	Всього поточних затрат, грн..	21024,3	33169,8
4	Поточні затрати на 1 ум.ет.га., грн..	13,4	21,1
5	Капітальні затрати на 1 ум.ет.га., грн..	22,3	41,4
6	Загальні затрати на поточний ремонт техніки в господарстві за рік, грн..	362986	293452
7	Затрати на поточний ремонт в розрахунку на 1 ум.ет.га., грн..	231,4	187,1
8	Приведені затрати на 1 ум.ет.га., грн..	248,1	214,4
9	Річний економічний ефект, грн..	—	52841,6
10	Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	—	0,60

ВИСНОВКИ

Для узгодження матеріально-технічної бази, організації і технології ТО у відповідності з рекомендаціями науково-дослідних організацій досліджено пристосованість машин до технічного обслуговування.

Була проведена наукова оцінка технологічних процесів технічного обслуговування автомобілів. Класифікація способів ТО. Проведено дослідження ефективності впровадження організаційно-технічних заходів в систему ТО автомобілів. Оцінка робочих місць інженерних підрозділів.

Розроблена раціоналізація робочих місць. Запропонована методика економічної оцінки робочих місць.

Аналіз організаційно-технічних заходів технічної експлуатації автомобіля ГАЗ-52-04 на прикладах переведення виконання ТО-2 і ПР від змінного часу до міжзмінного часу показав, що ефективність використання і обслуговування автомобіля можна значно підвищити.

Зроблено визначення виробничої програми технічного обслуговування автомобілів. Розрахунок трудомісткості ТО автомобілів під час використання нормативів по кожному виду ТО; трудомісткості ТО автомобілів у разі використання нормативів на 1000 км пробігу; трудомісткості ТО автомобілів за середньозваженої трудомісткості кожного виду ТО.

Запропонована методика розрахунку коефіцієнта пристосованості автомобіля до операцій ТО. Аналіз коефіцієнтів пристосованості конструкції автомобілів до операцій ЩТО, ТО-1, ТО-2 та СТО показав, що коефіцієнт пристосованості найбільший у операції сезонного ТО (0,99). Серед номерних операцій ТО-1, ТО-2 найбільше значення коефіцієнта

пристосованості у операцій ТО-1 (0,97). Дещо менше значення коефіцієнта пристосованості у операцій ТО-2, він складає (0,88). Найменше значення коефіцієнта пристосованості у операції ЩТО (0,38).

З підвищенням пристосованості конструкції автомобіля до операції щозмінного ТО, періодичного ТО і зберігання, зменшуються

простої автомобіля що пов'язані з навантаженням, технічним обслуговуванням, діагностуванням, підготовкою до транспортування і зберігання.

Основні напрямки підвищення конструкції автомобіля до операції ЩТО, ТО-1, ТО-2, СТО, зберігання такі: збільшення періодичності технічного обслуговування; підвищення безвідмовності роботи машини, її складальних одиниць і агрегатів; забезпечення доступності до місць обслуговування і легко змінності складових частин; стандартизація і уніфікація деталей, складальних одиниць, агрегатів та експлуатаційних матеріалів; скорочення кількості складальних одиниць, номенклатури і типорозмірів, що вимагають регулярно технічного обслуговування; скорочення кріпильних деталей; удосконалення антикорозійного захисту відкритих поверхонь і кріпильних деталей.

Термін окупності запропонованого проекту складає менше року, що задовольняє виробників. Строк окупності додаткових капіталовкладень, 0,6 року.

Якщо розглядати стан охорони праці на підприємстві, то стан його можна охарактеризувати як не задовільний. Всього за 4 роки було 10 нещасних випадків, а в 2011 році – 4. Найбільша кількість травм приходить на механізаторів. Причинами нещасних випадків була робота на несправних машинах, механізмах та при ремонті техніки. Таким чином на технічні, технологічні причини приходить 50 %, а решта на організаційні та санітарно - гігієнічні.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Анурьев В. И. **Справочник конструктора-машиностроителя** : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982. - Т. 3. - М. : Машиностроение, 1982. - 576 с.
2. Беляк Г. И. Охрана труда / Беляк Г. И. - М. : Агропромиздат, 1990. – 320 с.
3. Боголюбов С. К. Машиностроительное черчение / Боголюбов С. К., Волков А. Ф. - 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Высшая школа, 1976. – 316 с.

4. Бурякова С. А. Охрана труда в сельском хозяйстве: учебн. пособие / Бурякова С. А. - К. : Вища школа, 1989. – 255 с.
5. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт [та ін.]. - К. : Урожай, 1991. – 398с.
6. Довідник сільського інженера / В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко [та ін.] ; за ред. В. Д. Гречкосія. - К. : Урожай, 1991. – 398 с.
7. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / Дунаев П. Ф., Леликов О. П. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : Высшая школа, 1985. – 416 с.
8. Зерноуборочные комбайны Дон / Ю. А. Песков, И. К. Мещеряков, Ю. Н. Ярмашев и др. - М. : Агропромиздат, 1986. – 333 с.
9. Евсюков Т. П. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП / Евсюков Т. П. - М. : Агропромиздат, 1986. – 143 с.
10. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт [та ін.] ; за ред. В. Ю. Ільченко. - К. : Урожай, 1993. – 288 с.
11. Ільченко В. Ю. Екологічність машинних технологій / В. Ю. Ільченко, А. В. Ільченко. – Дніпропетровськ : ДДАУ, 1999. - 123 с.

УДК 631.171

Комплектування МТП для виробництва продукції рослинництва

Науковий керівник: к.т.н. Махмудов І.І.

Гришкевич Д. ст-нт гр.192 ск

ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Проблема. В теперішній час агропромисловий комплекс України переживає спад виробництва, обумовлений наперед за усе високими цінами на нафтопродукти, с.-г. техніку та відсутність фінансових ресурсів у підприємствах комплексу на їх придбання. Це веде до збільшення витрат праці, прямих, експлуатаційних витрат на виконання с.-г. робіт, та як наслідок, веде до підвищення цін на одиницю с.-г. продукції. Крім цього відсутність необхідної кількості техніки та паливо-мастильних матеріалів веде до недотримання агро строків виконання різних с.-г. операцій. Це обумовлює зниження врожайності та якості основних с.-г. культур у рослинництві.

Мета. Освоювання та впровадження інтенсивних технологій вирощування с.-г. культур з використанням можливостей науково-обґрунтованих систем землеробства створюють необхідні передумови гарантованого отримання високого врожаю, дозволяють придати виробництву необхідну стійкість.

Щоб впровадити інтенсивну технологію вирощування с.-г. культур необхідно:

- повністю використовувати природний потенціал;
- вирішити питання боротьби з ерозією ґрунту, впровадженням зрошування, використовувати всі елементи зональних систем землеробства;
- підготувати кадри керівників, спеціалістів, рядових виконавців для виконання складного комплексу робіт, пов'язаних з впровадженням інтенсивної технології;
- підвести під врожай міцну матеріально-технічну базу, мати необхідний набір машин та знарядь.

Завдання. Головним завданням сільськогосподарського виробництва є постійне зростання виробництва сільськогосподарської продукції,

надійне забезпечення населення продуктами харчування та промисловості сільськогосподарською сировиною.

Успішне виконання цих завдань можливе лише при застосуванні інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Важливою умовою ефективного застосування інтенсивної технології є зміцнення матеріально-технічної бази. Все більше в господарства надходить енерго-насичених тракторів, постійно модернізуються машини і знаряддя для догляду за посівами та збирання врожаю. Все ширше впроваджуються сівалки точного висіву. Рекомендовано кілька технологій вирощування кукурудзи : інтенсивна технологія вирощування біологічно чистого зерна (без залишків пестицидів та важких металів), нова комплексна для північних районів лісостепу і Полісся.

Впровадження цих технологій має багато загального : максимальне врахування біологічних особливостей і більш повна механізація всіх процесів і проведення робіт відповідно до агротехнічних вимог, розміщення кукурудзи по кращих попередниках в системі сівозміни, старання підготовка ґрунту, науково обґрунтовані норми добрив.

Кукурудза, як просапна культура має важливе агротехнічне значення. При дотриманні вимог агротехніки вона залишає поле чистим від бур'янів з розпушеним ґрунтом. Повертається значна частина органіки у вигляді коренів і стеблових решток. Важливим елементом біологізації рослинництва є заорювання листостеблової маси при збиранні і вивезенні з поля лише зерна кукурудзи. Кукурудза добрий попередник для зернобобових, ярих зернових культур. Гірший для озимих зернових, оскільки після неї важче якісно підготувати ґрунт до сівби.

Боронування — агротехнічний прийом, яким завершують обробіток верхніх шарів ґрунту, роздрібнюючи великі глиби і видаляючи бур'яни. Боронування застосовують також для збе-рігання вологи у ґрунті (розпушування верхніх шарів, знищен-ня ґрунтової кірки), для загортання і зміш Боронування зябу і посівів озимих зернових культур проводять з настанням фізичної стиглості ґрунту, коли воно починає кришитися і не налипає на зуби борін. Кількість

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

слідів боронування вибирають, виходячи зі стану ґрунту і посівів. На легких пухких ґрунтах достатньо боронування в один слід, впоперек рядків посівів. На ґрунтах вологих, де добре розбиті посіви, боронують в два сліди середніми або важкими зубовими боронами. На ділянках зі слабкими рослинами краще обробляти ротаційними мотиками вздовж рядків. Якщо в період від посівів до появи сходів на ґрунті утворилася тверда і щільна кірка - рекомендується досходове боронування. Не рекомендується боронувати під час появи сходів, а також зріджені сходи (менше 300 рослин на 1м²). На ділянках з вираженим рельєфом боронують тільки поперек або під невеликим кутом 5 ... 60 до напрямку схилу. Боронування проводять з стислі терміни (2-3 дні), висота гребенів не повинна перевищувати 4 см. ґрунтові грудки повинні бути зруйновані до розмірів 1-3см. Відхилення від заданої глибини 1 см. При боронуванні по сходам допускається пошкодження культурних рослин не більше 5%. Огріхи, необроблені ділянки не допускаються, перекриття суміжних переходів агрегату повинно бути 15-20см.

Вибір складу і підготовка машинно-тракторного агрегату до роботи.

ування мінеральних добрив з ґрунтом

Характеристика умов роботи машинно-тракторного агрегату

Таблиця 3.1 - Характеристика умов роботи агрегату

Показник	Значення показника
Сільськогосподарська робота	Боронування
Марка трактора	МТЗ-80
Марка сільгоспмашини	БЗТС-1,0
Питомий опір	1,0
Глибина обробки	-
Довжина гону	1200
Ширина ділянки	1000
Фон поля	культивувати поле
Норма висіву насіння Н, кг/га	-

Методика розрахунку багатомашинного агрегату полягає в наступному.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Встановимо діапазон швидкостей руху агрегату, при якому якість роботи буде найкращим (таблиця А3) Борона БЗТС-1 до 12км / год.

Визначимо передачі, на яких може працювати трактор в обраному діапазоні швидкостей (таблиця А2) марка трактора МТЗ-80 - 2,5,6 передача.

Визначимо номінальну силу РКР н тяги на гаку трактора для обраних передач (таблиця А2)

$$\text{РКР Н2} = 10,2\text{кН}$$

$$\text{РКР Н5} = 10,2\text{кН}$$

$$\text{РКР Н6} = 9,4\text{кН}$$

Розрахунок прямих експлуатаційних витрат на одиницю роботи при виконанні

Величина прямих експлуатаційних витрат на одиницю роботи або на одиницю одержаного продукту є важливим економічним показником доцільності застосування запроектованих машин і прийнятої організації форми виконання операції

Експлуатаційні витрати на виконання операцій визначаємо за такою формулою:

$$C = C1 + C2 + C3 + C4, \text{ грн/га,}$$

де С1 –оплата праці обслуговування персоналу, грн./га;

С2 –вартість палива і мастильних матеріалів, грн. / га;

С3 –амортизаційні відрахування на агрегат, грн/га;

С4 - витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн./га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

$$C1 = n1 \times p1 + n2 \times P2 + \dots + n_i \times Pi + Bc.c$$

Wзм

Де $n1, n2, n_i$ - кількість робітників, що обслуговують агрегат (окремо по кожній кваліфікації $n1=1, n2=1$);

$P1, P2, Pi$ – оплата праці за зміну норму виробітку трактористу-машиністу,

допоміжними працівниками;

Всс- відрахування на соціальне страхування (4,1% від заробітної плати);

Оплата праці тракториста-машиніста складається з таких елементів

$$P1 = 30 + 3\text{кл} + 3\text{як} + 3\text{від} + 3\text{ст}, \text{грн,}$$

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Зкл - ____ заробітна плата за класність (трактористу-машиністу другого класу-10%, трактористу-машиністу першого класу -20% від тарифної ставки);

Зкл = 50 грн

Зяк ____ надбавка за високу якість виконаної роботи (у господарстві встановлена надбавка ____ 20% від тарифної ставки);

Зяк = 50 грн

Звід ____ відрахування на відпустку від суми основної заробітної плати і всіх доплат у

Розмірі 8,54%(за 24 робочих дні);

Зст ____ надбавка за стаж (від суми основної й додаткової оплати згідно з нормативами, прийнятими у господарстві : за безперервний стаж роботи 3..5

років-8%; 6...10 років-10%, 11...15 років – 15 %, понад 15 років- 16%).

Отже,

Зкл =50 грн,

Зяк=50 грн,

Звід=29,89грн,

Зст=0,1 грн,

П1= 350,274 грн,

Визначаємо відрахування на соціальне страхування:

$$BC.C = (n_1 P_1 + n_2 P_2 + n_1 P_1) 21 \text{ грн,}$$

Всс = 208 грн

C1 = 90,83 грн/га

Визначаємо вартість нафтопродуктів, втрачених на фізичних га, грн.:

$$C2 = \Pi \times G_{\text{га}}, \text{ грн/га,}$$

де Π ____ комплексна вартість 1 кг палива з урахуванням мастильних матеріалів і пускового бензину, грн/га, $\Pi = 25 \text{ грн./кг,}$

C2 = 2,25 грн/га

де Бтр, Бм, Бзч, ____ балансована вартість трактора, машини і зачіпки, грн.,

Б тр =40000 грн, Бм =38000грн;

C3= 429 грн/га.

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування визначаємо за формулою

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Де $P_{тр}$ P_m P_z – врахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування трактора, машини зчіпки, %, $P_{тр} = 6\%$; $P_m = 12\%$;

(додаток 19);

$C_4 = 171,64$ грн/га

Отже:

$C = 693,72$ грн/га

Таблиця 2.2 Нормативна потреба і розрахована кількість тракторів.

Трактори	Норматив на 1000 га ріллі	Кількість ріллі, га	Розрахункова кількість	Прийнято
Всього	15,89	955	15,17	15
Загального призначення	5,22	955	4,49	5
В т.ч. гусеничні-Т-150	0,86	955	0,82	1
ДТ-75	2,7	955	2,57	3
Колісні К701	0,11	955	0,1	-
Т 150 К	155	955	1,48	1
Універсально-просапні	10,67	955	10,18	10
В т.ч. гусеничні: Т-70С	1,4	955	1,33	1
Колісні МТЗ, ЮМЗ	7,57	955	7,22	7
Т -25, Т -16	1,7	955	1,62	2

Правильне визначення кількості машин загального призначення має важливе значення у зниженні витрат на виробництво сільськогосподарської продукції.

Для визначення кількості сільськогосподарських машин загального призначення також використовуємо нормативний метод. Дані розрахунків заносимо до таблиці 2.3

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Таблиця 2.3 Нормативна потреба і розрахункова кількість с.г. машин загального призначення.

Сільськогосподарські машини	Норматив на 1000 га ріллі	Кількість орної землі, га	Розрахункова кількість	Прийнято
Плуги	9,04	955	8,63	9
Луцильники	1,47	955	1,4	1
Культиватори	4,76	955	4,54	5
Снігопахи	0,15	955	0,14	-
Котки	3,93	955	3,75	4
Борони дискові	1,34	955	1,27	1
Борони зубові	15,52	955	62,57	63
Машини для внесення мін добрив	1,77	955	1,89	2
Машини для внесення орг. добрив	2	955	1,91	2
Обприскувачі	2,15	955	2,05	2
Протруювачі	0,62	955	0,59	1
Причепи тракторні	16,61	955	15,86	16
Зчіпки	3,75	955	3,58	4

Таблиця 1.2- Потреба в дизельну паливі на технічне обслуговування

Марка Трактора	Річна кількість Тракторів	ТО-1 , ТО-2		ТО-3		
		Норми витрати Кг	Потреба , кг	Кількість ТО-3	Норма витрати, кг	Потреба кг
Т-150К	6	40	240	6	25	150
Т-150	2	38	76	2	14,8	29,6
МТЗ-80	9	40	360	9	25,5	229,5
Всього	17	118	678	17	65,3	409,1

Розрахунок агрегату для збирання кукурудзи на силос та з начіпними

Приклад 3. Обґрунтувати склад агрегату для збирання на силос кукурудзи урожайністю 35 т/га (3,5 км/м²), використавши для цього силосно збиральний комбайн КСС-2,6А (вага комбайна QK= 30 000 Н) і трактор Т-150К (QTP = 77 500 Н). Рельєф поля рівний, коефіцієнт опору вивченню f=0,1, робоча швидкість агрегату $v_p = 8$ км/год (2,2 м/с), $N_{ввп} = 0.93$ $N_{TP} = 0,91$ $N_8 = 0,87$ $N_{II} = 4,5$ $P_{H.ГAK} = 35\ 000$ Н.

1. Опір комбайна на пересування

$$R_{\text{коч}} - QJ - 30000 * 0,1 \ll 3000 \text{ Н}$$

2. Додатковий опір R_d що виникає внаслідок переведення в дію робочих органів комбайна,

$$R_d = \frac{3600 \times N_{II} * \eta_{TP}}{v_p \eta_{ВВП}} = \frac{(3600 \times 63 \times 0,91)}{8 \cdot 0,93} = 27\ 600 \text{ Н};$$

$$N_{II} = N_{II} Q_M = 4,5 \times 14 = 63 \text{ кВт } N_{II} < N_{ВВП};$$

$$q_m = B_p U_p y_M = 1,8 \times 2,2 \times 3,5 = 14 \text{ кг/с};$$

$$N_{ВВП} = N_e \eta_{ВВП} - \frac{(P_{\text{коч.тр}} + R_M) \cdot v_p \eta_{ВВП}}{3,6 \eta_{TP} \eta_0} = 121 \times 0,93 -$$

$$- \frac{(77,5 + 30 \times 30 \times 0,1) \times 8 \times 0,93}{3,6 \times 0,91 \times 0,87} = 84 \text{ кВт.}$$

3. Зведений опір одного комбайна

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

$$R_{3, \text{ агр}} = R_{\text{коч}} + R_{\text{Д}} = 3000 + 27\,600 = 30\,600 \text{ Н}$$

4. Кількість комбайнів в агрегаті

$$n_{\text{К}} = \frac{P_{\text{Н.Г.ак}}}{R_{3, \text{ агр}}} = \frac{35.000}{30\,600} = 1,14$$

5. Беремо ціле число комбайнів

Загальний опір агрегату

$$R_{3, \text{ агр}} = n_{\text{К}} (R_{\text{коч}} + R_{\text{Д}}) = 1 (3000 + 27\,600) = 30\,600 \text{ Н.}$$

6. Коефіцієнт використання тягового зусилля

$$\eta_{\text{а}} = \frac{R_{3, \text{ агр}}}{P_{\text{Н.Г.ак}}} = \frac{30\,600}{35\,000} = 0,87, \text{ або } 87\%.$$

Розробка операційно технологічної карти

Для впровадження досягнень науки і передового досвіду в сільськогосподарське в

Виробництво велике значення має робота тракторних агрегатів за науку обґрунтованими операційним технологічними картами.

Операційна технологічна- комплекс організаційно-технічних правил, які визначають суворий технологічний порядок виконання виробничих операцій.

Операційно технологічна складається з розділів:

- 1) характеристика умов роботи;
- 2) агротехнічні вимоги;
- 3) підбір складу агрегату;
- 4) підготовка агрегату;
- 5) підготовка поля;
- 6) робота агрегату ;
- 7) технічно-експлуатаційні показники;
- 8) контроль якості роботи.

При складанні операційно-технологічної карти необхідно використати навчальні посібники, рекомендації науково-ділових установ та літератури, в якій висвітлюється досягнення науки та передового досвіду в сільськогосподарському виробництві.

Економічна ефективність роботи

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		Базовий	Проект
1	Вид роботи	Сівба зернових культур	
2	Об'єм роботи, га	300	300
3	Склад агрегата: Трактор Машина	МТЗ-82 БПН-12	МТЗ-82 БПН-11
4	Продуктивність, га/год	9,6	12,0
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	31,25	25,0
6	Кількість обслуговуючого персоналу: -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Норма витрати пального, кГ/га	2,31	2,02
8	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	147000 61500	147000 62300
9	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б. Амортизаційні відрахування в. Витрати на ПММ г. Витрати на ТО, ТР, зберігання	138,3 1,63 3,14 22,64 110,89	134,75 1,31 2,53 19,80 111,11
10	Капітальні вкладення, грн/га	695,0	697,7
11	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	242,55 72765,0	239,4 71820,0
12	Річний економічний ефект, грн	-	945
13	Строк окупності, років	-	0,85

Висновки та пропозиції:

Господарство ПСП "Зоря" Снігурівського району, Миколаївської області, розташоване у зоні південного степу.

Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових і технічних культур, які займають середні площі.

Тривалий вегетаційний період, який складає 227 днів, сума ефективних температур складає 3104°C. Однак одним із лімітуючих факторів при вирощуванні сільськогосподарських культур є природне волого забезпечення, річна кількість опадів складає 320 мм.

Тому всі с/г заходи треба спрямовувати на максимальне збереження та ефективне використання ґрунтової вологи, а також природних процесів мінералізації. Основними заходами покращення родючості ґрунтів у господарстві ПСП "Зоря" є:

- своєчасне та якісне проведення с/г робіт;
- боротьба з ерозією ґрунтів;
- провадження заходів родючого орного шару (збільшення норм внесення у ґрунт органічних і мінеральних добрив, які поліпшують родючість ґрунту);
- мінімалізація обробітку ґрунту, збільшення площі полезахисних смуг.

Зменшення кількості проходів по полю важкої техніки при підготовці ґрунту. Слід використовувати широкозахватні агрегати, поєднуючи кілька технологічних операцій в одному робочому процесі, не проводити обробіток при перезволоженому ґрунті.

В степу мінімалізацію слід застосовувати під озимі культури, що розміщуються після непарових попередників, а в посушливі роки й після зайнятих парів потрібно проводити мілкий або поверхневий обробіток дисковими та плоскорізальними знаряддями.

Під ярі колосові, після просапних, й соняшник, після озимих, оранку слід замінити на поверхневий (до 8 см) обробіток ґрунту, використовуючи лемішні луцильники, широкозахватні дискові борони, плоскорізи.

Використовують фітомеліоративні заходи від ерозії ґрунтів: врахування зональних особливостей при доборі культур у сівозміни; встановлення оптимального співвідношення різних груп культур у

сівозмінах з урахуванням ступеня еродованості ґрунту; контурну, перехресну чи діагонально-перехресну сівбу культур на схилах; смугове розміщення культур у ґрунтозахисних сівозмінах; використання куліс на парових полях; використання післяжнивних, післяукісних та різних варіантів сумісних посівів; застосування мульчування; проведення в оптимальні строки всіх польових робіт.

За усіма показниками нова сівозміна є набагато ефективніше попередньої. Валовий збір основної продукції збільшився на 4 ц/га, а збір кормової одиниці основної продукції зменшився на 1 ц/га. Щодо побічної продукції, вона також зросла на 3 ц/га. Також ми бачимо, що вміст енергії в урожаї зменшився на 99,2 мДж/га. Ці данні зумовлені заміною деяких культур на більш рентабельні, що призведе до ефективнішого використання земельних площ.

Список використаної літератури

1. Гудзь В.П. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії/ В.П. Гудзь – К.: Вища школа. 1995, 310 с.
2. Крикунов В.Г. Ґрунти і їх родючість/ В.Г.Крикунов – К. : Вища школа. 1993, 287с
3. В.П. Нарцисов Научныеосновы систем земледелия/ Нарцисов В.П – М.: Колос, 1982.
4. О. О. Собко Сівозміни – основа інтенсифікації землеробства/ Собко О.О – К.: Урожай, 1985.
5. В. П. Гордієнко Землеробство/ Гордієнко В.П. – К.: Вища школа, 1991.
6. О.М. Єщенко Загальне землеробство/ Єщенко О.М. – К.: Вища освіта, 2004.
7. Н.К. Шикула Почвозащитная система земледелия/ Шикула Н.К.– Х.: Прапор, 1987

УДК 63.5995

**Дослідження технологічних параметрів МТП при
основному обробітку ґрунту**

Мороз А.І. к.т.н.,доц.

Салівон С.О. - ст-нт гр. МА 181

*ВП Національного університету біоресурсів і
природокористування України «Ніжинський агротехнічний
інститут»*

Визначення показників для оцінки використання МТП і пристосованості машини до технічного обслуговування може бути визначена на основі обліку затрат часу, праці та коштів за один цикл або рік всіх видів технічних обслуговувань.

Оперативно тривалість технічного обслуговування МТП залежить від пристосованості машини до постановки на технічного обслуговування під час зберігання і зняття із зберігання, особливо це важливо для складних машин.

Проблема. Для оцінки пристосованості конструкції машин до технічного обслуговування і зберігання, найдоцільніше застосовувати коефіцієнт пристосованості конструкції до цих операцій, який рекомендовано визначити як відношення основних затрат праці на виконання комплексу операцій до загальних затрат праці, безпосередньо до того, як часто операції повторюються впродовж міжремонтного періоду. При цьому пристосованість конструкції повинна визначатися окремо для операцій щозмінного технічного обслуговування, періодичного та зберігання.

Головним завданням в галузі механізації застосування добрив є забезпечення рівномірного їх внесення в ґрунт. Цим обумовлюється і головне призначення машин по механізації застосування добрив.

Мета роботи: удосконалення технічного обслуговування машинно-тракторного парку з оцінкою пристосованості посівних машин до технічного обслуговування в ТОВ «Крок-Агро» Ніжинського району

Розрахована виробнича програма ремонту і ТО сільськогосподарської техніки МТП.

Визначення виробничої програми ТО і ремонту с.-г. техніки при зберіганні

Річний план технічних обслуговувань і ремонтів сільськогосподарської техніки при зберіганні включає трудомісткість робіт з підготовки до тривалого зберігання, технічного обслуговування під час зберігання, при зніманні із зберігання і поточного ремонту машин.

Сумарну річну трудомісткість робіт з технічних обслуговувань і ремонтів при зберіганні сільськогосподарської техніки визначають за формулою:

$$T_{ЗБ} = \sum_{i=1}^m T_{ПЗ,i} + \sum_{i=1}^m T_{ТОЗ,i} + \sum_{i=1}^m T_{ЗЗ,i} + \sum_{i=1}^m T_{ПР,i} ,$$

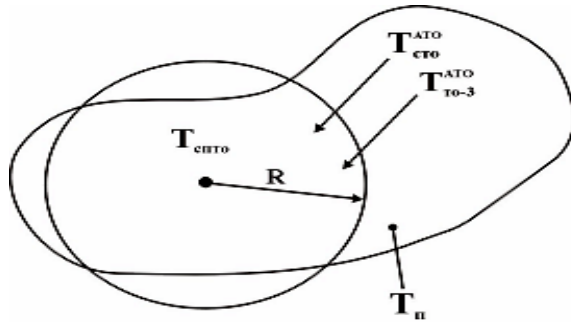


Рисунок 1- Схема розподілу обсягу робіт з технічного обслуговування між стаціонарним постом ТО і пересувними засобами ТО.

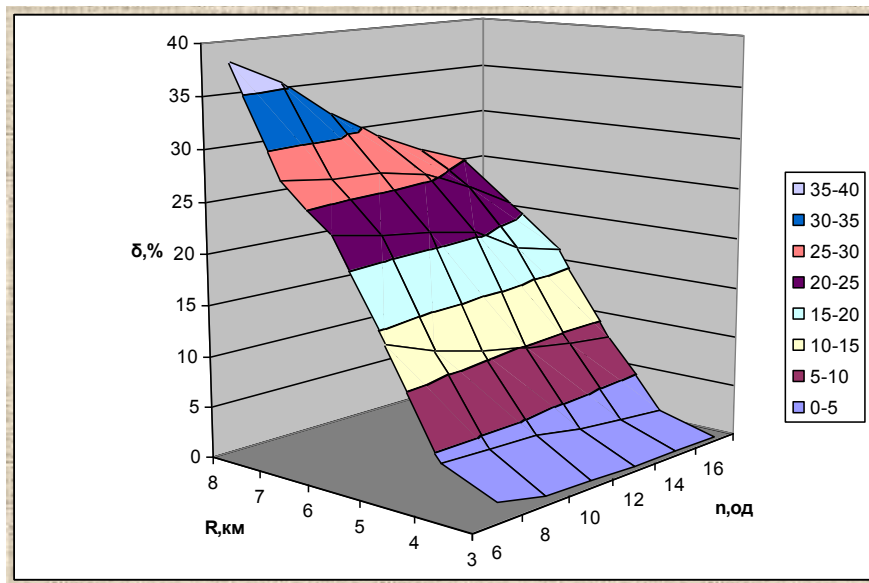


Рисунок - Залежність похибки визначення середнього радіуса площі землекористування від кількості секторів, на які розбивається площа

землекористування та радіуса віддалення(при внутрішньому радіусі кільця $r_c = 3$ км).

Розрахунки показали, що виробнича програма ремонту і ТО сільськогосподарської техніки при зберіганні складає 1150,68 люд.-год.

Розподіл обсягу робіт між стаціонарними і пересувними засобами ТО показав, що на стаціонарний пост ТО (СПТО) припадає 1670 люд.-год.

Середня відсань віддалення пересувних засобів ТО складає 3,75 км, а похибка визначення відстані віддалення складає 3,7%.

Розрахунок першочерговості постановки комбайнів на зберігання

Закритих приміщень для зберігання техніки у даному господарстві обмаль. Таких приміщень нараховується 195 м^2 . У критих боксах зберігають трактори. Зернові комбайни зберігаються на відкритих майданчиках. З метою раціональної організації зберігання зернозбиральних комбайнів необхідно визначити раціональну структуру зберігання машин та комбайнів. Не дивлячись на те, що в

даному підприємстві лише 2 зернозбиральних комбайни, необхідно визначити раціональність їх постановки на зберігання разом з тракторами у закритих приміщеннях.

Збережуваність комбайна, трактора характеризується можливістю його зберігання на відкритому майданчику, під навісом, у приміщенні; кількістю складових частин, що вимагають зняття їх при зберіганні, герметизації і консервації та кількістю і характером необхідних консерваційних матеріалів і способів їх нанесення [2].

Проектування технологічних операцій технічного обслуговування. Складаючи перелік операцій з ТО машини, вузла, користуються переліком операцій з типових технологічних карт. До типових карт відносять зміни в перелік операцій ТО в зв'язку з модернізацією машини, вузла. Для цього вивчають заводську інструкцію по експлуатації машини. По основних машинах є типовий перелік операцій ТО на мийно-очисні, змащувальні та заправні операції, а також контрольно-діагностичні та регулювальні операції ТО.

Типовий перелік операцій технічного обслуговування. У процесі використання тракторів виконують такі мийно-очисні, змащувальні та заправні операції згідно з ГОСТ 20793-86.

За критерієм першочерговості постановки на зберігання машин, розроблений порядок постановки на зберігання сільськогосподарської техніки в криті приміщення за видами машин і марками: КЗС-11 «Дніпро-350» - Т-150К - Т-70С - Т-150 - СК-5М-1 «Нива» - МТЗ-82. Загальна площа для зберігання в критих приміщеннях – 195 м².

Розроблена ОТК на технічне обслуговування при зберіганні комбайнів, трудомісткість ТО 256 люд-год, тривалість 356 люд.-год.

При обґрунтуванні складу ланки для ТО при зберіганні підраховали, що достатньо трьох робітників.

За критерієм першочерговості постановки на зберігання машин, розроблений порядок постановки на зберігання сільськогосподарської техніки в криті приміщення за видами машин і марками: КЗС-11 «Дніпро-350» - Т-150К - Т-70С - Т-150 - СК-5М-1 «Нива» - МТЗ-82. Загальна площа для зберігання в критих приміщеннях – 195 м².

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Для реального впровадження в виробництво даної роботи необхідно розрахувати економічну ефективність технічного обслуговування, іншими словами зробити бізнес план.

Економічна ефективність удосконалення
технічного обслуговування техніки

№	Показник	Варіант проекту	
		базовий	проектний
1	Об'єм механізованих робіт, ум.ет.га./рік	1568	1568
2	Об'єм капіталовкладень в засоби ТО , грн..	35000	65000
3	Поточні затрати на ТО, грн.:		
	3.1 заробітна платня з нарахуваннями	10948,1	16693,1
	3.2 амортизація ПТО, обладнання	3005,6	6578,9
	3.3 поточний ремонт ПТО і обладнання	1400	2600
	3.4 вартість матеріалів, ГСМ, електоенергії	7000	9066,5
	3.5 додаткові затрати (спецодяг, інструменти, ОП, протипожежні заходи)	670,6	1048,7
	Всього поточних затрат, грн..	21024,3	33169,8
4	Поточні затрати на 1 ум.ет.га., грн..	13,4	21,1
5	Капітальні затрати на 1 ум.ет.га., грн..	22,3	41,4
6	Загальні затрати на поточний ремонт техніки в господарстві за рік, грн..	362986	293452
7	Затрати на поточний ремонт в розрахунку на 1 ум.ет.га., грн..	231,4	187,1
8	Приведені затрати на 1 ум.ет.га., грн..	248,1	214,4
9	Річний економічний ефект, грн..	—	52841,6
10	Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	—	0,60

ВИСНОВКИ

З проведеного аналізу використання МТП виникає необхідність у рішенні наступних питань:

- розробити і спланувати раціональний склад МТП для виконання всіх польових робіт у відповідні агротехнічні терміни;
- розробити графік завантаження МТП відповідно до виробничого завдання, а також план робіт зі своєчасного проведення ТО і ремонту МТП;
- для узгодження матеріально-технічної бази, організації і технології ТО у відповідності з рекомендаціями науково-дослідних організаціях дослідити пристосованість машин до технічного обслуговування.

Розрахунки показали, що виробнича програма ремонту і ТО сільськогосподарської техніки при зберіганні складає 1150,68 люд.-год.

Розподіл обсягу робіт між стаціонарними і пересувними засобами ТО показав, що на стаціонарний пост ТО (СПТО) припадає 1670 люд.-год.

Середня відсань віддалення пересувних засобів ТО складає 3,75 км, а похибка визначення відстані віддалення складає 3,7%.

За критерієм першочерговості постановки на зберігання машин, розроблений порядок постановки на зберігання сільськогосподарської техніки в криті приміщення за видами машин і марками: КЗС-11 «Дніпро-350» - Т-150К - Т-70С - Т-150 - СК-5М-1 «Нива» - МТЗ-82. Загальна площа для зберігання в критих приміщеннях – 195 м².

Розроблена ОТК на технічне обслуговування при зберіганні комбайнів, трудомісткість ТО 256 люд-год, тривалість 356 люд.-год.

При обґрунтуванні складу ланки для ТО при зберіганні підраховували, що достатньо трьох робітників.

Конструкції просапних сівалок краще пристосованості до проведення операцій періодичного ТО (коефіцієнт пристосованості $K_{пто}=0,97$), гірше до операцій щозмінного ТО ($K_{што}=0,83$). Конструкції просапних сівалок гірше пристосовані до операцій зберігання ($K_{зб}=0,80$).

Конструкції стерневих сівалок також краще пристосовані до проведення періодичного ТО ($K_{пто}=0,94$), нижче пристосовані до ЩТО ($K_{щто}=0,72$), ще нижче стерневі сівалки пристосованості до зберігання ($K_{зб}=0,65$).

Ще нижче показники пристосованості конструкції у зерно тукових сівалок ($K_{пто}=0,92$, $K_{щто}=0,65$, $K_{зб}=0,59$).

Термін окупності запропонованого проекту складає менше року, що задовольняє виробників. Строк окупності додаткових капіталовкладень, 0,6 року.

Якщо розглядати стан охорони праці на підприємстві, то стан його можна охарактеризувати як не задовільний. Всього за 4 роки було 10 нещасних випадків, а в 2011 році – 4. Найбільша кількість травм приходить на механізаторів. Причинами нещасних випадків була робота на несправних машинах, механізмах та при ремонті техніки. Таким чином на технічні, технологічні причини приходить 50 %, а решта на організаційні та санітарно - гігієнічні.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Анурьев В. И. **Справочник конструктора-машиностроителя** : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982. - Т. 3. - М. : Машиностроение, 1982. - 576 с.
2. Беляк Г. И. Охрана труда / Беляк Г. И. - М. : Агропромиздат, 1990. – 320 с.
3. Боголюбов С. К. Машиностроительное черчение / Боголюбов С. К., Волков А. Ф. - 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Высшая школа, 1976. – 316 с.
4. Бурякова С. А. Охрана труда в сельском хозяйстве: учебн. пособие / Бурякова С. А. - К. : Вища школа, 1989. – 255 с.
5. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт [та ін.]. - К. : Урожай, 1991. – 398 с.

6. Довідник сільського інженера / В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко [та ін.] ; за ред. В. Д. Гречкосія. - К. : Урожай, 1991. – 398 с.
7. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / Дунаев П. Ф., Леликов О. П. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : Высшая школа, 1985. – 416 с.
8. Зерноуборочные комбайны Дон / Ю. А. Песков, И. К. Мещеряков, Ю. Н. Ярмашев и др. - М. : Агропромиздат, 1986. – 333 с.
9. Евсюков Т. П. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП / Евсюков Т. П. - М. : Агропромиздат, 1986. – 143 с.
10. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт [та ін.] ; за ред. В. Ю. Ільченко. - К. : Урожай, 1993. – 288 с.

УДК 63.5995

**Дослідження процесу ТО-2з оптимізацією параметрів
системи мащення двигунів**

Мороз А.І. к.т.н.,доц.

Білокобила Е.Ю., к.т.н.,доц.

Примак С.А. ст-нт гр. МА 181

*ВП Національного університету біоресурсів і природокористування
України «Ніжинський агротехнічний інститут»*

Цукор для України завжди був і залишається стратегічним товаром, а для аграріїв, які виробляють цукрові буряки, він є основним джерелом надходження обігових коштів. Він надає можливість швидшими темпами зменшувати його собівартість, ніж шлях зменшення витрат. Збільшення урожайності цукрових буряків, в першу чергу, досягається комплексом агробіологічних та агротехнічних заходів, а потім вже за рахунок використання технічних засобів [1, 2].

Проблема. У аграрних підприємствах усіх форм власності на даний час відсутня необхідна кількість коштів для закупівлі сільськогосподарської техніки. Перехідні процеси від регульованої до ринкової економіки на протязі останнього десятиліття передбачали перебудову структури аграрного сектора економіки з метою пошуку ефективного власника, але супроводжувалися істотним погіршенням матеріально-технічного забезпечення цього ж власника [10]. Старі методи та способи матеріально-технічного забезпечення перестали діяти, а нові не сформувалися. Помилки також були допущені у виборі стратегії розвитку виробництва сільськогосподарських машин, зріс диспаритет цін між продукцією машинобудування та продукцією сільськогосподарського виробництва, що позбавило виробників цієї ж продукції належної купівельної спроможності. Як наслідок, закупівля техніки для оновлення машино-тракторного парку скоротилась у 10...20 разів [12].

Мета роботи: обґрунтування ефективного використання техніки при виробництві цукрового буряку

Аналіз результатів господарської діяльності, технологій вирощування цукрових буряків, передового досвіду і комплексів машин для виробництва буряків дає можливість зробити такі висновки:

- виробництво цукрового буряку займає певну частину виробленої у товаристві товарної продукції, тому реалізація резервів підвищення врожайності і ефективності його вирощування є важливим джерелом поповнення грошових надходжень і покращення економічної ситуації;

- набір основних операцій, які входять у технологічні карти по вирощуванню цукрових буряків у товаристві, особливо по передпосівній обробці ґрунту та посіву, науково не обґрунтований та в принципі базуються на використанні одноопераційних машин. Це в свою чергу приводить до зниження врожайності, запізненню строків виконання польових робіт, збільшенню трудових і матеріальних затрат і, в кінцевому результаті, зниженню ефективності вирощування цієї культури;

- підвищення ефективності виробництва цукрового буряку вимагає в першу чергу вдосконалення більшості технологічних операцій, а також впровадження елементів індустріальної технології;

- особливо слід відмітити проблему ефективного використання бурякозбиральних комбайнів, які в умовах засухи і важких ґрунтів різко знижують продуктивність і якість роботи;

- певну доцільність представляє пошук і впровадження технологічних і технічних засобів підготовки до збирання з метою створення найкращих умов для роботи комбайнових агрегатів;

- огляд існуючих технологій виробництва та технічних засобів показав, що в основному їх розвиток направлений на зміну структури і властивостей ґрунтового буряконосного шару;

- в умовах нестачі матеріальних і технічних засобів обґрунтування оптимального складу МТА і комплексу машин в цілому доцільно проводити на підставі порівняльної оцінки можливих варіантів МТА, його складу, які є у наявності;

- в зв'язку з складною економічною ситуацією, пов'язану з

дефіцитом добрив, гербіцидів, гострою нестачею грошових і матеріальних ресурсів, особливу увагу слід приділити втіленню елементів індустріальних ресурсо- і енергозберігаючих технологій, в основу яких покладено передові методи агротехніки обробітку ґрунту, посіву і догляду за посівами.

Враховуючи вищевикладене, у даному дипломному проєкті пропонується вдосконалення технології вирощування цукрових буряків та існуючих енергетичних засобів даного товариства. Тому бачиться за доцільне розробка дипломного проєкту на тему: Механізація вирощування цукрового буряку в умовах ФГ «Сатурн» Ніжинського району з удосконаленням системи мащення ДВЗ трактора ХТЗ-17221.

Аналітичний огляд існуючих систем мащення ДВЗ

Система мащення забезпечує зменшення тертя, запобігання корозії, видалення продуктів зносу та часткового охолодження його окремих вузлів, вона повинна бути обладнана пристроями для зберігання олії, підведення її до тертьових поверхонь, очищення олії від забруднення, охолодження, а також контролю процесів мащення і стану олії. Сукупність усіх цих пристроїв утворюють систему мащення ДВЗ. Залежно від способу організації підведення олії до тертьових поверхонь розрізняють такі змащувальні системи: розбризкуванням олії, примусові та комбіновані.

У системах мащення з мокрим картером олія під тиском подається до тертьових поверхонь. Для охолодження частина олії нагнітальної секції насоса подається в масляний радіатор. У системах з сухим картером олія з бака подається в головну масляну магістраль і під тиском до всіх поверхонь, що труться, а потім відкачується насосом з картера в бак. Система змащення із сухим картером використовується в двигунах, що міняють під час роботи своє положення щодо горизонту, внаслідок чого можливе оголення олієзбірник і порушення подачі олії насосом, збільшення викиду олії через сальники та олійнозаливні горловини (суднові, авіаційні двигуни і т.п.). У високофорсованих двигунах застосування системи з сухим картером пояснюється також ще й тим, що олія менше часу стикається з картеру газами які нагріваються двигуном, менше спінюється, повільніше окислюється і насичується водою і паливом, що сприяє збереженню властивостей олії, скорочення

витрат і збільшення термінів між змінами олії.

Комбіновані системи змащення дозволяють спростити конструкцію двигуна, тому частина тертьових поверхонь змащується розбризкуванням, а під тиском олія підводиться тільки до найбільш напружених вузлам тертя, головним чином до підшипників колінчастого і розподільного валів.

Вибір конструктивної схеми та обґрунтування основних параметрів рідинно-олійного теплообмінника

Зростання потужності тракторних та комбайнових дизелів вимагає підвищення ефективності теплорозсіюваних пристроїв систем охолодження і мащення. У останні роки в якості охолоджувачів олії на багатьох тракторних та комбайнових двигунів підвищеної потужності, а також на двигунах великовантажних автомобілів знайшли застосування компактні рідинно-олійні теплообмінники, які використовують в якості холодної теплоносія рідину, що циркулює в системі охолодження двигуна.

Рідинно-олійні охолоджувачі вибрані, за прототип, є теплообмінниками кожухотрубчатого типу. Вибір типу ґрунтується на тому, що серцевини таких теплообмінників, поряд з добрими тепло-гідравлічними характеристиками, порівняно прості у виготовленні, ремонтпригодні, надають можливість проводити в процесі експлуатації періодичне очищення олійної та водяних порожнин.

Для двигунів в діапазоні потужності 125...200 КВт виявилося можливим застосування серцевини одних розмірів. При цьому збільшення відводу тепла від олії в двигунах великої потужності досягається збільшенням витрати олії і води через теплообмінник. Включення теплообмінника в системи змащення й охолодження двигунів, модернізованих на базі серійно випущених, здійснюється виходячи з можливостей існуючих систем. На V-подібних двигунах ЯМЗ підвищеної потужності, базова модель яких вже тривалий час знаходиться у виробництві, включення в систему змащення здійснюється на частину потоку олії (Рисунок 3.1).

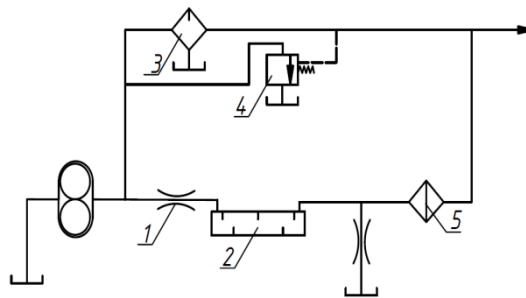


Рисунок 1 - Схема включення теплообмінника в систему мащення двигуна: 1 – водоолійний теплообмінник; 2 – дросель (жиклер), 3 – олійна центрифуга; 4 – диференціальний клапан, 5 – фільтр з паперовим фільтруючим елементом

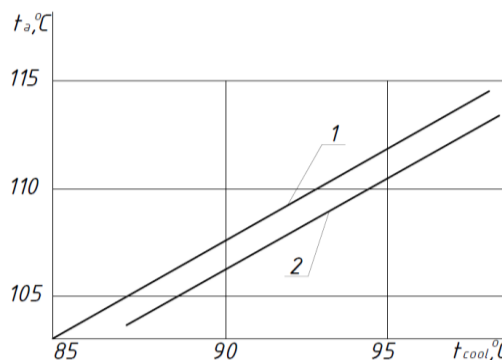


Рисунок.2 - Зміна температури олії у дизелі ЯМЗ-236 залежно від температури охолоджуючої рідини

Компонування запропонованого теплообмінника

Компонування теплообмінника на двигуні ЯМЗ-236 (ЯМЗ-236Д) передбачає розміщення двигуна на тракторі ХТЗ-17221. Теплообмінник розміщений у лівій нижній частині двигуна і закріплений на блок картері. Конструкція теплообмінника зі схемою його включення до системи змащення й охолодження представлені в графічній частині дипломного проекту.

Теплообмінний вузол (серцевина) розміщений в корпусі, виконаному у вигляді труби. Серцевина гладкотрубного типу являє собою пучок латунних трубок, 109 шт. діаметром 6мм, спаяних з латунними трубними дошками середньоплавким припоєм високотемпературного паяння. Рух олії здійснюється протитечею зовні трубок, води – всередині. З метою забезпечення необхідної

інтенсивності тепловіддачі від олії до поверхні трубок серцевина розділена сегментами перегородками, що забезпечують 10 ходів поперечного обтікання охолоджуючих трубок. У запропонованому варіанті теплообмінника серцевина розміщена в трубних дошках з кроком 7,0x8,0 мм. При цьому розмір перемичок між отворами складе 2,2x2,0 мм.

Отримане значення повністю задовольняє обмежувальному рівнянню гідравлічних опорів за мастильною олією (для теплообмінників дизелів $\Delta P_m \leq 0,049 \dots 0,059$ МПа). Таким чином, проведені розрахунки підтверджують вірність конструктивних та технологічних параметрів запропонованого теплообмінника у системі мащення двигуна трактора ХТЗ-17221.

Визначення річного економічного ефекту запропонованих проектних рішень проводились шляхом порівняння приведених затрат по базовому і новому варіанту технологій із застосуванням базового і запропонованого комплексу машин, у тому числі і модернізованої техніки. З урахуванням цього, сумарний річний економічний ефект буде складатися із економічного ефекту від впровадження запропонованої технології і комплексу машин, економічного ефекту від впровадження модернізованого машинно-тракторного агрегату і покращення якості виконання технологічного процесу під час виробництва цукрових буряків.

Показники економічної ефективності проектних рішень

Назва показників	Одиниці виміру	Значення	
		базовий варіант	проектний варіант
Посівна площа	га	100	100
Врожайність	т/га	3,32	3,65
Додаткові капітальні вкладення:	грн/га		263,3
- на одиницю продукції	грн	-	9200
- всього		-	
Затрати праці	люд·год/га	3,0	2,1

Собівартість роботи	грн/т	173	162
Річний економічний ефект	грн	-	26520
в т.ч. від модернізації системи живлення двигуна трактора ХТЗ-17221	грн	-	11982,2
Строк окупності додаткових капітальних вкладень	років	-	0,76

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного аналізу господарсько-економічних умов виробництва було виявлено, що технічна база даного товариства вимагає як найповнішого оновлення, а організація виробництва – реструктуризації для підвищення своєї функціональної ефективності.

2. У другому розділі була розрахована механізована технологія виробництва цукрових буряків, яка повинна забезпечити врожайність на рівні 365-400 ц/га за рахунок чіткого дотримання технологічної дисципліни, ефективного використання техніки. Особлива увага приділена вибору та обґрунтуванню оптимальних складів МТА під час польових робіт. Має місце екологічний аспект технології, що зокрема проявляється у мінімізації шкідливого впливу технологічних процесів як на фізико-механічні так і на хіміко-біологічні властивості ґрунту.

3. У результаті проведеного літературно-патентного огляду запропоновано вдосконалення системи мащення двигуна трактора ХТЗ-17221 за рахунок розробки принципово нової конструкції олійного теплообмінника. Теплообмінний вузол розміщений у корпусі, виконаному у вигляді труби. Серцевина гладкотрубного типу являє собою пучок латунних трубок, 109 шт. діаметром 6мм, спаяних з латунними трубними дошками середньоплавким припоєм високотемпературного паяння. Рух олії здійснюється протитечією зовні трубок, води – всередині. З метою забезпечення необхідної інтенсивності тепловіддачі від олії до поверхні трубок серцевина розділена сегментами перегородками, що забезпечують 10 ходів поперечного обтікання охолоджуючих трубок. У запропонованому

варіанті теплообмінника серцевина розміщена в трубних дошках з кроком 7,0х8,0 мм. При цьому розмір перемичок

4. Для полегшення обслуговування системи змашення двигуна відцентровий фільтр тонкого очищення об'єднаний з теплообмінником. Він встановлюється зверху корпусу теплообмінного апарату. Перевагою даного фільтра є підвищення ефективності очищення, запобігання змиву осаду, зручності обслуговування і мала витрата олії на привід центрифуги.

5. Екологічна оцінка прийнятих рішень приведена у четвертому розділі даного проекту, яка містить аналіз впливу виробничої діяльності на навколишнє середовище. Розглянуті шляхи поліпшення екологічного становища, приводиться система природоохоронних заходів.

6. У розділі, присвяченому питанням охорони праці розглянуто стан умов праці при виконанні робіт під час виробництва цукрових буряків та розроблені конкретні заходи щодо його покращення.

7. Заключний розділ дипломного проекту підсумовує проведену роботу. Виконані розрахунки економічної ефективності вказують, що впровадження запропонованих проектних рішень на посівній площі цукрових буряків 100 га, дає можливість підвищити врожайність в середньому на 11 %, скоротити затрати праці на 7 %, а собівартість одиниці роботи майже на 7 %. Отриманий річний економічний ефект складає 26,5 тис. грн., в тому числі від модернізації системи живлення двигуна трактора ХТЗ-17221 - 11,9 тис. грн. Строк окупності додаткових капітальних вкладень дорівнює 0,76 роки.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982. - Т. 3. - М. : Машиностроение, 1982. - 576 с.
2. Беляк Г. И. Охрана труда / Беляк Г. И. - М. : Агропромиздат, 1990. – 320 с.
3. Боголюбов С. К. Машиностроительное черчение / Боголюбов С. К., Волков А. Ф. - 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Высшая школа, 1976. – 316 с.

4. Бурякова С. А. Охрана труда в сельском хозяйстве: учебн. пособие / Бурякова С. А. - К. : Вища школа, 1989. – 255 с.
5. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт [та ін.]. - К. : Урожай, 1991. – 398 с.
6. Довідник сільського інженера / В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко [та ін.] ; за ред. В. Д. Гречкосія. - К. : Урожай, 1991. – 398 с.
7. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / Дунаев П. Ф., Леликов О. П. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : Высшая школа, 1985. – 416 с.
8. Зерноуборочные комбайны Дон / Ю. А. Песков, И. К. Мещеряков, Ю. Н. Ярмашев и др. - М. : Агропромиздат, 1986. – 333 с.
9. Евсюков Т. П. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП / Евсюков Т. П. - М. : Агропромиздат, 1986. – 143 с.
10. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт [та ін.] ; за ред. В. Ю. Ільченко. - К. : Урожай, 1993. – 288 с.

УДК 621.436.004.67

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ

Паніна В.В.^{1*}, Дашивець Г.І.², Новік О.Ю.³

¹канд.техн.наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, orcid.org/0000-0001-9623-516X

²канд.техн.наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, orcid.org/0000-0003-2612-6077

³інж Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, orcid.org/0000-0002-8966-967X

Анотація – у статті розглядається питання вибору раціонального способу відновлення колінчастого валу. Визначено обладнання для реалізації способу з застосуванням багатокритеріальної оцінки.

Ключові слова – багатокритеріальна оцінка, критерій, раціональний спосіб, відновлення, колінчастий вал.

Постановка проблеми. Колінчастий вал є однією з дорогих деталей двигуна, в значній мірі визначає його ресурс. Ресурс колінчастого валу визначається двома факторами: зносостійкість і опір втомним навантаженням. В процесі експлуатації двигуна зношуються поверхні валу, що труться, а в найбільш небезпечних зонах накопичуються втомні пошкодження, в результаті чого відбувається зниження його міцності і, зокрема, опір втомним навантаженням. Вибір способу відновлення залежить від конструктивно-технологічних особливостей і від умов роботи деталі, її зносу, довговічності відремонтованої деталі, від вартості відновлення. Вибір процесу відновлення істотно залежить від виду дефекту і причин його виникнення.

* Corresponding author: valerija.panina@tsatu.edu.ua

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У загальному обсязі робіт з відновлення деталей на ремонтних підприємствах наплавка під шаром флюсу становить 32%. Наплавлення під шаром легуючого флюсу набула найбільшого поширення в ремонтній практиці. Зносостійкість колінчастих валів, відновлених цим методом, не поступається зносостійкості шийок нових деталей. Однак спосіб електродугової наплавки під шаром флюсу знижує втомну міцність відновлених колінчастих валів на 30...50%. Автоматична наплавка ефективна в тих випадках, коли необхідно наплавити шар товщиною більше 3 мм, глибоке проплавлення небажано, так як воно збільшує деформацію деталі [1, с.118]. Наплавлення під шаром флюсу з подальшою термообробкою забезпечує стабільність структури і твердість наплавленого металу відновлюваних колінчастих валів.

Розвитку електродугової металізації сприяли роботи Н. В. Катца, А. Ф. Троїцького, Д. Г. Вадівасова та ін. Висока кінцева швидкість часток, що володіють достатнім запасом кінетичної енергії, забезпечує щільний контакт їх з мікрорельєфом поверхні деталі і між собою. Міцність зчеплення частинок між собою можна розглядати як контактну міцність, обумовлену дією сил зчеплення між атомами і молекулами контактних ділянок. На міцність зчеплення впливає і механічне зачеплення, і переплетення частинок між собою і з елементами мікрорельєфу поверхні деталі. В даний час набуває поширення плазмодугова металізація, що володіє рядом переваг в порівнянні з іншими видами металізації: універсальність (відновлення деталей, антикорозійний захист, декоративні покриття, алитирование, псевдосплави); висока продуктивність (до 20 кг / год); деталі не деформуються (температура нагріву 120-140 ° С); збереження втомної міцності; – низька собівартість (в 2 рази нижче наплавки); низька енергоємність (споживана енергія 9 Квт); простота і технологічність (не потрібна висока кваліфікація виконавця); специфічна структура покриття, що забезпечує масловсмоктування і відповідно високу зносостійкість (в 1,5 рази вище загартованої ст. 45).

Металізація забезпечує високу твердість напиляного шару. Однак, застосовуючи металізацію, необхідно враховувати, що нанесений шар не підвищує міцності деталі. За цим застосовувати металізацію для

відновлення деталей з ослабленим перерізом не слід. Крім цього необхідно знати, що зчіплюваність напиляного шару з основним металом недостатня [2, с.168].

Спосіб напикання порошків поєднує в собі ряд процесів, що протікають одночасно: пресування і спікання металевих порошків, припикання його до поверхні деталі під дією тиску і температури. Переваги процесу – висока продуктивність, мала глибина теплового впливу і висока зносостійкість шару. До недоліків способу можна віднести обмеженість товщини напикаючого шару і складність обладнання.

Електролітичні і хімічні покриття застосовують для відновлення і зміцнення деталей (хромування, залізнення, нікелювання), захисту від корозії і надання деталям гарного зовнішнього вигляду (нікелювання, хромування, цинкування, кадміювання та ін.).

Для захисту розплавленого металу зварювальної ванни від дії повітря замість флюсу використовують вуглекислий газ (для сталі й чавунів), аргон, гелій (для всіх металів), азот (для міді та її сплавів), а також суміш газів. Найкращі результати виходять при використанні інертних газів. Однак висока вартість інертних газів обмежує їх застосування у ремонтному виробництві.

Вібродугове наплавлення є автоматичним електродуговим наплавленням вібруючим електродом. Правильно підібраний індуктивний опір може повністю виключити період короткого замикання, що дозволить збільшити кількість тепла, яке виділилося, у період дугового розряду, а отже, продуктивність і поліпшити якість зчеплення наплавленого металу з деталлю. При цьому стабілізується процес наплавлення і значно скорочуються втрати металу на розбризкування, збільшуючи коефіцієнт використання дроту [3, с.234]. Вібродугові голівки можна використовувати для наплавлення зношених деталей без охолодження, у середовищі захисних газів і під шаром флюсу. Недоліки методу, що вібродугове наплавлення на 30...40% знижує втомну міцність деталі.

Шліфування під ремонтний розмір - один з найбільш часто застосовуваних способів відновлення працездатності колінчатих валів.

Установка додаткової ремонтної деталі - технологія відновлення колінчастих валів приваркой сталевих загартованих півкілець передбачає: попереднє шліфування шийок; підготовку, загартування і механічну обробку півкілець; постановку і приварення півкілець; шліфування та полірування шийок. Пропонована технологія забезпечує високу несучу здатність, прирабативаємость, задіростійкість і опір втоми колінчастих валів. Недоліком даної технології є погане прилягання півкілець до шийок валу, в зв'язку з їх жорсткістю.

Мета дослідження. Одну й ту саму деталь (або поверхню) можна відновлювати різними способами, однак не всі вони будуть в рівній мірі раціональні і прийнятні.

Кожна деталь має бути відновлена з мінімальними трудовими і матеріальними затратами при забезпеченні максимального строку роботи деталі після ремонту.

Результати досліджень. При обґрунтуванні способу усунення дефектів деталі слід враховувати: конструктивно-технологічні особливості деталі; умови роботи деталі; матеріал деталі, можливі зміни структури, твердості, зносостійкості; число і види дефектів; можливі для даного матеріалу, сучасні способи усунення кожного дефекту; можливість наступної механічної обробки; технологічні властивості способів відновлення, що визначають довговічність відремонтованих деталей; економічна ефективність усунення дефекту прийнятим способом [4, с.120].

Існують декілька варіантів вибору способу відновлення деталі. Найбільш поширена методика оцінки способу відновлення за допомогою послідовного використання трьох критеріїв – технологічному, технічному, техніко-економічному.

1) технологічний критерій – визначає принципову можливість використання різних способів відновлення по відношенню до конкретної деталі. Колінчастий вал – одна з основних деталей двигуна, що визначає разом з іншими деталями його ресурс. Ресурс колінчастого вала характеризується двома показниками: втомної міцністю і зносостійкістю. При експлуатації двигуна в результаті дії високих і непостійних динамічних навантажень вал піддається крутінню і вигину, окремі поверхні (шатунні і корінні шийки і ін.) – зношуванню.

У структурі металу накопичуються втомні пошкодження, виникають мікротріщини та інші дефекти.

2) технічний критерій визначає: стійкість до зношування; витривалість; зчеплення наращеного металу з металом деталі; довговічність [5, 6, с.224]. Було обрано 7 способів відновлення колінчастих валів. За технічним критерієм, виходячі з коефіцієнтів стійкості до зношування, витривалості, зчеплення, довговічності, металізацію і вібродугове наплавлення необхідно виключити.

3) техніко-економічний критерій зв'язує економічний показник ремонту деталі з її довговічністю. За техніко-економічним критерієм найкращий спосіб відновлення – контактне наварювання.

4) Метод Парето

Так як абсолютні значення критеріїв можуть відрізнятися між собою на порядок і більше необхідно виконати нормування критеріїв. Визначаємо площі трикутників кожного способу відновлення.

$$P_1 = \left[\begin{aligned} &\frac{1}{2} (0,25 - 0,19) \cdot (0,24 - 0,19) + \\ &+ \frac{1}{2} (0,24 - 0,19) \cdot (0,26 - 0,25) + \\ &+ \frac{1}{2} (0,26 - 0,25) \cdot (0,26 - 0,22) + \\ &+ \frac{1}{2} (0,26 - 0,22) \cdot 0,17 + \\ &+ \frac{1}{2} 0,17 \cdot (0,4 - 0,19) + \\ &+ \frac{1}{2} (0,4 - 0,19) \cdot (0,25 - 0,19) \end{aligned} \right] \cdot \sin 60^\circ = 0,024$$

$$\mu_1 = 0,024 / 0,004 = 6,15$$

Порівняння значень μ для різних способів відновлення деталі показує, що найменша відстань до мети (ідеалу) характерна для другого варіанту ($\mu=4,67$), а найбільш віддаленим є третій варіант ($\mu=11,91$).

Таблиця 1 – Основні характеристики обладнання

№	Найменування обладнання	Номинальна потужність, кВт	Вторинна напруга, В	Продуктивність зварювань, год.	Маса, т	П	μ
1	МСО-301	0,09	0,06	0,29	0,03	0,78	1,25
2	МСО-602	0,12	0,10	0,21	0,04	0,79	1,26
3	К607	0,17	0,16	0,01	0,18	0,93	1,49
4	К566М	0,22	0,17	0,01	0,53	1,20	1,93
5	На основі токарного верстата	0,07	0,10	0,23	0,005	0,77	1,24
	Ідеал	0,22	0,17	0,29	0,005	0,62	1,00

Використовуючі метод Парето визначаємо обладнання для застосування обранного методу відновлення колінчастого валу (таблиця 1). Ідеал визначаємо побудуванням графіку (рисунок 1).

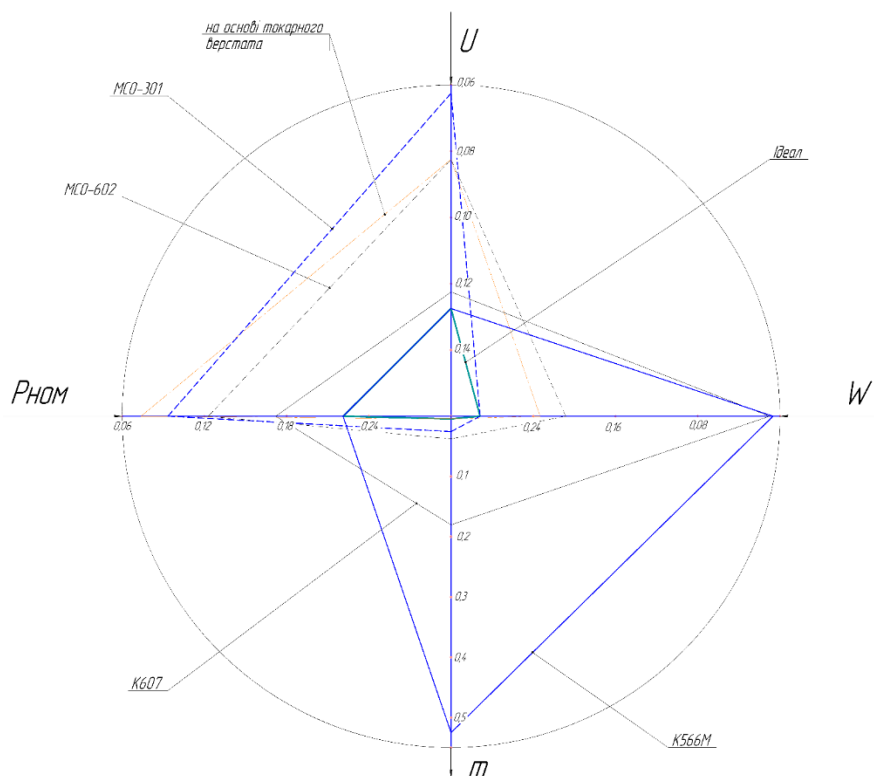


Рисунок 1 – Багатокритеріальна оцінка вибору обладнання для електроконтактного напикання

Висновки.

На підставі отриманих даних кращим способом відновлення колінчастого валу по методу Парето є електроконтактне напикання. При цьому стійкість до зношування $K_c=0,20$; витривалість $K_v=0,18$; зчеплення $K_z=0,21$; довговічність $K_d=0,22$; мікротвердість $0,19 \text{ кг/мм}^2$. Користуючись методом Парето визначено, що для електроконтактного напикання необхідно використовувати обладнання на основі токарного верстату.

Список використаних джерел

1. Авдеев М.В. Технология ремонта машин и оборудования: Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений/М.В. Авдеев, Е.Л. Воловик, И.Е. Ульман. – М.: Агропромизад, 1986. – 247 с.:ил.
2. Технология ремонта маши и оборудования: Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений/ Под общ. ред. И.С. Левитского, Изд. 2-е, перераб. и. доп. – М.: Колос, 1975. – 560 с.
3. Ремонт машин та обладнання: підручник/[Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
4. Нагірний Ю.П. Обгрунтування інженерних рішень: навчальний посібник для студентів інженерних факультетів сільськогосподарських вузів/ Ю.П.Нагірний– М.: Урожай, 1994.- 138с.
5. Паніна В.В. Методика визначення раціонального способу відновлення колінчастого валу: Матеріали ІІ Всеукраїнської науково-технічної Інтернет – конференції студентів та магістрантів /В.В. Паніна, Д.С. Плехун. – м. Мелітополь, 2016.
6. Журавель Д.П. Вибір оптимального способу відновлення колінчастого валу/СУЧАСНІ НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ШЛЯХУ ДОЄВРОІНТЕГРАЦІЇ: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.)/ Д.П. Журавель, В.В. Паніна, О.Ю. Новік. – Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; за загальною редакцією д.т.н. професора Надикто В.Т. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В. 2019. – Частина 1. – С. 224-225.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Аннотация

В статье рассматривается вопрос выбора рационального способа восстановления коленчатого вала. Определено оборудование для реализации способа с использованием многокритериальной оценки.

Ключевые слова – многокритериальная оценка, критерий, рациональный способ, восстановление, коленчатый вал.

RATIONALE OF THE CHOICE OF EQUIPMENT FOR A RATIONAL CRANKSHAFT RECOVERY

Annotation

The article deals with the choice of a rational method of restoring the crankshaft. Equipment for the implementation of the method using multicriteria evaluation has been determined.

Key words - multicriteria assessment, criterion, rational method, restoration, crankshaft.

УДК 63.5995

Дослідження параметрів роботи сошника сівалки УПС-8 при вирощуванні цибулі-чорнушки

Панченко М.І к.т.н., доц.

Уваров М.Н. наук. співробітник. (ДДСДС НААН України)

Богданов М.О. ст-нт гр.ЗМА 181

ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

В Україні цибулю вирощують з насіння або цибулі-сіянки. Спосіб вирощування цибулі-ріпки з насіння за один рік є більш перспективним, тому що виключає витрати на виробництво і зберігання сіянки.

Проблема. Технологічний процес вирощування та збирання цибулі базується на зваженому і детально обґрунтованому використанні засобів механізації, застосуванні ефективних хімічних препаратів для захисту цибулі від бур'янів, шкідників та хвороб, якісного посівного матеріалу, дотриманні агротехнічних строків виконання робіт, а також впровадженні прогресивних форм і методів організації праці. Виконання цих вимог забезпечить урожайність цибулі-ріпки не менше 350 ц/га.

Мета – підвищення ефективності розподілу насіння овочевих культур шляхом обґрунтування конструкції сошника посівної секції.

Об'єктом дослідження є процес взаємодії насіння з ґрунтовим середовищем.

Предметом досліджень є характер взаємодії насіння з ґрунтовим середовищем.

За своїми біологічними особливостями рослини цибулі відносяться до тих культур, які дуже вимогливі до умов у період вегетації та до агротехніки вирощування. В посушливих умовах, при нестачі елементів живлення припиняється ріст та розвиток рослин, завершується формування цибулини. Після цього ніякі агротехнічні заходи (міжрядний обробіток, інтенсивні поливи, підживлення тощо)

не можуть відновити процеси розвитку та подальшого формування рослин. Як наслідок, через несвоєчасне та неякісне виконання агротехнічних прийомів та операцій можна втратити значну частину урожаю.

Аналіз існуючих технологій вирощування цибулі [1–2]

Технологічний процес вирощування та збирання цибулі базується на зваженому і детально обґрунтованому використанні засобів механізації, застосуванні ефективних хімічних препаратів для захисту цибулі від бур'янів, шкідників та хвороб, якісного посівного матеріалу, дотриманні агротехнічних строків виконання робіт, а також впровадженні прогресивних форм і методів організації праці. Виконання цих вимог забезпечить урожайність цибулі–ріпки не менше 350 ц/га.

За своїми біологічними особливостями рослини цибулі відносяться до тих культур, які дуже вимогливі до умов у період вегетації та до агротехніки вирощування. В посушливих умовах, при нестачі елементів живлення припиняється ріст та розвиток рослин, завершується формування цибулини. Після цього ніякі агротехнічні заходи (міжрядний обробіток, інтенсивні поливи, підживлення тощо) не можуть відновити процеси розвитку та подальшого формування рослин. Як наслідок, через несвоєчасне та неякісне виконання агротехнічних прийомів та операцій можна втратити значну частину урожаю.

Важливим етапом у технології вирощування цибулі є вибір попередника. Кращими попередниками для цієї культури можуть бути чорний та зайнятий пар, зернові колосові та зернобобові культури, рання картопля, рання та цвітна капуста, огірки. Не бажано вирощувати цибулю після кукурудзи, а також столових та цукрових буряків. У сівозміні можна повертати цибулю на попереднє поле не раніше, ніж через 3–4 роки на легких за механічним складом ґрунтах та через 4–5 років – на важких.

Цибулю рекомендується збирати після припинення дощів, коли встановиться сонячна погода. Збирання цибулі–ріпки розпочинають тоді, коли цибулини вже сформовані, містять близько 15–16 % сухої речовини, верхня частина цибулини стала сухою та має жовто–

коричневий колір. У цей час полеглим є приблизно 90% листя. Для прискорення періоду збирання цибулі листя підсушують, використовуючи десиканти. Їх доцільно застосовувати лише у тому випадку, якщо полягло не менше 20% листя цибулі. Машинне збирання доцільно застосовувати лише тоді, коли урожайність цибулі становить не менше 20 ц/га, а самі цибулини стійкі до ударів.

Технологія вирощування цибулі

Принципова технологія вирощування сортів і гібридів ріпчастої цибулі компанії "Syngenta".

Головна вимога – максимально рано звільнити поле в році, який передуює посіву. Висівати цибулю слід якомога раніше, і ґрунт має бути повністю підготовлено з осені. З цього погляду, найкращі попередники – пар і огірок, прийнятні також ранній томат, ранні кавун і диня.

Дуже часто рекомендують висівати цибулю після зернових культур і багаторічних трав. Практика останніх 5–7 років показала, що після таких попередників ґрунти, як правило, заселено шкідниками, які знищують велику кількість паростків цибулі й ушкоджують краплинну трубку (дротяник). Ось чому компанія "Syngenta" не рекомендує використовувати такі попередники для цибулі.

3.1.2. Основна підготовка ґрунту

1. Дискування поля після збирання попередників
2. Застосування гербіцидів суцільної дії після виростання бур'янів до висоти 15–20 см
3. Оранка на глибину 22–24 см через 12–14 днів після внесення гербіциду
4. Культивуація зябу (двічі мірою відростання бур'янів). На зиму поле має "піти" ідеально рівним.

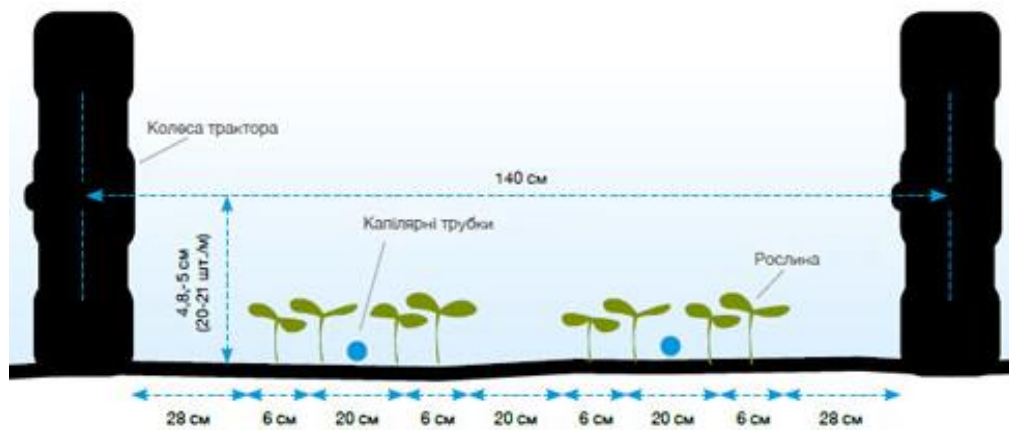


Рисунок .1. Схеми сівби ріпчастої цибулі при вирощуванні на краплинному зрошуванні для технологій з шириною колії трактора 1,4 м

Основні агротехнічні вимоги до посіву насіння цибулі [1-7, 9]

Агротехнічні вимоги регламентують технологічні та якісні показники роботи сільськогосподарських машин, знарядь та агрегатів до яких входять на тих технологічних операціях, де вони застосовуються.

До посіву насіння цибулі сівалкою УПС–8 висувуються наступні вимоги:

- відхилення від заданої норми висіву насіння не повинно перевищувати $\pm 3\%$;
- відхилення від заданої норми висіву туків не повинно перевищувати $\pm 10\%$;
- нерівномірність висіву насіння між апаратами сівалки не повинна перевищувати $\pm 4\%$;
- нерівномірність висіву насіння кожним апаратом сівалки не повинна перевищувати $\pm 2\%$;
- не допускається наявність зовсім не загорнутого насіння, яке б лежало на поверхні поля;
- нерівномірність висіву туків не повинна перевищувати $\pm 8\%$;
- повний і рівномірний висів насіння на задану глибину, відхилення розміщення насіння по глибині не повинне перевищувати $\pm 1,5$ см;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

–відхилення внесення туків на задану глибину та відстань від насіння не повинні перевищувати $\pm 15\%$;

–відхилення основних міжрядь по довжині рядків не повинне перевищувати $\pm 3\%$;

–відхилення стикових міжрядь не повинне перевищувати $\pm 7\%$;
травмування насінин не допускається

Вибір і обґрунтування складу агрегату

Вибір типів і марок машин доцільно починати з енергетичних засобів а потім підбираємо відповідні їм сільськогосподарські машини. При виборі типів і марок потрібно враховувати: 1) природно–кліматичні умови, тип ґрунту і рельєф місцевості; 2) сільськогосподарські культури, які вирощуються в господарстві; 3) розміри полів і їх конфігурацію; 4) характер виконуваних виробничих операцій.

Весь комплекс сільськогосподарських робіт за величиною робочих опорів машин – знарядь, якими виконуються відповідні операції, поділена на кілька груп. Для виконання виробничої операції (сівба цибулі) приймаємо другу групу, до якої належать такі операції, як сівба просапних культур, міжрядний обробіток, тощо. Робочий опір машин при їх виконанні становить 6,0–15,0 кН. Ці роботи найбільш ефективно виконувати тракторами класів 9,0; 14,0; 20,0 кН.

Якість виконання операції та затрати механічної енергії на її виконання залежать від раціонального комплектування агрегату. Раціональність агрегату визначаємо відповідністю трактора і сівалки УПС–8 та оптимального співвідношення тягового зусилля трактора з робочим опором сівалки. Приймавши марку трактора і діапазон робочих швидкостей з технічної характеристики трактора встановлюємо робочі передачі. Враховуючи вищевказані умови, визначаємо тягове зусилля $P_{\text{так}}$, теоретичні швидкості руху трактора на прийнятих передачах V_T .

Оцінка якості роботи посівних машин

Якість роботи машини повинна задовольняти діючим агротехнічним вимогам і вимогам системи машин.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Якість посіву визначаємо за трьома основними показниками: норма висіву насіння, глибина його загортання і ширина стикових міжрядь.

Контроль якості повинен проводитися по кожному показнику.

Норму висіву насіння контролюють не рідше 2–3 разів за зміну. Глибину загортання насіння визначають розкопуванням рядків (в поперек) та заміром глибини розташування насіння не менше 10 раз за зміну. Для цього трохи вирівнюють поверхню поля після двох–трьох сошників, розгортають борозенки перпендикулярно до руху сівалки на довжині 10–20 см і знаходять насіння на дні борозенок. Поперек рядків кладуть понад розкритою борозенкою кладуть одну лінійку, а іншою вимірюють відстань від знайдених насіння до нижнього краю горизонтально розташованої лінійки. При відхиленні середнього значення глибини загортання насіння від заданої більше ніж на ± 1 см регулюють глибину ходу сошників.

Сівалка універсальна просапна УПС-8 призначена для сівби каліброваного та некаліброваного, але відсортованого насіння цукрового і кормового буряка, кукурудзи, соняшнику, сої та інших просапних культур пунктирним способом з одночасним внесенням у рядки, що засіваються, гранульованих мінеральних добрив.

Сівалка агрегатується з тракторами класу 1,4...2,0.

Сівалка призначена для використання в усіх ґрунтово-кліматичних зонах, крім зони гірського землеробства, та повинна забезпечувати висівна ґрунтах, підготовлених до сівби згідно "Вимог до агротехнічного фону" ГОСТ 26711-85.

- котка 10 і шлейфу 9;

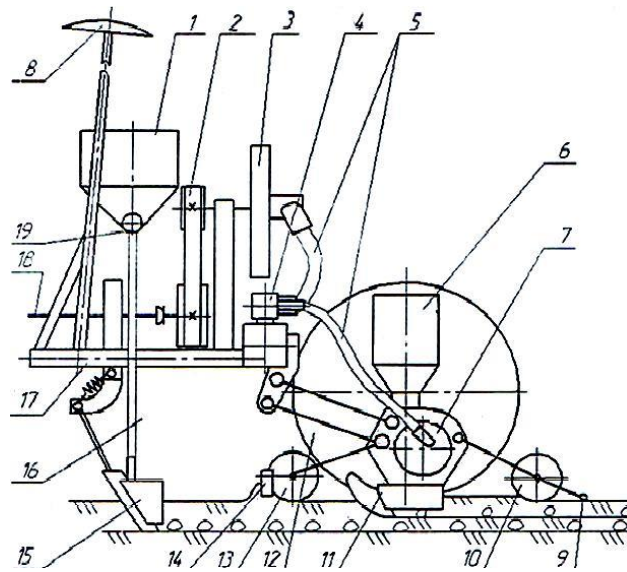


Рисунок 2. Схема універсальної пневматичної сівалки УПС-8

1 – бункер для туків; 2 – поліклинова пасова передача; 3 – вентилятор; 4 – ресивер; 5 – повітропроводи; 6 – бункер для насіння; 7 – пневматичний висівний апарат; 8 – маркер; 9 – планчастий шлейф; 10 – задній прикочувальний V-подібний коток; 11 – наральниковий сошник; 12 – опорно-приводне колесо; 13 – передній прикочувальний коток; 14 – грудковідкидач; 15 – туковий сошник; 16 – тукопровід; 17 – рама; 18 – ВВП трактора; 19 – туковисівний апарат

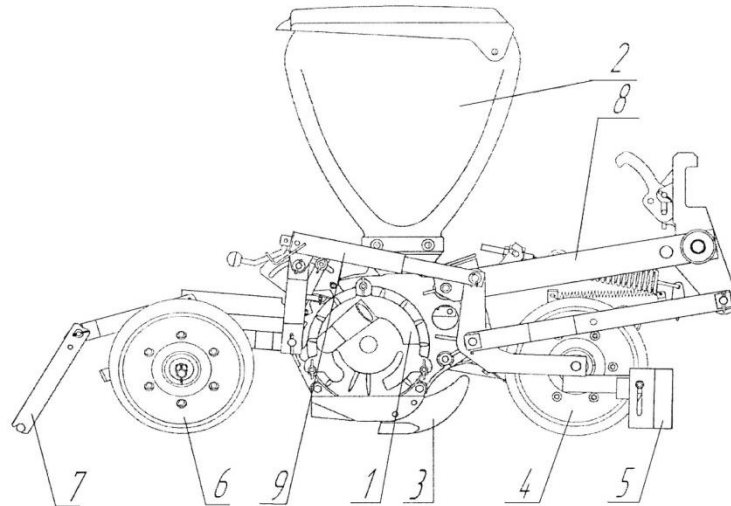


Рисунок 3. Посівна секція

1 – висівний апарат; 2 – бункер для насіння; 3 – наральниковий сошник; 4 – передній прикочуючий коток;

5 – грудковідкидач; 6 – V-подібний прикочуючий коток; 7 – планчастий шлейф; 8 – паралелограмна підвіска; 9 – механізм заглиблення

Обґрунтуванням теми роботи

Аналіз конструкцій сошників овочевих сівалок показав, що крім їх конструктивних параметрів на якість показники загортання насіння в ґрунт впливають форма, розміри та міцності властивості верхнього шару насіння, висота його падіння, вологість та твердість ґрунту.

Після відриву від отвору висівного диску насіння падає до низу сформовану сошником борозну. Внаслідок не співпадання центра ваги з геометричним центром насінини починають обертатися навколо власного центра ваги. Внаслідок цього зовнішня частина насінини має більшу абсолютну швидкість ніж центр ваги. В момент зіткнення з поверхнею борозни зовнішня точка насінини вдаряється в ґрунт. Від зіткнення вона отримує імпульс під таким самим кутом, під яким ця точка вдарялась. В той же час центр ваги насінини ще продовжує свій рух в тому ж самому напрямі до зіткнення з поверхнею борозни. Отримавши імпульс насінини, як однорідна система починає змінювати напрямок руху. В результаті цього всього відбувається відскок висівної частки від поверхні борозни.

Таким чином на дальність відльоту насіння від точки приземлення в борозну впливають:

- швидкість відриву насінини від отвору висівного диску;
- напрям падіння насінини після відриву від отвору висівного диску;
- висота падіння (відстань від центру отвору висівного диску до дна борозни);
- твердість і вологість ґрунту.
- Таким чином, проведені експериментальні дослідження

дозволяють встановити що на якість розміщення насіння впливають висота скидання насіння в борозну, яка забезпечується при розробці машини, твердість ґрунту, яка залежить від щільності, створюють під проведення операцій передпосівного обробітку ґрунту. Вологість ґрунту залежить від природних опадів в осінньо–весняний період та

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

своєчасності виконання тих же операцій передпосівного обробітку ґрунту.

Техніко-економічні показники ефективності запропонованих заходів по підвищенню ефективності використання землі та інших ресурсів

Показник	Технології		Відхилення	
	Базова	Проектна	+;-	%
1. Площа, га.	85	85	-	-
2. Врожайність, ц/га.	72	75	+3	+4,2
3. Валовий збір, ц.	6120	6375	255	+4,2
4. Капітальні вкладення, грн./га.	35790	40830	+5040	+14,1
5. Продуктивність, га/год.	20,76	26,45	+5,69	+27,4
6. Собівартість посіву всього, грн.	16096,65	13287,09	-2806,56	-17,5
7. Собівартість посіву грн./га	189,37	156,32	-33,05	-17,5
8. Річна економія	2806,56		-	

Запропонована технологія дозволила отримати позитивний економічний ефект в розмірі 2204,76 грн., що свідчить про ефективність запропонованих заходів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розроблена механізація вирощування цибулі на базі СФГ "Роксолана" з модернізацією сівалки УПС–8, яка передбачає вирощування та отримання врожаю з мінімальними витратами ручної праці.

Запропонована технологія складена на підставі вивчення новітніх технологій та передового досвіду по ефективному використанні техніки на виконанні операцій при вирощуванні цибулі з врахуванням ґрунтових та природно-кліматичних умов в господарстві та наявної в нього техніки.

В конструкторському розділі запропонована модернізація універсальної пневматичної сівалки УПС–8, яка дозволяє, підвищити надійність роботи, забезпечити якість виконання технологічних операцій та скорочує час на проведення налагоджень.

В науковій частині проведенні дослідження впливу конструкційних параметрів сівалки та природно–кліматичних на якість загортання насіння в борозні.

Запропоновані в проекті технологічні зміни дозволяють одержати річну економію в розмірі 2206,56 грн.

Використана література

1. Технология производства продукции растениеводства/ Фирсов И.П., Соловьев А.М., Раскутин О.А. и др.; Под ред. И.П. Фирсова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 432 с.: ил.
2. http://www3.syngenta.com/country/ua/uk/vegetables/Kultury/tsybulia/Pages/Tehnologiya_tsybulia.aspx
3. <http://agrariy.in.ua/main/machinery-equipment/168-tehnopark-dlya-virobnictva-cibul.html>
4. Диденко И.Ф. Эксплуатация машинно–тракторного парка.– К.: Вища школа, 1977.– 392 с.
5. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно–тракторного парка.– М.: Колос, 1974.– 480 с.
6. Пособие по эксплуатации машинно–тракторного парка. Изд. 2–е, перераб. и доп.– М.: Колос, 1978.– 256 с.
7. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно–тракторного парка. Изд. 2–е, перераб. и доп.– М.: Колос, 1973.– 607 с.
8. Машиновикористання в землеробстві/ В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
9. Бондаренко М.Г., Демешук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. –237 с.: іл.

10. Сеялки универсальные пневматические навесные УПС–8, УПС–12 и их модификации. Инструкция по эксплуатации. – Кировоград: ОАО "Красная звезда". –92 с.
11. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини, /Теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва/ За ред М.І. Черновола – К. Урожай, 2000.

УДК 631.354.026

АЛГОРИТМІЧНА МОДЕЛЬ АДАПТАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ДО УМОВ ЗБИРАННЯ

Смолінський С.В.

канд. техн. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, s_smolinskyu@ukr.net

Анотація: в статті на основі аналізу робочого процесу зернозбирального комбайна сформульована алгоритмічна модель адаптації режимів роботи до умов збирання.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, режими роботи, умови збирання, адаптація.

Постановка проблеми. Основним засобом збирання зернових культур у світі є самохідні зернозбиральні комбайни. В процесі механізованого збирання зернових культур робочими органами зернозбирального комбайна послідовно виконується зрізування хлібостою або обчісування суцвіть, виділення зерна із колоса або волоті та розподіл складових продукту обмолоту на зерно і домішки.

Аналіз відомих результатів досліджень робочого процесу зернозбирального комбайна та досвід по експлуатації збиральних агрегатів показує суттєвий вплив на величину показників ефективності процесу роботи молотильних систем характеристик умов збирання зернових культур та режимів роботи систем.

Оскільки по площі полі спостерігається істотна варіація значень показників характеристики хлібостою, виникає потреба у забезпеченні стабільної і ефективної роботи зернозбирального комбайна та його робочих органів. Найбільш ефективним способом для цього є адаптація режимів роботи молотильних систем і інших елементів зернозбирального комбайна до умов функціонування шляхом контролю значень характеристик збирання і оперативного управління режимами роботи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналізом відомих результатів досліджень та технічних засобів [1-9] встановлено, що для керування режимами роботи зернозбирального комбайна і окремих його робочих органів доцільно використовувати такі технічні і технологічні рішення: бортовий комп'ютер із можливістю прогнозування результатів зміни налаштувань; системи автоматичного управління режимами роботи молотарки; різноманітні способи і пристрої контролю якості роботи комбайнів (насамперед, втрат зерна за соломотрясом комбайна; проектування та оптимізація режимів роботи робочих органів зернозбирального комбайна із застосуванням різних методів на основі алгоритму; прогнозування показників ефективності роботи зернозбирального комбайна шляхом математичного моделювання та із застосування дослідних даних; електронні помічники оператора з можливістю зворотного зв'язку; системи контролю інтенсивності руху хлібної маси на різних робочих органах зернозбирального комбайна (в похилій камері, на решетах тощо) з можливістю регулювання її величини в залежності від умов роботи; системи контролю якості вороху; системи автоматичного управління завантаженням зернозбирального комбайна хлібною масою та регулювання режимами роботи молотильного апарата і комбайна в цілому; системи автоматичного управління режимами роботи елементів решітної системи очистки тощо.

Але для ефективного застосування зазначеного необхідно обґрунтувати модель реалізації адаптації режимів роботи зернозбирального комбайна як елемента системи.

Мета дослідження: на основі аналізу робочого процесу зернозбирального комбайна обґрунтувати алгоритмічну модель адаптації режимів роботи до умов збирання з метою підвищення ефективності функціонування збирального агрегата.

Виклад основного матеріалу. Зернозбиральний комбайн являється складною системою, до складу якої входять основні технологічні елементи – жатна частина (I), молотильна система (II), соломоочисник (III) та решітну систему очистки (IV). При цьому кожен елемент системи характеризується параметрами R_i та режимами роботи T_i .

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

На основі аналізу робочого процесу зернозбирального комбайна та особливостей взаємодії технологічного матеріалу з робочими органами збиральної машини [3,5,6,7,9] представимо алгоритм адаптації режимів роботи зернозбирального комбайна до умов виконання процесу у вигляді блок-схеми (рис. 1).

Представлена блок-схема визначає взаємний вплив параметрів і режимів роботи жатної частини, молотильної системи, соломоочисника та решітної системи очистки з можливістю управління на основі динамічного програмування із урахуванням наслідків регулювання на наступних робочих органах зернозбирального комбайна.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

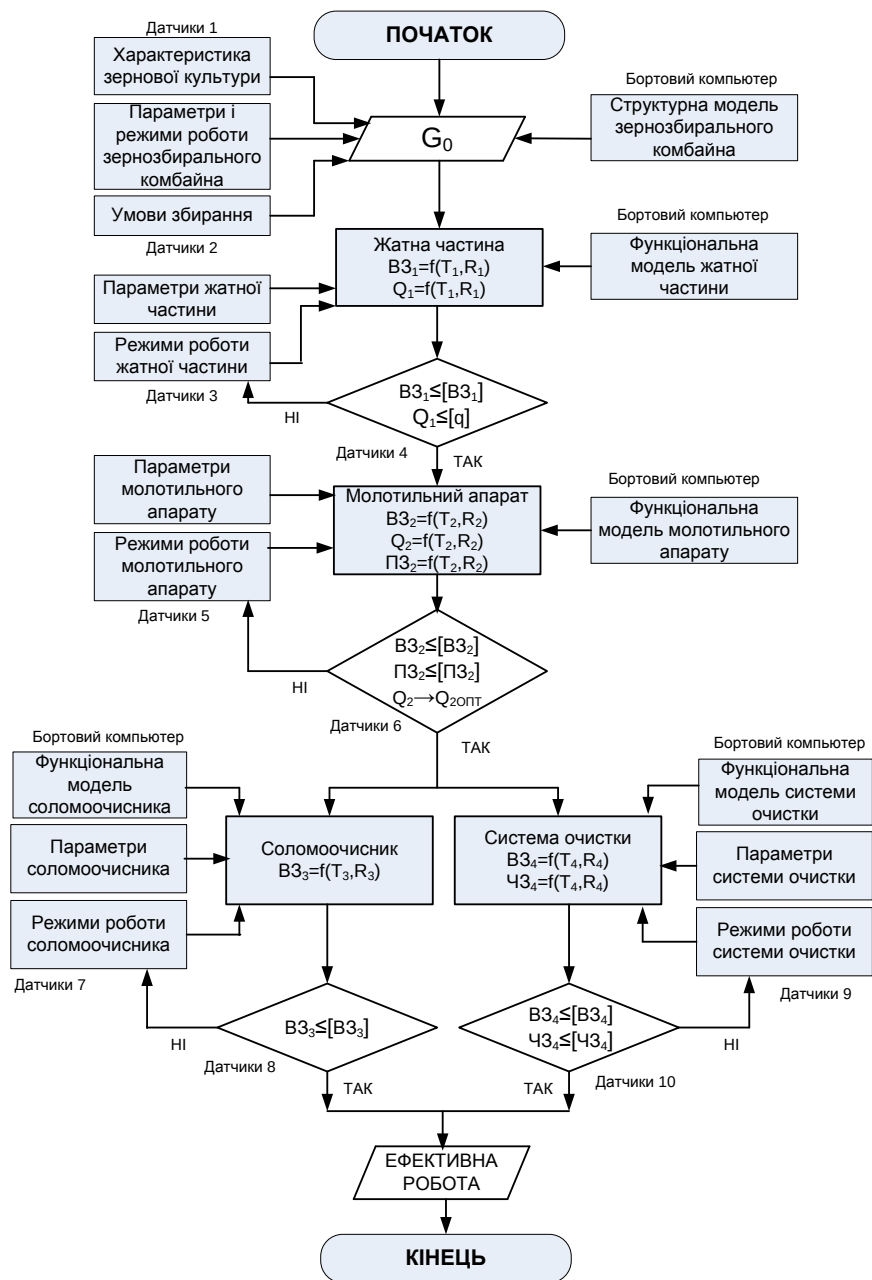


Рис. 1. Блок-схема адаптації режимів роботи зернозбирального комбайна до умов виконання процесу

Висновки: Оскільки зернозбиральний комбайн є складною системою, до складу якої входять технологічні елементи, що характеризуються параметрами та режимами роботи, враховуючи особливості протікання робочого процесу зернозбирального комбайна та особливості взаємодії технологічного матеріалу з робочими органами збиральної машини, було обґрунтовано алгоритмічну модель адаптації режимів роботи зернозбирального комбайна до умов виконання процесу у вигляді блок-схеми. Зазначена робоча схема може використовуватися у вигляді програми, що завантажується в бортовий комп'ютер зернозбирального комбайна і використовуватиметься для автоматичного управління режимами роботи, або для оперативного прийняття рішення безпосередньо оператором.

Список використаних джерел:

1. Анискевич Л.В. Регулирование режимами функционирования уборочных машин по прогностическим картограммам урожайности /Л.В. Анискевич, Д.Г. Войтюк, С.В. Смолинский// - MOTROL Motoryzacja i energetyka rolnictwa. T. 12 . Lublin, 2010. – P. 15-22.
2. Димитров В.П. К вопросу об автоматизации контроля показателей качества работы зерноуборочного комбайна / В.П. Димитров, В.С. Катаев, И.А. Маркво, А.С. Тишин // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы международной научно-практической конференции, 2-3 марта 2011 / Ростов н/Д., 2011. – с.226-229.
3. Кузин Г.А. Совершенствование зерноуборочного комбайна на основе новых технологических принципов/ Г.А. Кузин// Вестник ДГТУ. – 2005. – Т.5. №5(27). – С. 683-691.
4. Мироненко В.Г. Науково-технічні основи розробки засобів механізації з керованою якістю виконання технологічних процесів у рослинництві: дис... д-ра техн. наук / В.Г. Мироненко // - К., 2006. – 398 с.
5. Панфилов Л.М. Оптимизация технологических режимов работы зерноуборочных комбайнов: автореф. дис... канд. техн. наук / Л.М. Панфилов // – М., 2000. – 32 с.

6. Паршин Д.Я. Математическая модель материальных потоков в зерноуборочном комбайне / Д.Я. Паршин, Д.Г. Шевчук// Вестник ДГТУ. – 2012. – №2 (63), вып. 2. – С. 62-67.
7. Смолінський С.В. Аналіз і синтез жаток зернозбиральних комбайнів / С.В. Смолінський. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2018. – 160 с.
8. Смолінський С.В. Методологічні принципи оцінки ефективності роботи зернозбиральних комбайнів по величині втрат зерна /С.В.Смолінський// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка Випуск 170.- Харків, 2016. - С. 134-137.
9. Тронеv С.В. Технологическое обоснование повышения производительности зерноуборочных комбайнов на основе оптимизации структурно-топологической модели. дисс. докт. техн. наук / С.В. Тронеv // Волгоград, 2017. – 531 с.

Аннотация: в статье на основе анализа рабочего процесса зерноуборочного комбайна сформулирована алгоритмическая модель адаптации их режимов работы к условиям уборки.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, режимы работы, условия уборки, адаптация.

Annotation: There are formulated in the article the algorithmic model of adaptation for harvester's regimes to the harvesting parameters on the basis of analysis of combine harvester process.

Keywords: combine harvester, regimes, harvesting parameters, adaptation.

© Смолінський С.В., 2019

УДК 631.333.92:631.22.018

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ПТАХІВНИЦТВА І ТВАРИННИЦТВА

Скляр О.Г.¹, Скляр Р.В.²

¹канд. техн. наук, професор, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, oleksandr.sklyar@tsatu.edu.ua;

²канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, radmila.skliar@tsatu.edu.ua

Анотація: в статті проаналізовано найбільш розповсюджені сучасні способи утилізації відходів птахівництва і тваринництва, які існують в Україні та за кордоном.

Ключові слова: гній, послід, утилізація, біогаз, біодобриво.

Постановка проблеми: Особливу увагу заслуговує проблема переробки відходів птахофабрик і тваринницьких ферм, велику частку яких становить послід та гній [1,2]. Своєчасне невжиття примусово-запобіжних заходів з утилізації цих відходів призвело до того, що багато підприємств, що розміщаються біля великих міст і селищ, стали чинити негативну дію на санітарно-екологічний стан навколишнього природного середовища. Стало відбуватися помітне забруднення прилеглих до підприємств рельєфу ґрунтів, водойм, лісів і пасовищ. Зрештою наноситься серйозна економічна, екологічна та соціальна шкода не тільки сільськогосподарським угіддям, а й жителям сусідніх населених пунктів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій: Більша частина органічної сировини птахівничих та тваринницьких комплексів не переробляється [1,2,4], накопичується поблизу них, утворюючи «озера гною» без ознак життя флори і фауни. Пташиний послід та гній, як добрива втрачають свої цінні удобрювальні властивості і являють постійну загрозу екологічному благополуччю населення і сусіднім господарствам.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Аналіз останніх досліджень показав, що для переробки посліду необхідна технологія, яка відповідає таким основним вимогам [3,5]:

- екологічна безпека виробництва (мінімізація ступеня впливу технології переробки на навколишнє середовище);
- відсутність потреби використання поглинаючих матеріалів і наповнювачів (торф, солома, тирса, мінерали, наприклад, окис кальцію тощо);
- мінімізація обсягів забудови під технологічне обладнання;
- порівняльна технологічність і окупність за рахунок реалізації продукту переробки.

Мета дослідження: провести детальний аналіз існуючих способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва.

Виклад основного матеріалу. Існують сучасні технології утилізації та переробки відходів птахівництва і тваринництва, нижче розглянемо особливості кожної з них.

Обладнання *VacuumEcoDry* [1,2] дозволяє переробляти пташиний послід в сухе органічне добриво, яке є унікальним за своїми властивостями. Після переробки, сухий послід зберігає у своєму складі всі корисні, з точки зору агрохімії, речовини, присутні у вихідній сировині, при цьому органічне добриво здатне довго зберігатися і легко транспортується.

Технологія обладнання *VacuumEcoDry* являє собою процес розподілу в діапазоні температур від 40 до 90⁰ С і тиску від 30 до 250 мм. рт. ст. вихідного матеріалу вологістю до 99% на три складові:

- сухе органічне добриво, корм, паливо вологістю до 1%, яке може без будь-якої додаткової обробки використовуватися як добриво, служити білкової кормовою добавкою для худоби та птиці, паливом;
- воду, придатну для подальшого використання;
- екологічно безпечний газ.

Традиційне сушіння [2,4] зазвичай відбувається за принципом многостадійної обробки вихідного матеріалу: механічне згущення (центрифугування, фільтрація, віджимання тощо); випаровування і розпилення. Багатостадійність ліній сушіння, які використовуються на практиці, призводить до значних капіталовкладень на етапі формування ділянок зневоднення. Крім того, процеси випаровування і

розпилення, як правило, проводяться при температурах від 90 до 150⁰С, що неприпустимо для таких речовин, як вітаміни, цукор, деякі білкові сполуки, амінокислоти тощо. Подібні речовини бажано обробляти в діапазоні температур від 40 до 90⁰ С. Цей температурний діапазон може бути забезпечено лише при проведенні процесу в умовах вакууму.

Тому обладнання VacuumEcoDry, в основі роботи якого знаходиться безперервний екологічно-безпечний одностадійний технологічний процес сушіння в вакуумі, що дозволяє забезпечувати обробку вихідного продукту в режимі сприятливих температур із збереженням корисних властивостей вихідного матеріалу, стало актуальним в даний час.

Компанія ТОВ «Центрінвестпроект» [2] пропонує технологію, що дозволяє переробляти гній, відходи тваринництва, послід, в синтетичний або генераторний газ - суміш СО і Н₂ з теплотворною здатністю 1200 Ккал - альтернативу природному газу, мазуту і вугіллю в парових котлах, дизельному паливу в дизель-генераторі (Рисунок 1). Синтез-газ з установок утилізації гною *BioPEКС* є універсальною сировиною для виробництва продуктів органічної хімії, включаючи моторні палива (бензин та дизельне паливо) другого покоління. Ця технологія представляє ідею зваженої взаємодії з природою при утилізації і переробці гною - відходів свиноферм, тваринницьких комплексів, а також спосіб об'єднання декількох виробництв в високоефективну технологічну лінію в повністю безвідходному циклі, відповідно до найсуворіших вимог природоохоронного законодавства. Автономні, модульні, мобільні, в габаритах 6 і 12-ти метрового контейнера - установки не вимагають підключення до інженерних мереж, складних підготовчих будівельних робіт і пусконаладження.

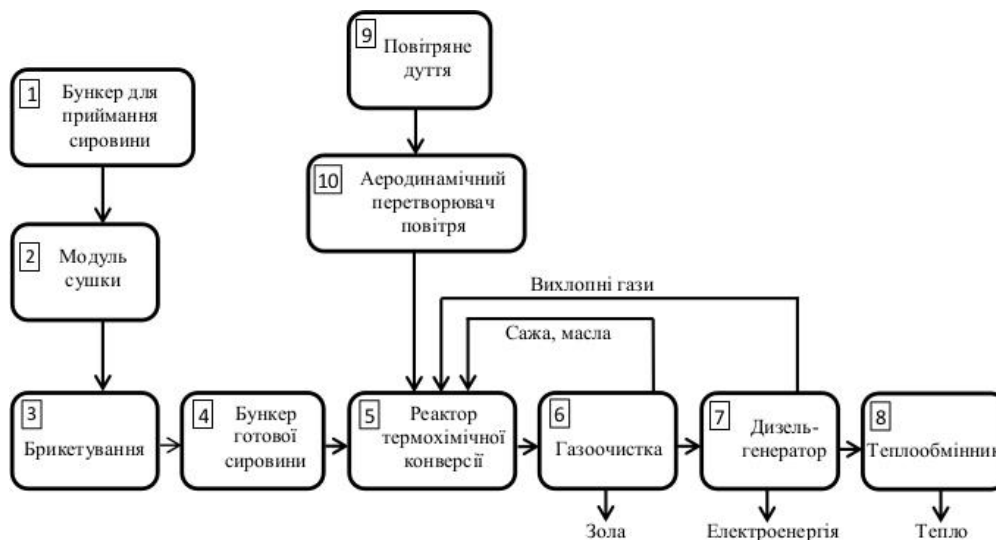


Рисунок 1. - Принципова схема переробки відходів птахівництва і тваринництва

Технологія термохімічної конверсії БіоРЕКС займає лідируючі позиції в сфері переробки вуглецьвмісної сировини та отримання енергоносіїв - по вартості обладнання, виходу товарних енергоносіїв, екологічності та компактності.

ТОВ «НВО БАЛТЕК» [3] розробило кілька варіантів обладнання та технологій для дезактивації пташиного посліду та свинячого гною за одну добу. Швидка дезактивація гною стала можливою завдяки спільному застосуванню сорбенту «Абсолют-Агро» і установки «Абсолют - Сепаратор».

Освітлена фракція (Етап 1) являє собою технічну воду без запаху, насичену легкозасвоєними формами аміаку. Вона використовується для поливу теплиць. Після додаткової очистки (Етап 2) освітлена фракція використовується як питна вода для птиці, худоби, свиней. Тверда фракція - це високомінеральне добриво з класом небезпеки IV-V, яке насичене мікроелементами (мідь, сірка, селен і т.п., всього близько 50 елементів), так само використовується як білкова кормова добавка, підстилка для худоби тощо. Технологія проста у використанні, не вимагає капітальних витрат і додаткових площ, а також інтегрується в будь-який виробничий ланцюжок.

Вченими [2,4] було розроблено безвідходну енергозберігаючу технологію переробки відходів птахівництва. В основі цієї технології лежить мікробіологічна деструкція органічної частини посліду в

анаеробних умовах. Використання інших способів переробки дозволяє комплексно використовувати практично весь хімічний і енергетичний потенціал цієї сировини з отриманням корисних продуктів. Одночасно вирішуються завдання забезпечення охорони навколишнього середовища, санітарно-гігієнічного благополуччя птахівничих комплексів та використання нетрадиційних джерел енергії.

Технологічний процес переробки складається з шістьох етапів. На першому етапі відбувається підготовка вихідної сировини для процесу анаеробного зброджування. На другому етапі підготовлена сировина піддається «якісному» зброджуванню в анаеробних умовах. В процесі зброджування виділяється біогаз, що містить до 80% метану. Біогаз використовують для одержання електроенергії або теплоносія (гарячої води). Слід зазначити, що під час метанового зброджування послід знезаражується від хвороботворної мікрофлори, насіння бур'янів повністю втрачають схожість, хімічні сполуки мінералізуються, в результаті чого в збродженому пташиному посліді практично повністю зберігаються поживні речовини [5,6]. На третьому етапі зброджений послід розділяється на рідку (вологістю 98...99%) і тверду (органіка) фракції. На першій стадії відбувається виділення із збродженої маси близько 70% рідини, на другій стадії вологість твердої фракції доводять до 50...55%. Для цього були розроблені розділові пристрої, що дозволяють досягати поставленої мети з найменшими затратами енергії. Четвертий етап - приготування гранульованих органічних добрив. З цією метою використовується шнековий прес зі збірною пресувальною матрицею, що складається з двох частин: пресувальної і релаксаційної. П'ятий етап - сушка гранульованих добрив. Використання відхідних газів для сушки гранул дозволяє значно скоротити енерговитрати. Шостий етап - отримання білково-вітамінного концентрату. Рідка фракція збродженого посліду, що отримано на етапі розподілу посліду на фракції багата бактеріальним білком (68...74%). На цьому етапі переробки з рідкої фракції збродженого посліду способом сепарування виділяються бактерії метаногенної асоціації.

В даний час класичні зарубіжні біогазові технології, в основному, не забезпечують переробки чистого посліду без додавання інших видів

відходів через високу концентрацію амонію, мають високий рівень капітальних витрат, не дозволяють використовувати українські комплектуючі, що обумовлює значні валютні ризики і знижує прибутковість інвестиційних проектів.

Технологію засновано на інноваційному способі ферментації для субстратів з низьким показником C/N при використанні високої температури і підвищеного тиску в реакторах [2,4], що дозволяє скоротити концентрацію амонію в субстраті, забезпечити знешкодження посліду від всіх можливих патогенних складових. Скорочення термінів метанізації і бродіння забезпечують менший обсяг ферментерів і капітальних витрат. Високий вміст метану (CH_4) доводить ефективність процесу.

Після завершення циклу бродіння і виходу біогазу зброджена маса направляється в Модуль *LANDCO* [2], де розділяється на чисту воду і концентрат, який переробляється в високоякісне NPK добриво, що відповідає необхідним технічним умовам для експортних поставок. На відміну від гранульованих добрив, отриманих з непереробленого посліду, NPK добриво користується високим попитом на світовому ринку і забезпечує значну частину виручки інвестиційного проекту утилізації.

Висновки: Аналіз розглянутих технологій утилізації відходів птахівництва і тваринництва показав, що один з основних шляхів вирішення проблеми руйнуючої дії на біосферу - подальший розвиток та розширення сфери застосування біотехнологій. Впровадження біотехнологій веде до створення екологічно чистих технологій в різних сферах людської діяльності, включаючи більш раціональне використання природних ресурсів і створення замкнутих виробничих циклів.

Список використаних джерел:

1. Скляр О. Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
2. Эдер Б. Биогазовые установки. *Практическое пособие*/ Б. Эдер, Х. Шульц// сайт. URL: http://zorgbiogas.ru/upload/pdf/Biogas_plants_Practics.pdf
3. Skliar A. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant/ A. Skliar, R. Skliar// MOTROL: *Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol. 16. No. 2, b. Pp. 183–188.
4. Баадер В. Биогаз: теория и практика/ В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. - М.: Колос, 1982. - 148 с.
5. Скляр О.Г. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці/ О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, С.М. Григоренко// Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: наукове фахове видання. - Харків, 2019. - Вип.199. - С. 267-275.
6. Скляр О.Г. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування/ Скляр О.Г., Скляр Р.В.// Науковий вісник ТДАТУ. - Мелітополь, 2014. - Вип.4. Т.1. - С. 3-9: сайт. URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf4t1/3.pdf>

Аннотация: в статье проанализированы наиболее распространенные современные способы утилизации отходов птицеводства и животноводства, которые существуют в Украине и за рубежом.

Ключевые слова: навоз, помет, утилизация, биогаз, биоудобрение.

Summary: the article analyzes the most common modern methods of disposal of poultry and livestock waste that exist in Ukraine and abroad.

Key words: manure, litter, utilization, biogas, biofertilizer.

УДК 631.171: 633.63

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ПО ГРЕБЕНЕВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

Теслюк В.В.¹, Барановський В.М.², Теслюк В.В.³

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² д-р т. наук, професор Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя м. Тернопіль

³ магістр, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

Анотація.

Проаналізовано інтенсивні технології виробництва цукрових буряків. Запропоновано гребеневу технологію осіннього передпосівного обробітку ґрунту з послідуною весняною сівбою.

Ключові слова: обробіток, ґрунт, поверхня поля, цукрові буряки, вирощування, передпосівний обробіток ґрунту, ефективність, технології.

Постановка проблеми:

Технологія вирощування цукрових буряків включає послідовно виконувані операції обробки ґрунту, внесення добрив, весняної передпосівної обробки, сівби та догляду за посівами, які забезпечують необхідні умови для проростання насіння, росту і розвитку коренеплодів та накопичення в них цукру а також збирання урожаю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Передпосівний обробіток ґрунту характеризується своєчасним і якісним виконанням технологічних операцій з мінімальними впливом на створений агрофон. Багаторічні результати досліджень наукових установ показують, що цукрові буряки досить вимогливі до якості передпосівної підготовки ґрунту. Тому для їх вирощування, повинні бути розроблені і впроваджені зональні прийоми і технології, які передбачали б мінімалізацію передпосівного обробітку ґрунту, особливо важкого за механічним складом.

Мета дослідження: Підвищення ефективності вирощування органічної продукції рослинництва.

Виклад основного матеріалу: Аналіз розвитку науки і практики в напрямку створення енергозберігаючих й ґрунтозахисних технологій виробництва цукрових буряків дав нам підстави для розробки, дослідження та впровадження способу їх виробництва на ґрунтах важких за механічним складом, який підвищує їх продуктивність, знижує матеріальні та енергетичні затрати. Суть її полягає в наступному: восени на фоні напівпарового або поліпшеного обробітку ґрунту на вирівненій поверхні поля культиватором (наприклад УКРП-5,4 або УСМК-5,4), обладнаним туковисівними апаратами, локально вносять мінеральні добрива, які розміщують по лінії майбутніх рядків на інтервалах заданої ширини міжрядь 45 см, в зоні найкращого розвитку кореневої системи рослин на глибину 16-20 см з одночасним формуванням гребенів спеціальними робочими органами над стрічками внесених добрив.

Формування гребенів восени сприяє інтенсивному накопиченню вологи, а весною швидкому дозріванню ґрунту в зоні гребенів, що дозволяє в більш ранні строки проводити сівбу і збільшити вегетаційний період. Ранньою весною гребені зрізають до висоти 3-4 см відносно поверхні з одночасним стрічковим внесенням гербіцидів в зону рядка з наступним висівом насіння цукрових буряків.

В результаті проведених досліджень встановлено, що за умов більш ранніх строків сівби відмічено зниження ураження рослин цукрових буряків коренеїдом в 1,8 рази порівняно з традиційним, отримано достовірний приріст урожайності коренеплодів і збір цукру відповідно на 4,8 т/га і 0,7 т/га, в той же час виключення прийомів весняного боронування, шлейфування, глибокого обробітку, суцільного внесення гербіцидів, передпосівного обробітку зумовило зниження витрат праці в 1,5 рази, пального - в 2,5 рази, грошових витрат - в 1,9 рази.

Висновки:

Наукове і практичне обґрунтування технологічної операції передпосівного обробітку ґрунту шляхом осіннього формування гребенів показало позитивні результати і є актуальним для наукових досліджень та практичної реалізації технологічного процесу.

Abstract.

The technology intensive of cultivating sugar beet root crops is analyzed. The technological operation of pre-sowing cultivation of the soil of autumn field profiling with subsequent spring sowing is proposed.

Key words: sugar beets, cultivation, pre-planting of soil, efficiency, technology.

Аннотация.

Проанализировано интенсивные технологии производства сахарной свеклы. Предложено гребневую технологию осенней предпосевной обработки почвы с последующим весенним посевом.

Ключевые слова: почва, поверхность поля, сахарная свекла, выращивание, предпосевную обработку почвы, эффективность, технологии.

Список використаних джерел:

1. Зубенко В.Ф. Довідник буряководів / В.Ф. Зубенко. – К. : Урожай, 1991. – 237 с.
2. Гречкосій В.Д. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник/ В.Д.Гречкосій, В.Д.Войтюк, Р.В. Шатров, І.І.Мельник, Я.М. Михайлович, В.Г. Опалко. – Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 364 с.
3. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Агроосвіта, 2015. – 679 с.
4. Рудь А.В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільсько-господарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / [А.В. Рудь, І.М. Бандера, Д.Г. Войтюк та ін.] ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 432 с.; іл.
5. Рудь А.В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / [А.В. Рудь, І.М. Бандера, Д.Г. Войтюк та ін.] ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 432 с.; іл.

© Теслюк В.В., Барановський В.М., Теслюк В.В., 2019

УДК 631.171: 633.63

**АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ОЧИЩЕННЯ ВОРОХУ ПРИ ЗБИРАННІ КОРМОВИХ БУРЯКІВ**

Теслюк В.В.¹, Барановський В.М..², Колодяжний Д.О.³

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² д-р т. наук, професор Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя м. Тернопіль

³ студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Анотація:

Розглянуто технологічний процес збирання коренеплодів кормових буряків. запропоновано технологічно обґрунтовану нову конструкцію комбінованого очисника вороху кормових буряків коренезбиральної машини з гвинтово-вальцьовим очисником.

Ключові слова: кормові буряки, збирання, робочі органи, очисник вороху, гвинтово-вальцьовий очисник, ворох, конструкція, ефективність.

Постановка проблеми:

Виробництво коренеплодів кормових буряків має велике значення для підвищення продуктивності тваринництва, є цінним соковитим кормом для тварин. Збільшення виробництва і зниження собівартості коренеплодів кормових буряків в значній мірі стримується ще низьким рівнем механізації їх виробництва і, особливо, збирання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Збирання коренеплодів кормових буряків є затратним і трудомістким процесом. Збирають коренеплоди машинами аналогічними, що застосовують для збирання цукрових. В агропідприємствах, які спеціалізуються на тваринництві і для власних потреб вирощують кормові буряки, ще до сих пір застосовують розроблені, досліджені і перевірені в виробничих умовах машини МКК- 6, РКМ- 6- 03 і КС- 6Б - 05. Нові машини пропонуються для

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

застосування, але вони досить є дорогими і довгоокупними, хача, витрати праці за умов використання нових машин знижуються до 120...150 людино-годин на гектар.

Мета дослідження: Підвищення ефективності вирощування коренеплодів буряків шляхом покращення якості очистки.

Виклад основного матеріалу: Якщо механізоване збирання кормових буряків на легких ґрунтах практично вирішене, то на важких ґрунтах і середніх при збільшеній або зниженій вологості воно залишається вирішеним не до кінця. Залежно від умов роботи і забур'яненості полів загальна кількість домішок у воросі коренеплодів складає більше 15 %. Велика кількість домішок пояснюється використанням недосконалих технологічних процесів та робочих органів для очищення коренеплодів, котрі при цьому не забезпечують належну сепарацію ґрунту і рослинних залишків, не відділяють залишки гички від головок коренеплодів, пошкоджують значну кількість коренеплодів (до 40 %). У зв'язку з цим розробка та удосконалення робочих органів коренезбиральних машин для відокремлення домішок від коренеплодів кормових буряків при їх мінімальному пошкодженні є актуальною народногосподарською задачею.

Нами проаналізовано сучасні конструктивно-технологічні схеми очищення вороху і запропоновано технологічно обґрунтовану нову конструкцію комбінованого очисника вороху кормових буряків коренезбиральної машини з гвинтово-вальцьовим очисником для збирання коренеплодів кормових буряків на середніх і важких ґрунтах в умовах збільшеної і зниженої вологості ґрунту. Експериментально встановлено допустимі швидкості співудару коренеплодів кормових буряків з поверхнями робочих органів очисника на маятниковому копрі.

Висновки:

Використання запропонованої конструкції комбінованого гвинтово-вальцьового очисника підвищує якість і ступінь відокремлення домішок від коренеплодів: зменшує загальне забруднення вороху зібраних коренеплодів на 15-25%, знижує затрати праці майже у 1,5 рази за рахунок виключення ручної праці на

доочищення коренеплодів.

Список використаних джерел:

1. Гевко Б.М., Вивюрка Н.Є. Конструктивно-технологічні схеми сепараційних робочих органів бурякозбиральних машин. // Вісник Тернопільського державного технічного університету. Том 5, №3.- Тернопіль: ТДТУ, 2000.- с. 28-33.
2. Барановський В.М. Основи розробки адаптованих транспортно-технологічних систем коренезбиральних машин / В.М. Барановський, Н.А. Дубчак, В.В. Теслюк, М.Р. Паньків, В.Б. Онищенко – К.: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 176 с.

Аннотация:

Рассмотрены технологический процесс уборки корнеплодов кормовой свеклы. предложено технологически обоснованную новую конструкцию комбинированного очистителя вороха кормовой свеклы корнеуборочной машины с винтово-вальцовым очистителем.

Ключевые слова:

Кормовая свекла, сбора, рабочие органы, очиститель вороха, винтовая-вальцовый очиститель, ворох, конструкция, эффективность.

Annotation:

The technological process of harvesting root beet fodder has been considered. a technologically grounded new design of a combined purifier of a forage beet of a root-harvesting machine with a screw-roller purifier is proposed.

Keywords:

fodder beets, harvesting, working bodies, heap cleaner, screw-roller cleaner, heap, construction, efficiency.

© Теслюк В.В., Колодяжний Д.О., Барановський В.М. 2019

УДК 631.4; 631.31

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ БОРІН ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Теслюк В.В.¹, Желяк О.В.², Вечера О.М.³

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² магістр, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

³ ст. викладач, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Анотація:

Розглянуто технології основного та передпосівного обробітків ґрунту із застосуванням знарядь з ротаційними робочими органами. Запропоновано застосування ґрунтообробного знаряддя оснащеного ротаційно-лопатевими робочими органами .

Ключові слова: обробіток ґрунту, знаряддя, ротаційні робочі органи, структура ґрунту, ефективність.

Постановка проблеми:

В системі основного та передпосівного обробітків ґрунту широкого застосування набуває обробіток ґрунту знаряддями з ротаційними робочими органами. Найбільш широко використовуються ґрунтообробні знаряддя типу БДН-1,8, БДТ-3, БДТ-7, оснащені сферичними вирізними роторами [1,2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Використання цих знарядь забезпечує скорочення термінів підготовки ґрунту до посіву, зниження енерговитрат та витрат праці на 20...25%, в порівнянні, з іншими типами ґрунтообробних машин. Однак, в силу своїх конструктивних особливостей ґрунтообробні знаряддя оснащені серійними робочими органами не повною мірою забезпечують агротехнічні вимоги стосовно заробки добрив, рослинних решток, гербіцидів тощо. Так, при заробці дисковою

бороною на поверхні ґрунту, в шарі 0...6мм, залишається до 75% внесених добрив, що значно зменшує ефективність їх використання сільськогосподарськими рослинами. Тому необхідним є обґрунтування робочих процесів спрямованих на покращення показників обертання скиби та розробка конструкцій ротаційних робочих органів, які забезпечували б достатню якість обробітку за показниками заробки в ґрунт на оптимальну глибину стерні, органічних та мінеральних добрив тощо.

Мета дослідження: Підвищення ефективності основного та передпосівного обробітку ґрунту.

Виклад основного матеріалу: За результатами попередніх аналітичних досліджень запропоновано ротаційний робочий орган, оснащений ножами-лопатями, передня робоча поверхня яких є коноїдом, уніфікований до борін БДН-1,8, БДВ-3, БДВ-7. Встановлені оптимальні межі варіювання кута атаки $\beta=20^\circ\ldots23^\circ$ батареї робочих органів, та відстань між роторами в батареї $l=0,20\ldots0,22$.

За результатами дослідження структурно-агрегатного складу ґрунту встановлено, що кількість агрегатів ґрунту ($d<0,25$ і $d>10$), які не відповідають агрономогам, у запропонованих варіантах №1 та №2 зменшилась на 14,5% і 12,7% відповідно, до фону та на 2,8% і 1,0% відповідно, до базового варіанта а коефіцієнт структурності в порівнянні з базовим варіантом збільшився в 1,14 (варіант 1) та 1,04 (варіант 2) рази.

Встановлено, що застосування ґрунтообробного знаряддя оснащеного ротаційно-лопатевими робочими органами дозволяє зменшити кількість ерозійно-небезпечних агрегатів ґрунту на 14,5% в порівнянні з агрофоном, та на 2,8% відносно базового варіанту порівняння; коефіцієнт структурності в порівнянні з базовим варіантом збільшився в 1,14; абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...20см в порівнянні з базовим варіантом була вищою на 5,6%; щільність обробленого ґрунту знаряддям з пропонованими робочими органами відповідає агрономогам і становить 1,198г/см³, що на 6,2% менше ніж для базового варіанту і на 37% менше у порівнянні з агрофоном; величина опору зминання ґрунту (твердість) становить 49,77кН/м², що

менше на 15,7% у порівнянні з базовим обробітком та на 43% менше у порівнянні з фоном.

Висновки:

Показник заробки добрив та рослинних решток, в порівнянні з базовим варіантом, збільшився в 2,07 разів і становить 87% та відповідає теоретично визначеному значенню. Максимальна гребнистість мікрорельєфу профілю обробленої поверхні поля за обробітку знаряддям оснащеним пропонованими ґрунтообробними робочими органами не перевищує 5,6см.

Список використаних джерел:

1. Минеев В. Г. Агрохимия: Учебник / Минеев В.Г. // – М.:Изд-во МГУ, 1990. – 486 с.
2. Корабельский В. И. Техническое обоснование и использование в экологической почвообработке поверхностей знакопеременного воздействия / Корабельский В.И., Кравчук В.И., Павлоцкая В.А. // Техника АПК. – 2001. - №7-9. – С.24-26
3. Кухарець С.М. Кінематична модель ротаційного ґрунтообробного знаряддя / Кухарець С.М., Шелудченко Б.А., Забродський П.М. // Вісник Державної агроєкологічної академії України. – Житомир. – ДАУ. - 2002. – №1. – С.133-137.
4. Модельні дослідження макетів ротаційних робочих органів ґрунтообробних знарядь /С.М.Кухарець, Б.А.Шелудченко, В.О.Шубенко та ін. // "Механізація сільськогосподарського виробництва": Зб. наук. пр. Нац. аграр. ун-ту. – К. - НАУ. - 2000. – №8. – С.199-202.
5. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. // – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
6. Надійність роботи ґрунтообробного знаряддя з “кільцевими” ротаційними робочими органами за наявності у них технологічних тріщин / Б.А. Шелудченко, В.О. Шубенко , С.М. Кухарець та ін. // Вісник Державної агроєкологічної академії України. – Житомир. - ДААУ. - 1999. – №1-2. – С.124-129.

Аннотация:

Рассмотрены технологии основного и предпосевной обработок почвы с применением орудий с ротационными рабочими органами. Предложено применение почвообрабатывающего орудия, оснащенного ротационно-лопастными рабочими органами.

Ключевые слова:

Обработка почвы, орудия, ротационные рабочие органы, структура почвы, эффективность.

Abstract.

The technologies of basic and pre-sowing tillage with the use of tools with rotary working bodies are considered. It is suggested to use soil tillage equipment equipped with rotary-bladed working bodies.

Keywords:

Tillage, tools, rotary working bodies, soil structure, efficiency.

© Теслюк В.В., Желяк О.В., Вечера О.М., 2019

УДК 631.31

АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ГРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

Теслюк В.В.¹, Драганер Г.Ю.², Вечера О.М.³

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

³ ст. викладач, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Анотація:

Проаналізовано завдання та проблеми механізованого передпосівного обробітку ґрунту. Запропоновано раціональний шлях підвищення ефективності обробітку ґрунту.

Ключові слова:

Передпосівний обробіток ґрунту, комбінований ґрунтообробний агрегат, родючість ґрунту.

Постановка проблеми:

В аграрному виробництві найважливішими проблемами механізованого передпосівного обробітку ґрунту є скорочення часу на його обробіток, збереження родючості та регульоване руйнування природної структури. Механічний обробіток ґрунту базується на чотирьох основних загальноприйнятих прийомах: оранці, розпушуванні, культивуванні, прикочуванні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

З агротехнічної точки зору послідовне виконання вказаних операцій призводить до збільшення числа проходів агрегатів по полю. Зменшення кількості таких проходів, часу на виконання технологічних операцій, а також зменшення випаровування вологи – базові ідеї для розробки та впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів [1]. В умовах сучасних систем землеробства передпосівний обробіток у сівозмінах

має бути протиерозійний та різноглибинний, при якому чергуються глибокі, середні, мілкі, поверхневі, полицеві та безполицеві обробітки. В умовах Полісся України, де найбільш родючі ґрунти недостатньо вивчені передпосівний обробіток ґрунту плоскорізними знаряддями, є основою сучасних систем землеробства. Наукою і практикою встановлено, що внаслідок плоскорізного обробітку на поверхні поля залишається від 80 до 90 % рослинних решток, що запобігають вітровій та водній ерозії ґрунту, забезпечують снігозатримання, зберігають вологу, сприяючи одержанню вищих врожаїв. Актуальним науково-практичним завданням під час проведення комбінованого обробітку є використання таких агрегатів, які б виконували передпосівний обробіток і зберігали структурність ґрунту, що впливає на природні фізико-механічні, хімічні й біологічні властивості. Структурним вважається грудкувато-зернистий ґрунт з вмістом агрегатів розміром від 0,25 до 20 мм понад 50 %, та ґрунтових агрегатів завбільшки менше ніж 0,25 мм не більше 15 % [2].

Огляд існуючих комбінованих ґрунтообробних агрегатів показав, що мало вивченою основною проблемою при обробітку ґрунту є зменшення руйнування ґрунту, надання раціональної структури, збереження вологи.

Мета дослідження:

Підвищення ефективності передпосівного обробітку ґрунту шляхом удосконалення комбінованого ґрунтообробного знаряддя

Виклад основного матеріалу:

Для умов Полісся найбільш раціонально використовувати планчасті котки. Діаметр такого котка перебуває в межах 230...380, товщина прутка 8...16, відстань між прутками 60...120 мм, кількість їх по колу котка 6...12. Особливо проходу культиватора або пружинної борони, обладнаної секціями планчастих котків, ґрунт має дрібно фракційну структуру і щільність 1,1...1,2 т/м³. Фронтально встановлені планки по спіралі в складі котка ущільнюють підповерхневий шар ґрунту на глибині 50...100 мм, проте недостатньо вирівнюють поверхню поля. Крім того, планчасті котки внаслідок жорсткого кріплення прутків забиваються рослинними залишками і ґрунтом при його підвищеній вологості. Це обмежує застосування на таких полях

комбінованих машин, якісна робота яких досягається при вологості 18...22%. Таким чином необхідні роботи по подальшому узгодженню сумісної роботи котків в складі МТА, з узгодженням впливу параметрів котків на основні агротехнічні показники обробітку ґрунту.

Провівши розрахунок впливу технологічних параметрів котка (діаметра d , мм; та результуючої сили P , Н) на нормальну силу (тиск) згідно моделі (1), отримаємо аналітичні залежності, які можна відобразити графічно та знайдемо діапазони допустимих діаметрів котка.

Таким чином параметри котка представлені в табл.1. забезпечують необхідну щільність ґрунту у випадку початкової щільності $\rho_0 = 900 \dots 1000 \text{ кг/м}^3$.

Подальші конструкційні та технологічні параметри (вагу котка G , крок планок l , ширину планки b , конструкційний діаметр котка D_k , кут закручування планки α , ширину котка B_k) можна встановити враховуючи робочу швидкість ґрунтообробного агрегата v та з огляду на суцільність обробітку. Для підвищення рівномірності обробітку ґрунту комбінованим агрегатом, вісі котків запропоновано встановити на плаваючій підвісці. Рівномірність ходу рами по поверхні ґрунту забезпечується за рахунок застосування балансирної підвіски, яка копіює рельєф поверхні поля. Ефективність роботи ґрунтообробних знарядь оцінювалась через покращення показників передпосівного обробітку ґрунту. Експериментальними дослідженнями встановлено, що інтенсивність руйнування структури ґрунту зменшується за рахунок використання послідовно розташованої пари котків. Кількість фракцій ґрунту з середнім розміром $d < 0,25 \text{ мм}$ і $d > 10 \text{ мм}$, зменшилась на 7,0 % і 2,5 % до базового агрегата та відповідно на 23,1 % і 29,6 %, до агрофону.

Встановлено, що ущільнення ґрунту при збільшенні швидкості понад 3,6 м/с (12,96 км/год) планчастим парним котком зменшується; діапазон результуючої сили раціонально утримувати в межах 15...75 кПа. При цьому коефіцієнт об'ємного зминання пропонованого варіанту агрегата на 20 % менший порівняно з агрофоном та на 21% більший за показник базового агрегата що у свою чергу, відповідає значенням в межах 1...5 Н/см³

Розроблений ґрунтообробний агрегат порівняно з базовим у середньому забезпечує зменшення втрат вологи під час обробітку до 13 %, збільшення щільності до 25 % порівняно з базовим агрегатом. Абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...40 мм після проведення обробітку при порівнянні з базовим варіантом була вищою на 62 %. Встановлено, що застосування комбінованого ґрунтообробного агрегата зменшує витрати праці за рахунок скорочення числа операцій на 23,6 %, сукупної енергії на 13,9 % порівняно з контрольним варіантом. Річний економічний ефект від застосування агрегата оснащеного експериментальними ущільнювачами в порівняно з базовим агрегатом становить 1056 грн. для площі 100 га.

Висновки:

Аналіз існуючих комбінованих агрегатів культиваторного типу показав, що їх недоліком є високий ступінь руйнування структури ґрунту, який запропоновано вирішувати за рахунок використання пари планчастих котків.

За умов застосування запропонованої конструкції встановлено, що інтенсивність руйнування структури ґрунту зменшується. Кількість фракцій ґрунту з розмірами грудочок $d < 0,25\text{мм}$ і $d > 10\text{мм}$ зменшилась на 7,0 % і 2,5 % порівняно з обробітком базовим агрегатом та відповідно на 23,1 % і 29,6 %, до агрофону. Застосування запропонованого комбінованого ґрунтообробного агрегата зменшує витрати праці за рахунок скорочення числа операцій на 23,6 %, сукупної енергії на 13,9 % порівняно з контрольним варіантом.

Abstract:

Problems and problems of mechanized preplant tillage of soil are analyzed. A rational way of increasing the efficiency of soil cultivation is proposed.

Key words:

Preplant tillage soil, combined grinding unit, soil fertility.

Аннотация:

Проанализированы задачи и проблемы механизированного предпосевной обработки почвы. Предложено рациональный путь повышения эффективности обработки.

Ключевые слова:

Предпосевную обработку почву, комбинированный грунтообработный агрегат, плодородие почвы.

Список використаних джерел:

1. Адамчук В.В. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. – К.: Аграр. Наука, 2012. – 416 с.
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Каравелла, 2004. – 448 с.
3. Патент №8911U України. МПК7 А 01 В 29/04 29/06. Голчастий коток для додаткового розпушування ґрунту / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.З. Місків, І.П. Сисоліна.; заявник та власник Кіровоградський національний технічний університет. - № 200502817; Заявл. 28.03.2005 опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8.
4. Дубровін В.О. Проектування технологічних процесів у рослинництві / методичні вказівки і завдання для виконання практичних і самостійних робіт / [В.О. Дубровін, В.Д. Гречкосій, Р.В. Шатров, В.В. Теслюк] за ред. доц. В.Д. Гречкосія – К.: Видавничий центр НУБіПУ, 2012. – 116 с.

© Теслюк В.В., Драганер Г.Ю., Вечера О.М., 2019

УДК 631.312.021

**ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНОГО
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Теслюк В.В.¹, Корольчук С.В.², Ікальчик М.І.³

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

³ к.т.н., доцент, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Анотація: Проаналізовано технології та технічні засоби для основного обробітку ґрунту, виявлено недоліки виконання процесу. Запропоновано і обґрунтовано конструкцію робочого органу лемішного плуга, що дозволяє підвищити якість основного обробітку ґрунту, у вигляді додаткового регульованого подрібнювача у верхній частині полиці, встановлюваний за межами вирізуваного пласта ґрунту:

Ключові слова: Обробіток, ґрунт, плуг лемішний, структура ґрунту, глибина обробітку, вирівненість поля, подрібнювач,

Постановка проблеми:

Основний обробіток ґрунту лемішними плугами загального призначення є важливою технологічною ланкою в загальній системі обробки ґрунту і обробітку сільськогосподарських культур. Від якості виконання технологічного процесу основної обробки ґрунту багато в чому залежать фізико-біологічні і хімічні процеси, що протікають в орному і підорному горизонтах, кількість подальших проходів знарядь по полю, якість розміщення насіння в ґрунті і т.д., що зрештою позначається на врожайності оброблюваних культур.

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Головним завданням основного обробітку ґрунту є підрізання і загортання підземних й надземних органів рослин, добрив, насіння бур'янів, збудників хвороб і шкідників культурних рослин,

розпушування та часткове перемішування ґрунту робочими органами відвальних і дискових плугів [1].

Від якості виконання технологічного процесу основної обробки ґрунту багато в чому залежать фізико-біологічні і хімічні процеси, що протікають в орному і підорному горизонтах, кількість подальших проходів знарядь по полю, якість розміщення насіння в ґрунті і т. д, що зрештою позначається на врожайності оброблюваних культур. Одним із способів підвищення якості оранки є використання спеціальних комбінованих робочих органів, поєднуючих пасивний корпус з додатковим активним, спускаючим органом. Проте, такі робочі органи споживають значну потужність на виконання технологічного процесу через вал відбору потужності і мають погану якість обороту пласта.

Мета дослідження: Підвищення ефективності основного обробітку ґрунту шляхом використання спеціальних комбінованих робочих органів, поєднуючих пасивний корпус з додатковим активним, спускаючим органом.

Виклад основного матеріалу: Сучасний рівень розвитку сільськогосподарського виробництва вимагає створення простіших і ефективніших робочих органів для забезпечення заданого рівня показників якості виконання технологічного процесу обробки ґрунту з урахуванням його властивостей, що змінюються, і біологічної особливості оброблюваних культур. Вирішення даної проблеми вимагає детального вивчення процесу дії робочих органів на ґрунт, розкриття внутрішніх процесів деформації, переміщення ґрунтових елементів і дослідження впливу конструктивних параметрів на якість обробки. У зв'язку з цим тема роботи, направлена на вирішення цих завдань, є актуальною і має народногосподарське значення.

За результатами теоретичних і експериментальних досліджень технології запропоновано і обґрунтовано конструкцію робочого органу лемішного плуга, що дозволяє підвищити якість основного обробітку ґрунту, у вигляді додаткового регульованого подрібнювача у верхній частині полиці, встановлюваний за межами вирізуваного пласта ґрунту: відстань від польового обріза до подрібнювача рівна ширині захвату корпусу ($L_n = b$), висота установки – середній глибині обробки ($H_n = a_{cp}$), а його довжина $l_n = 170 \dots 200$ мм. Отримана аналітична залежність для визначення меж регулювання положення подрібнювача, згідно якої

регулювання кута його установки для всіх типів ґрунтів повино проводитися в межах 3...27° щодо дна борозни.

Список використаних джерел:

1. Дубровін В.О., Гуков Я.С., Єсепчук М.І. Напрямки розвитку механізації рослинництва // Вісник аграрної науки. – 2010. - №1 С.58-62.
2. Мударисов С.Г. Моделирование процесса взаимодействия рабочих органов с почвой // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005, №7, с 27-30.
3. Корабельский В.И., Кравчук В.И, Павлоцкая В.А. Техническое обоснование и использование в экологической почвообработке поверхностей знакопеременного воздействия // Техника АПК. – 2001. - №7-9. – С.24-26.

© Теслюк В.В., Корольчук С.В., Ікальчик М.І., 2019

УДК 632.952:002.2

**ІНДУКТОРИ РЕЗИСТЕНТНОСТІ НА ОСНОВІ ХІТИНОВИХ
ПОХІДНИХ В ОРГАНІЧНОМУ ВИРОЩУВАННІ
РОСЛИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Теслюк В.В.¹, Гончарук Р.І.², Ікальчик М.І.³

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

³ к.т.н., доцент, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Анотація.

Розглянуто технології підвищення стійкості культурних рослин проти хвороб при вирощуванні органічної продукції. Обґрунтовано застосування мікобіопрепаратів в системі захисту рослин.

Ключові слова: вирощування, хвороби, пестициди, гриби, ефективність, технології.

Постановка проблеми:

Екологічно чисті продукти – основна умова здорового життя людини. Проблему отримання екологічно чистої продукції люди пробують вирішувати різними шляхами. Основним напрямком одержання такої продукції в умовах виробництва є відмова від застосування ядохімікатів, але в роки епіфітотійного розвитку хвороб такі технології призводять до значної втрати урожаю [1,2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Багато років в науці великі сили і засоби витрачаються в напрямку створення хворобостійких сортів, що дає позитивні результати. Однак, на жаль патогенні мікроорганізми пристосовуються до нових сортів значно швидше, ніж вони створюються.

Мета дослідження: Підвищення ефективності вирощування органічної продукції рослинництва.

Виклад основного матеріалу: Новий напрямок в підвищенні стійкості рослин до хвороб виник після поглибленого вивчення взаємовідносин між рослиною і паразитом. У кожної рослини є потужний арсенал захисних механізмів від паразитних мікроорганізмів, які можна включати, обробивши їх спеціальними речовинами індукторами хворобостійкості – еліситорами [2,3]. Еліситорними властивостями володіють деякі біологічні молекули грибного та бактеріального походження серед яких є полісахариди: глюкани, меланіни, хітин і хітозан.

Хітозан і хітин виявилися ідеальними вихідними регулярними молекулами, які беруть участь в утворенні активованих сигнальних молекул, оскільки, з однієї сторони вони є полісахаридами, а з іншої – за допомогою хімічних процедур з них можна виділити ті олігомери, які включають у рослин захисні (імунні) системи утворення антипатогенних сполук різної природи. Подальші дослідження показали, що хітозани здатні регулювати експресію багатьох генів рослинної клітини, контролювати утворення антипатогенних речовин різної природи, які володіють прямою дією.

В результаті досліджень нами була розроблена технологія отримання грибного екстракту на основі грибних глюканів, які показують високу еліситорну активність, що є основною діючою речовиною створених мікобіопрепаратів.

Багаторічні випробування показали, що застосування мікобіопрепаратів має комплексну дію і в результаті забезпечує високу біологічну ефективність на різних культурах. Встановлено, що за умов обробки насіння сільськогос-подарських культур підвищується енергія проростання і схожість насіння порівняно з насінням обробленим хімічними препаратами.

Висновки:

Обробка насіння і рослин в період вегетації сприяє підвищенню продуктивності рослин та покращенню якості урожаю. Мікобіопрепарат на основі грибних глюканів є перспективним продуктом сучасних наукових знань в біотехнології одержання і застосування грибних глюканів для захисту рослин в органічному землеробстві.

Abstract: Technologies of increasing the resistance of cultivated plants against diseases in the cultivation of organic products are considered. The use of mycobiopreparat in the system of plant protection is substantiated.

Key words: cultivation, diseases, pesticides, mushrooms, efficiency, technologies.

Аннотация.

Рассмотрены технологии повышения устойчивости культурных растений к болезням при выращивании органической продукции. Обосновано применение микобиопрепаратов в системе защиты растений.

Ключевые слова: *выращивание, болезни, пестициды, грибы, эффективность, технологии.*

Список використаних джерел:

1. Федоренко В.П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні / В.П. Федоренко // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колобіг, 2004. – С. 3 – 28.
2. Антонець, С. С. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області. Практичні рекомендації [Текст] / С. С. Антонець, А. С. Антонець, В. М. Писаренко та ін. – Полтава: РВВ ПДАА, 2010. – 200 с.
3. Тютєрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойкости растений / С.Л. Тютєрев. – Санкт-Петербург: ООО «ИЦЗР» ВИЗР, 2002. – 328 с Тютєрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойкости растений / С.Л. Тютєрев. – Санкт-Петербург: ООО «ИЦЗР» ВИЗР, 2002. – 328 с.
4. Ковбасенко Р. В., Підвищення резистентності овочевих культур до хвороб / Р. В. Ковбасенко, К. П. Ковбасенко В. М. Ковбасенко, В. В. Тєслюк// Агроєкологічний журнал. Червень 2008.р.Інститут агроєкології УААН. – С. 105 – 108.

УДК 631.171: 633.63

**АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ГРУНТООБРОБНОГО
ЗНАРЯДДЯ**

Теслюк В.В.¹, Циганюк А.В.², Вечера О.М.³

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

³ ст. викладач, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Анотація:

Проаналізовано існуючі комбіновані ґрунтообробні агрегати, виявлено недоліки для конструктивного удосконалення.

Удосконалено плаваючу підвіску кріплення осі котків для забезпечення рівномірності ходу рами по поверхні ґрунту шляхом встановлення балансирної підвіски, яка копіює рельєф поверхні поля.

Ключові слова:

Ґрунт, обробіток ґрунту, комбінований агрегат, структура, технологічна операція, робочий орган, підвіска.

Постановка проблеми:

Актуальним завданням механізованого передпосівного обробітку ґрунту є скорочення часу на його обробіток, збереження вологості та створення дрібногрудочкового стану його структури, що характеризується великою кількістю проходів агрегатів по полю. Зменшення кількості таких проходів, часу на виконання технологічних операцій, а також зменшення випаровування вологи можливе за рахунок впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Огляд нами існуючих комбінованих ґрунтообробних агрегатів показав, що мало вивченою проблемою, за умов обробітку ґрунту, є зменшення руйнування ґрунту, надання раціональної структури, а також збереження вологи. Для умов Полісся в результаті вивчення різних конструкцій запропоновано використання планчастих котків діаметром в межах 230...380, товщина прутка 8...16, відстань між

прутками 60...120 мм, кількість їх по колу котка 6...12. Після проходу культиватора, обладнаного секціями планчастих котків, ґрунт має дрібно фракційну структуру і щільність 1,1...1,2 т/м³. Таким чином необхідні роботи по подальшому узгодженню сумісної роботи котків в складі МТА, з узгодженням впливу параметрів котків на основні агротехнічні показники обробітку ґрунту.

Мета дослідження: Підвищення ефективності передпосівного обробітку ґрунту за рахунок впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

Виклад основного матеріалу: Для підвищення рівномірності обробітку ґрунту комбінованим агрегатом, вісі котків запропоновано встановити на плаваючій підвісці. Рівномірність ходу рами по поверхні ґрунту забезпечується за рахунок застосування балансирної підвіски, яка копіює рельєф поверхні поля. Ефективність роботи ґрунтообробних знарядь оцінювалась через покращення показників передпосівного обробітку ґрунту. Експериментальними дослідженнями встановлено, що інтенсивність руйнування структури ґрунту зменшується за рахунок використання послідовно розташованої пари котків. Кількість фракцій ґрунту з середнім розміром $d < 0,25\text{мм}$ і $d > 10\text{мм}$, зменшилась на 7,0 % і 2,5 % до базового агрегата та відповідно на 23,1 % і 29,6 %, до агрофона.

Запропонований ґрунтообробний агрегат порівняно з базовим у середньому забезпечує зменшення втрат вологи під час обробітку до 13 %, збільшення щільності до 25 % порівняно з базовим агрегатом. Абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...40 мм після проведення обробітку при порівнянні з базовим варіантом була вищою на 62 %

Висновки:

Встановлено, що застосування комбінованого ґрунтообробного агрегата зменшує витрати праці за рахунок скорочення числа операцій на 23,6 %, сукупної енергії на 13,9 %, порівняно з контрольним варіантом.

Список використаних джерел:

1. Кравчук В.І. Сучасні тенденції розвитку конструкції с.-г. техніки/ М.І. Грицигінна, С.М. Ковалю, - К.: Аграрна наука, 2004 – 396 с.

2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підруч. для студентів вузів / Д.Г. Войтюк, В.М. Булгаков, С.В. Кропивко, В.Б. Онищенко; за ред. Д.Г. Войтюка. - Київ, 2005. - 464 с.

3. Сисолін, П. В. Конструкторські розробки: нових, вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічнобезпечної, енергозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні: [монографія] / П. В. Сисолін. - Кіровоград: КОД, 2009. - 128 с.

4. Патент №8911U України. МПК7 А 01 В 29/04 29/06. Голчастий коток для додаткового розпушування ґрунту / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.З. Місків, І.П. Сисоліна.; заявник та власник Кіровоградський національний технічний університет. - № 200502817; Заявл. 28.03.2005 опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8.

Аннотация:

Проанализировано существующие комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, выявлены недостатки для конструктивного усовершенствования.

Усовершенствовано плавающую подвеску крепления оси катков для обеспечения равномерности хода рамы по поверхности почвы путем установления балансирной подвески, которая копирует рельеф поверхности поля.

Ключевые слова:

Почва, обработка почвы, комбинированный агрегат, структура, технологическая операция, рабочий орган, подвеска.

Annotation:

The existing combined tillage units have been analyzed, weaknesses for structural improvement have been identified.

The floating suspension of the roller axle mounting has been improved to ensure that the frame progresses evenly across the soil surface by installing a balancing suspension that replicates the terrain of the field.

Keywords:

Soil, tillage, combined unit, structure, technological operation, working body, suspension.

© Циганюк А.В., Теслюк В.В., Вечера О.М., 2019

УДК:631.363.2

ГРИБНІ ПОЛІСАХАРИДИ В ПІДВИЩЕННЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН

Теслюк В.В.¹, Кирилюк В.І.², Перетятко І.Ю.³

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² к.т.н. доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

³ студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Анотація.

Розглянуто біотехнологічні основи підвищення стійкості сільськогосподарських культур проти хвороб. Обґрунтовано біотехнологію застосування полісахаридів для підвищення стійкості.

***Ключові слова:** хвороби, захист, стійкість, стимуляція, полісахариди, рослини.*

Постановка проблеми:

Втрати продукції рослинництва від шкідливих організмів становлять 30 – 50 %, що призводить до значних економічних збитків. Збільшення виробництва рослинницької продукції вирішують шляхом розробки і впровадження комплексних заходів сільськогосподарського виробництва [1]. Захист культурних рослин від біотичних стрес-чинників, особливо хвороб, в технологічному процесі вирощування польових культур був і залишається однією із кардинальних проблем. Для забезпечення одержання якісного і стабільного урожаю рекомендується використання екологічно безпечних, високоефективних заходів захисту сільськогосподарських культур від хвороб. Тому розробка і створення новітніх біотехнологій захисту культурних рослин від хвороб є актуальним науковим і практичним напрямом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Використовуючи широкий спектр фундаментальних методичних підходів до вирішення цієї глобальної проблеми, біологи все більше уваги приділяють генетичному потенціалу стійкості, який повною мірою не реалізується культурною рослиною в умовах дії шкідливих організмів та екологічного стресу. Аналіз технологій засвідчує, що на практиці сьогодні ширше використовують хімічні засоби, а пестициди природного походження застосовують дуже обмежено, тому що біотехнологія їх одержання і застосування носить фрагментарний характер, не формалізована і не систематизована [2].

Мета дослідження: Підвищення стійкості рослин проти негативних впливів шляхом впровадження технологій індукції захисних механізмів.

Виклад основного матеріалу:

Опрацьовані нами наукові матеріали засвідчують, що нині актуального значення набуває системний підхід у вивченні новітнього способу підвищення природної стійкості рослин до хвороб шляхом стимуляції захисних механізмів із використанням біологічно активних речовин з елісаторними властивостями. Тому пошук ефективних біотехнологій одержання і застосування препаратів природного походження для індукування захисних механізмів рослин є актуальним у науковому і практичному аспектах [3,4].

Встановлено, що полісахариди хітин, хітозан й глюкани володіють елісаторними властивостями, беруть участь в захисті культурних рослин від хвороб шляхом вмикання генів захисту та біосинтезу антипатогенних фітоантибіотиків – фітоалексинів.

Висновки:

Отримані теоретичні і практичні результати ефективності цих полісахаридів дозволили нам розробити біотехнологію одержання мікобіопрепаратів й запропонувати новітні препарати на основі хітину, хітозану і глюканів.

Abstract.

The biotechnological bases of increase of resistance of agricultural crops against diseases are considered. The biotechnology of the use of polysaccharides for stability increase is substantiated.

Key words: disease, protection, stability, stimulation, polysaccharides, plants.

Аннотация.

Рассмотрены биотехнологические основы повышения устойчивости сельскохозяйственных культур против болезней. Обоснованно биотехнологии применения полисахаридов для повышения.

Ключевые слова: болезни, защита, устойчивость, стимуляция, полисахариды, растения.

Список використаних джерел:

1. Федоренко В.П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні / В.П. Федоренко // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колобіг, 2004. – С. 3 – 28.

М. Писаренко та ін. – Полтава: РВВ ПДАА, 2010. – 200 с.

2. Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнеустойчивости растений / С.Л. Тютюрев. – Санк Петербург: ООО «ИЦЗР» ВИЗР, 2002. – 328 с.

3. Кошевський І.І., Активация захисних механізмів овочевих культур/ І.І. Кошевський, В.В. Теслюк, Р.В. Ковбасенко, В.М. Ковбасенко // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колобіг, 2004. – С. 343 – 348.

4. Ковбасенко Р. В., Підвищення резистентності овочевих культур до хвороб / Р. В. Ковбасенко, К. П. Ковбасенко В. М. Ковбасенко, В. В. Теслюк// Агроєкологічний журнал. Червень 2008.р.Інститут агроєкології УААН. – С. 105 – 108.

© Теслюк В.В., Кирилюк В.І., Перетятко І.Ю. 2019

УДК 631.171: 633.63

АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОПІРА АПАРАТА ВОДІННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Теслюк В.В.¹, Барановський В.М.², Зведенюк В.В.³, Долюк В.М.⁴

¹ д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vtesluk@ukr.net;

² д.т.н., професор Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль;

³ студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

⁴ студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

Анотація:

Проаналізовано технологічний процес і робочі органи систем автоматичного керування сільськогосподарськими машинами.

Запропоновано удосконалення конструкції копіра автомата водіння коренезбирального комбайна.

Ключові слова:

Копір, автомат водіння, коренезбиральний комбайн, міжряддя, гичка, втрати, пошкодження, система керування, робочі органи.

Постановка проблеми:

Важливим резервом збільшення валових зборів зерна, технічних та інших сільськогосподарських культур є ріст оснащеності сільськогосподарського виробництва високопродуктивними машинами, і підвищення їх експлуатаційних показників [1,2].

Зменшення втрат технічних культур в країні лише на 1% рівнозначно збільшенню посівних площ на 1 млн. га.

За статистичними даними втрати кормових буряків під час збирання коливаються в межах від 4 до 13% і їх величина значною

мірою залежить від типу збиральних машин та систем керування робочими органами [3].

Тому одним із шляхів удосконалення автомата керування є значне спрощення його конструкції і одночасно підвищення точності і надійності роботи

Аналіз останніх досліджень та публікацій:

Одними з найбільш вагомих є втрати внаслідок механічного пошкодження коренеплодів в процесі їх викопування внаслідок несправності, або недостатньої ефективності автомата керування.

Тому в конструкціях коренезбиральних машин, для забезпечення допустимого рівня пошкоджень і втрат, займає система керування (СК), яка повинна забезпечити необхідну точність ведення комбайна по рядках при високих швидкостях збирання. Це дозволить підвищити продуктивність машини, зменшити втрати коренів, а також полегшити умови праці механізатора, оскільки система керування звільняє його від важкої монотонної роботи при керуванні машиною під час виконання технологічного процесу.

Мета дослідження:

Підвищення ефективності передпосівного обробітку ґрунту шляхом удосконалення комбінованого ґрунтообробного знаряддя

Виклад основного матеріалу:

Роль копіра-розрихлювача - відслідковувати рядки буряків, розпушувати ґрунт і підрізати бур'яни. Крім цього, до позитивного моменту слід віднести те, що клин розрихлювача стабілізує технологічний процес відслідковування рядків буряків при малій висоті їх головок і не допускає різких коливань в процесі роботи.

Серійний автомат керування коренезбиральної машини МКК-6 в нормальних умовах збирання кормових буряків задовільно виконує свої функції. Однак його конструкція не пристосована для збирання кормових буряків, які були вибиті гичкозбиральною машиною і знаходяться в міжряддях, що знижує його ефективність при експлуатації.

В результаті аналізу роботи копіра автомата керування коренезбиральної машини запропоновано нове вирішення технічної

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

задачі, яке полягає в удосконаленні конструкції автомата керування коренезбиральних машин, шляхом удосконалення конструкції копіра.

Удосконалений автомат керування складається з двох основних частин – кінематики механічної системи і гідравлічної частини.

Гідравлічна система є виконавчою, яка забезпечує керування передніми колесами машини у відповідності з отриманими сигналами орієнтації.

Для забезпечення надійності і точності відслідковування (копіювання) рядків необхідно встановити таку відстань розміщення датчиків, щоб плоскі елементи пер не затискалися коренями направляючих рядків, але й не знаходились далеко від них, тобто були з мінімальним зазором.

Висновки:

Використання запропонованого копіра автомата керування коренезбира-льної машини дозволить підвищити ефективність використання бурякозбиральної техніки. Річний економічний ефект від впровадження запропонованого автомата водіння на одну машину склав 5962,8 грн.

Список використаних джерел:

1. Гречкосій В.Д. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник/ В.Д.Гречкосій, В.Д.Войтюк, Р.В. Шатров, І.І.Мельник, Я.М.Михайлович, В.Г.Опалко. – Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 364 с.
2. Дубровін В.О. Проектування технологічних процесів у рослинництві / методичні вказівки і завдання для виконання практичних і самостійних робіт / В.О.Дубровін, В.Д.Гречкосій, Р.В.Шатров, В.В. Теслюк, за ред. доц. В.Д.Гречкосія – К.: Видавничий центр НУБіПУ, 2012. – 116 с.
3. Барановський В. Основні етапи та сучасні тенденції розвитку коренезбиральних машин / Віктор Барановський // Вісник Тернопільського держ. техн. ун-у. – Тернопіль : ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 2. – С. 67–75.

4. Булгаков В.М. Теория свеклоуборочных машин : Монография / В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень. – Кировоград : "КОД", 2009. – 256 с.

Аннотация:

Проанализированы технологический процесс и рабочие органом систем автоматичного керування сільськогосподарськими машинами.

Предложено удосконалення конструкції копіра автомата вождения коренезбирального комбайна.

Ключевые слова:

Копир, автомат вождения, коренезбиральных комбайн, междурядья, ботва, утраты, повреждения, система управления, рабочие органы.

Annotation:

The technological process and working bodies of the systems of automatic control of agricultural machines are analyzed.

Improvement of design of copier of automatic machine of driving of the combine harvester is offered.

Keywords:

Copier, driving machine, combine harvester, rows, hog, loss, damage, control system, working bodies.

© *Теслюк В.В., Барановський В.М., Зведенюк В.В., Долюк В.М., 2019*

УДК 631.354:631.115.1/1.6

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЦІ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО
КОМПЛЕКСУ МАШИН**

С.Г. Фришев, доктор технічних наук,

Г.В.Гненний, студент НАТІ МА-181

Пропонується розробка методики визначення раціональних параметрів перевантажувальної технології під час збирання пшениці

Пшениця, збирання, транспортування, ефективність.

Актуальність теми. Аналіз світових тенденцій у споживанні зерна за останні роки підтверджує його зростання, при цьому темпи зростання з року в рік збільшуються.

Основна вимога, що висувається до будови поточних процесів збирання врожаю, полягає в забезпеченні роботи збиральних машин без простоїв, пов'язаних з відсутністю транспортних засобів для розвантаження при наповненні бункера. Пряме перевезення зерна з полів до місць його первинної обробки виконується, як правило, за схемою комбайн-автомобіль-тік. При цьому через те, що автомобіль, навантажений бункером зерна, повинен простоювати в очікуванні намолоту ще декількох бункерів, загальний час перебування його в полі складає 50-70 % часу циклу. В свою чергу, простоюють і комбайни (до 20 % від часу зміни) [1-3], очікуючи повернення порожніх автомобілів.

Правильний вибір технологічного процесу транспортування зерна від комбайнів, що забезпечують високу якість і найбільшу продуктивність, базується на знаннях новітніх технологій. Застосування проміжної компенсаційної ланки в технологічному ланцюжку між комбайнами і транспортними засобами дозволяє значно порівняно з прямими автомобільними перевезеннями скоротити тривалість збирально-транспортних операцій. Застосування компенсаторів, по-перше, дозволяє організувати роботу так, що комбайни можуть розвантажуватися зразу ж після наповнення бункера, а автомобіль завантажуватися - по прибуттю до поля. По-друге, такі

компенсатори, як причепні бункери навантажувачі (ПБН), мають можливість вирішувати проблему виключення ущільнення в полі ґрунту великовантажними автомобілями, оскільки останні при цьому знаходяться за межами поля.

Мета дослідження. Метою досліджень є підвищення ефективності транспортно-виробничого процесу під час збирання пшениці шляхом застосування раціонального комплексу машин.

Досвід застосування різних зернозбирально-транспортних процесів. Найбільше впровадження у виробництво у країнах ЄС та США, а в останні роки і в Україні одержали перевантажувальні мобільні бункери (ПБН) (або інша назва причепи-перевантажувачі (ПП), які мають причепні бункери для завантаження зерна від ЗК і пристрій для перевантаження зерна у великовантажні АТЗ, що знаходяться на краю поля.

Головні переваги використання таких ПП - зниження собівартості збирання зерна за рахунок безупинної роботи комбайна «в загонці» без втрати часу на розвантаження і виключення проходів автомобілів по полю, а також зменшення простоїв автотранспорту і холостих його проходів.

Основним принципом сучасних агротехнологій є збереження родючого шару ґрунту. Постійне і багатократне переміщення автотранспорту по полю під час збирання зерна для прямих його перевезень чинить високий тиск на ґрунт, створює глибинне переущільнення. На відміну від сільгосптехніки (комбайнів і тракторів), що має завдяки широкопрофільним шинам збалансований тиск на ґрунт, автомобілі чинять тиск, що значно перевищує допустимі норми. А це означає зниження врожайності у наступні роки і додаткові витрати, пов'язані з подальшою обробкою ґрунту. Причепи-зерноперевантажувачі обладнані широкопрофільними шинами і міра їх дії на ґрунт мінімальна в порівнянні з іншою сільгосптехнікою[1 – 3,7]. Тривалість простою ЗК під час очікування тракторного причепа для розвантаження бункера при відповідній організації робіт наближається до нуля.

Технічна характеристика ПБН-20 наведена в таблиці 1 [2,3]

Таблиця 1 - Технічна характеристика ПБН-20

Характеристики	Значення параметрів
Повна маса, кг	20 000
Маса причепа, кг	4 000
Вантажопідйомність, кг	16 000
Об'єм, м ³	20
Швидкість розвантаження, м ³ /год	220
Агрегатується з трактором, к.с.	120

Ефективність роботи причепів-перевантажувачів, як центральної ланки у ланцюзі «ЗК – ПП – ТЗ», визначається раціональною кількістю ЗК ($m_{КП}$), які обслуговуються кожним із ПП, що входять до складу збирально-транспортного комплексу (ЗТК). В свою чергу кількість ЗК, які обслуговуються кожним із ПП, є кількість бункерів зерна комбайнів, що завантажуються в кузов кожного причепа.

Кількість бункерів зерна ЗК, що завантажується в ПП та дорівнює кількості ЗК ($m_{КП}$), які обслуговуються причепом-перевантажувачем, отримаємо як [2-3]:

$$\rho_{П} = m_{КП} = INT \frac{\omega_K d_B \left(\frac{1,11}{W_{КР}} + \frac{1}{W_{ШК}} \right) - 0,08}{0,12 + \frac{K_M \omega_K d_B}{W_{ШП}}} \text{ од.}, \quad (1)$$

де $W_{КР}$ -номінальна продуктивність ЗК за годину чистого робочого часу, т/год.;

Тривалість розвантаження бункера ПП дорівнює

$$t_{РОЗ} = \frac{K_M \omega_K d_B \rho_{П}}{W_{ШП}}, \text{ год.} \quad - \quad (2)$$

K_M – коефіцієнт, що враховує додатковий час на маневрування ПП при розвантаженні ПП (1,5);

ω_K – обсяг бункера ЗК, м³;

d_B - об'ємна вага зерна, т/м³;

$W_{\text{ПП}}$ – продуктивність вивантажувального шнека ПП, т/год., для розрахунків невідомої марки ПП та з урахуванням технічних характеристик приймаємо $W_{\text{ПП}} = (1,5 - 1,9)W_{\text{ШК}}$.

На підставі даного рівняння побудована графічна залежність $\rho_{\text{П}}$ та $m_{\text{КП}}$ від $W_{\text{КР}}$ і $\omega_{\text{К}}$ (Рисунок 1). Аналіз приведених залежностей показує, що суттєвим фактором, який впливає на кількість зерна, що завантажується за один робочий цикл в ПП, є місткість бункера ЗК. При цьому обслуговується більша кількість ЗК, які мають меншу продуктивність і відповідно ПП повинні мати більшу місткість для зерна по кількості бункерів $\rho_{\text{П}}$. Так кількість ЗК з $W_{\text{КР}} = 9,5$ т/год., які можуть обслуговуватися одним ПП зростає з 1 (1,7) до 6 (6,1) одиниць при збільшенні місткості бункера з 3-х до 11 м³. Відповідно потрібно збільшити місткість ПП з 1 (1,7) до 6 (6,1) одиниць бункерів $\rho_{\text{П}}$. Це зростання природно зменшується, коли продуктивність ЗК збільшується. Для ЗК з $W_{\text{КР}} = 17$ т/год. вказані параметри зростають лише від 0 (0,7) до 3 (3,5) од. при зміні обсягу $\omega_{\text{К}}$ в даному діапазоні.

Мінімальна місткість бункера $\omega_{\text{К}}$, м³ комбайнів, які обслуговуються одним ПП (з місткістю $\omega_{\text{П}}$, м³) в групі за кількістю $m_{\text{КП}}$, визначена за даними графічної залежності Рисунок 1 і представлена в табл. 2..

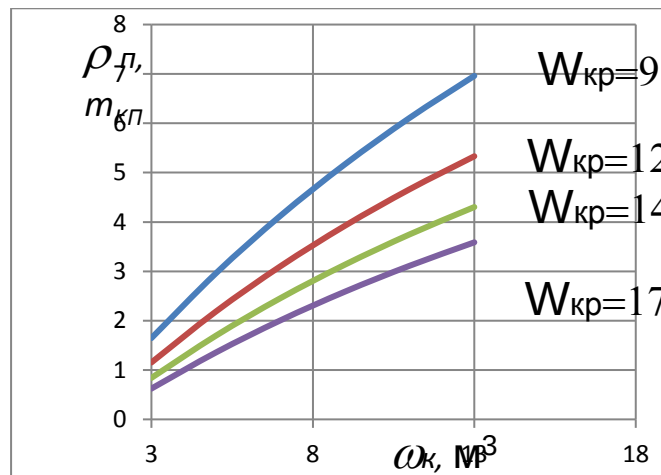


Рисунок 1 Залежність кількості бункерів зерна $\rho_{\text{П}}$, од., що завантажується в ПП за одну його їздки, а також кількості ЗК $m_{\text{К}}$, які

обслуговуються одним ПП, від місткості бункера ЗК для певної продуктивності $W_{\text{кр}} = 9,5; 12,0; 14,5$ та 17 т/год.

Таблиця 2.2 - Раціональна місткість ПП (для відповідної місткості бункера ЗК $\omega_k, \text{м}^3$), який обслуговує групу ЗК

Продуктивність ЗК $W_{\text{кр}},$ т/год.	Раціональна місткість ПП, м^3 (для відповідної місткості бункера ЗК $\omega_k, \text{м}^3$), який обслуговує групу ЗК з кількістю $m_{\text{кп}}, \text{од.}$:				
	2	3	4	5	6
9,5	7,0 (3,5)	15,3 (5,1)	27,2 (6,8)	44 (8,8)	64,8 (10,8)
12	9,0 (4,5)	20,4 (6,8)	37,2 (9,3)	60 (12,0)	-
14,5	11,6 (5,8)	26,1 (8,7)	48 (12,0)	-	-
17	14,0 (7,0)	31,8 (10,6)	-	-	-

Як видно з таблиці для раціонального режиму роботи ЗК з продуктивністю $W_{\text{кр}} = 17$ т/год при зростанні їх кількості в групі від 2-х до 3-х од. відповідно потрібні ПП місткістю від 14 (для $\omega_k = 7 \text{ м}^3$) до $31,8 \text{ м}^3$ (для $\omega_k = 10,6 \text{ м}^3$). Високопродуктивні ЗК з $W_{\text{кр}} = 14,5 - 17$ т/год. потребують для обслуговування ПП з місткістю від $11,6$ до 48 м^3 . Зменшення продуктивності до $W_{\text{кр}} = 9,5-12$ т/год. дозволяє збільшити кількість обслуговуючих ЗК до 5-6 од. шляхом використання ПП з місткістю до $44-65 \text{ м}^3$. Так для раціонального режиму роботи ЗК з продуктивністю $W_{\text{кр}} = 9,5$ т/год при зростанні їх кількості в групі від 2-х до 6 од. відповідно потрібні ПП місткістю від 7 (для $\omega_k = 3,5 \text{ м}^3$) до $64,8 \text{ м}^3$ (для $\omega_k = 10,8 \text{ м}^3$).

Вибір марки ПП виконується за показниками його вантажопідйомності та місткості, виходячи з умови кратності цих показників для бункера ПП і бункера ЗК відповідно таких виразів:

$$1) q_{\text{п}} \geq \omega_k d_{\text{в}} \rho_{\text{п}}, \quad (3)$$

де $q_{\text{п}}$ - вантажопідйомність обраного ПП;

$$2) \omega_{\text{п}} \geq \omega_k \rho_{\text{п}}, \quad (4)$$

де ω_{Π} – місткість бункера обраного ПП.

Виходячи з цих виразів вибираємо відповідну q_{Π} марку ПП і рекомендований для нього трактор.

Кількість ПП, які обслуговують групу ЗК при заданій їх кількості визначаємо як

$$n_{\Pi} = \text{CEILING} \frac{m_K}{\rho_{\Pi}}, \text{ од.} \quad (5)$$

Загальна раціональна кількість ЗК, яка працює у певному ЗТК визначається як

$$m_K = m_{K\Pi} n_{\Pi}, \quad (6)$$

де n_{Π} – кількість ПП в ЗТК.

Вибір марки АТЗ за вантажопідйомністю виконується таким чином, що ПП при взаємодії з одним або групою АТЗ, повністю розвантажиться і не буде очікувати додатковий.

$$\sum q_A \geq \rho_{\Pi} \omega_K d_B = \sum q_A \gamma, \text{ т.} \quad (7)$$

$\sum q_A$ – номінальна вантажопідйомність одного або групи АТЗ, в кузов(и) яких вивантажується все зерно, що міститься в ПП.

Число АТЗ або груп АТЗ для перевезення зерна, кожний(а) з яких за вантажопідйомністю дорівнює або перевищує вантажопідйомність ПП, знаходиться з рівняння:

$$n_{АП} = \frac{n_{\Pi} T_{АП}}{T_{цп}}, \text{ од.,} \quad (8)$$

де $T_{АП}$ – тривалість обороту АТЗ, год.

$T_{цп}$ – тривалість основного часу робочого циклу для ПП.

Середній виробіток одного автомобіля за робочий день визначається як:

$$Q_{АРДП} = \frac{m_K T_{ЗМ} KW_{КП}}{n_{АП}}, \text{ т / р.д.}$$

На підставі розробленої методики порівняємо кількість машин ЗТК та їх виробіток під час збирання одного і того ж обсягу урожаю пшениці в господарстві ННВП НАТІ за агротермін 5 днів їх роботи у двох варіантах:

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

- 1) для перевантажувальної технологічної схеми ЗТП при роботі ПП;
- 2) під час прямих перевезень.

У ЗТК входять ЗК марки Кейс 2388 з продуктивністю $W_{\text{кр}} = 12$ т/год.

$$\omega_{\text{к}} = 7,5 \text{ м}^3$$

$W_{\text{шк}} = 210$ т/год; умови роботи: $d_{\text{в}} = 0,75$ т/м³, $l_{ij} = 6$ км, $v_{\text{п}} = 15$ км/год.; площа поля 130 га, урожайність 4 т/га; тип дороги – грейдерна.

В таблиці 3 представлено розрахований раціональний склад машин двох ЗТК та їх раціональні параметри із застосуванням перевантажувальної технологічної схеми (ЗТП при роботі ПП) і під час прямих перевезень. З представлених даних видно, що один ЗК Кейс 2388 під час виконання перевантажувальної технологічної схеми виконує обсяг робіт двох одиниць ЗК, які працюють за прямими перевезеннями.

Раціональний варіант обраного ЗТП і відповідний склад ЗТК дає можливість підвищити продуктивність як ЗК так і АТЗ за зміну в 1,3 рази в порівнянні із прямими перевезеннями.

Таблиця 3 - Порівняльні технічні показники роботи ЗТК за перевантажувальної технологічною схемою та для прямих перевезень

Варіанти ЗТП	Склад і кількість машин, шт			Продуктивність ЗК за годину змінного часу, т/год	Середній виробіток одного АТЗ, т/р.д.
	ЗК Кейс 2388	ПП ПБН-20 + трактор 130 к.с.	АТЗ МАЗ-5550С5-520-0216520 О		
Перевантажувальна технологічна схема	1 1	1 1	1	9,7	116,4
Прямі перевезення	2	-	2	7,4	90

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Збільшення продуктивності ЗК під час застосування ПБН-20 дозволяє при даних агровимогах зменшити кількість необхідних комбайнів до 1 од. замість 2-х, які застосовують для прямих перевезень.

Розрахунок річної економічної ефективності виконано шляхом порівняння прямих експлуатаційних витрат (собівартості) за базової (прямі перевезення зерна) і досліджуємої (перевантажувальної) технологіями стосовно комплексу машин, що розглядається. Порівняльна оцінка техніко-економічних показників збирально-транспортних процесів наведено в таблиці 4.

. З представлених даних бачимо, що використання причепа ПБН-20, які забезпечують безперервну і високопродуктивну роботу ЗК, дозволяє отримати загальний економічний ефект 724690 грн. за рахунок зменшення кількості ЗК в ЗТК.

Таблиця 4 - Порівняльна оцінка техніко-економічних показників збирально-транспортного процесу

Найменування техніко- економічних показників машин ЗТК	Технологічні варіанти	
	Прямі перевезення	Збирально-транспортний процес із застосуванням перевантажувальної технології
Продуктивність ЗК «Кейс 2388», т/год	7,5	9,7
Необхідна кількість ЗК, од.	2	1
Кількість ТЗ, од	2 од. МАЗ-5550С5 вантажністю 14т	ПБН-20 1 од в полі з трактором Т-150 К + МАЗ 5550С5
Приведені витрати, грн/т	476	959
Додатковий економічний ефект за рахунок	-	1000.000

зменшення ЗК та АТЗ в ЗТК, грн		
Загальний економічний ефект, грн	-	724690

ВИСНОВКИ

1. Існуючі збирально-транспортні комплекси машин під час прямих перевезень мають недостатню ефективність в зв'язку із значними простоями комбайнів - до 20 % і транспортних засобів до 36 %. Огляд і аналіз між операційних компенсаторів в зернозбиральному процесі показав, що найбільш продуктивним та екологічнобезпечним є застосування спеціалізованих тракторних причіпних бункерів накопичувачів (ПБН), які забезпечують більш рівномірне завантаження всього логістичного ланцюга від комбайна до автомобіля.
2. Порівняння традиційного процесу перевезення (прямі перевезення) зерна від комбайнів та перевантажувальної технології із застосуванням тракторних причепів ПБН показало збільшення продуктивності ЗК та АТЗ для останнього варіанту орієнтовано в 1,3 рази.
3. Запропонована методика розрахунку раціонального складу і техніко-експлуатаційних параметрів машин збирально-транспортного комплексу для здійснення перевантажувальної технології під час виробництва пшениці.
4. Економічний ефект від впровадження нової технології перевезення пшениці, отриманий за рахунок підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів та вантажних автомобілів, що працюють в комплексі із причіпним бункером-накопичувачем ПБН-20 складає 724690 грн.

Список використаних джерел :

1. Измайлов А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — 200 с.

2. Фришев С.Г. Аналіз збирально-транспортного процесу зерна при застосуванні змінних кузовів.
3. Фришев С.Г. Стан і сучасні тенденції розвитку транспортних засобів сільськогосподарського призначення.
4. Ільченко В. Ю., Карасьов П.І., Лімоніт А.С. та ін. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. – К.: «Урожай», 1993. – 284с.
5. Ільченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А. та ін. Машино – використання в землеробстві. – К.: «Урожай», 1996. – 375с.
6. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Колос, 1984. – 351с
7. Миронюк С.К. Использование транспорта в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1982. – 287 с.

НАШОМУ НУБІП УКРАЇНИ БУТИ НАЙКРАЩИМ

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

«Кожен з нас - президент, що не 73%,
які за мене голосували, а всі 100% українців.»

В. Зеленський

В Україні діє 652 вищих навчальних закладів, в яких навчаються 1,5 млн студентів. На початок 2018/19 навчального року в Україні діяло 652 вищі навчальні заклади, що на дев'ять менше, ніж рік тому (661). Про це повідомляє РБК-Україна.

За даними статистичного відомства, кількість студентів, що здобували вищу освіту в цих закладах, становила 1 522 тисяч осіб, що на 17 тисяч менше, ніж на початок м 2017/18 навчального року (1539 тисяч). У 2018 році вищими навчальними закладами країни було випущено 413 тисяч фахівців, що на 8 тисяч осіб (2,0%) менше, ніж у 2017 році.

Інформаційним освітнім ресурсом «Освіта.ua» складено консолідований рейтинг вищих навчальних закладів України 2019 року.

Отриманий узагальнений рейтинг враховує рейтингові місця вузів за версією «Топ-200 Україна», «Scopus» і «Бал ЗНО на контракт».

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Консолідований рейтинг вишів України					
Назва навчального закладу	Місце у загальному рейтингу □	ТОП 200 Україна	Вебметрикс	Scopus	Підсумковий бал
Київський національний університет імені Тараса Шевченка	1	2	1	1	4
НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»	2-3	1	2	6	9
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна	2-3	3	4	2	9
Львівський національний університет імені Івана Франка	4	9	5	4	18
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»	5	4	7	9	20
Національний університет «Львівська політехніка»	6	5	8	10	23
Сумський державний університет	7	11	3	13	27
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова	8	17	6	5	28
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	9	24	12	3	39
Національний університет біоресурсів і природокористування України	10	8	11	25	44

Ніжинський агротехнічний інститут за підсумками 2011/2012 навчального року займає **1 МІСЦЕ** в рейтингу відокремлених структурних підрозділів.

З урахуванням Європейської інтеграції України основну увагу слід приділити міжнародному рейтингу кращих вузів світу

Укладачі міжнародного рейтингу кращих вузів світу QS World University Rankings оцінюють університети за шістьма показниками: дослідницька діяльність (питома вага 40 процентів), викладання, думка роботодавців і кар'єрний потенціал, кількість іноземних студентів і викладачів.

Світовий рейтинг вузів виглядає наступним чином:

1. Оксфорд (Великобританія);
2. Кембридж (Великобританія);
3. Каліфорнійський технологічний інститут (США);
4. Стенфорд (США);
5. Массачусетський технологічний інститут (США);

6. Гарвард (США);
7. Принстон (США);
8. Імперський коледж Лондона (Великобританія);
9. Університет Чикаго (США);
10. Швейцарський федеральний технологічний інститут (Швейцарія).

Оцінимо основний показник - «дослідницька діяльність» стосовно до нашого головного вузу - НУБіП Укр. Найперший і найголовніший показник - активність і якість науково-дослідницької діяльності. Публікаційна активність науково-педагогічних і наукових працівників останніми роками є однією з важливіших складових при оцінюванні (складанні рейтингів) університетів і наукових установ. Важливим є показник інформації за індексом цитування з бази даних Scopus, найбільшої в світі бібліометричної бази даних наукових публікацій.

Індекс академічної репутації включає дані глобального експертного опитування представників міжнародної академічної спільноти, який відображає думки керівництва університетів, професорів і викладачів, які ведуть науково-дослідницьку діяльність, про те, в яких навчальних закладах світу наукові дослідження по їх сфері компетенцій проводяться на найвищому рівні. Враховуються дані за останні три роки.

Патентна статистика є основним показником інноваційного потенціалу і одним з ключових показників технологічного розвитку країн і регіонів. На нашу думку для характеристики наукової інженерної роботи варто ввести як найбільш вагомий показник кількості авторських патентів на винаходи, в тому числі впроваджених і тих, які дають економічний ефект. Як показує статистика, країни, які найбільше оформили патентів на винаходи - це Китай, США і Японія. Це і є їх реальний рейтинг у світовому розвитку. Саме звідти найбільше експортується нових технологій і речей в усі інші країни.

Підвищення активності і якості науково-дослідницької діяльності – це головний фактор, який дозволить нам піднятися на необхідний рівень. НУБіП має як величезний творчий потенціал, так і великі відомі нам обмеження його застосування. Для реалізації цього потенціалу і ліквідації обмежень необхідно виконати наступне:

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

- створити технічну експериментально-виробничу базу для реалізації наукових розробок вчених і студентів;
- виготовляти дослідні зразки технічних пристроїв і виконувати лабораторно-польові дослідження;
- на підставі отриманих даних виготовляти макетні зразки і виконувати їх виробничу перевірку з подальшою передачею даних досліджень заводам-виробникам для впровадження.

Цю роботу потрібно проводити на конкурсній основі, залучаючи кращих молодих науковців та студентів з усієї країни. Відбір, селекція талановитої молоді - найважливіша наша задача. Тільки при такому методичному підході можна підвищити ефективність нашої науки, отримати реальні дуже потрібні не тільки для рейтингу, а й в першу чергу для економіки країни результати.

З огляду на сучасні проблеми фінансування робіт, реальним шляхом реалізації такого проекту може бути приєднання до нашого університету

Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» (ННЦ «ІМЕСГ»), який має дослідно-виробничу базу і значний інтелектуальний досвід наукових співробітників.

Реалізація такого проекту природно дасть одночасно можливість збільшити ефективність роботи і ННЦ «ІМЕСГ», оскільки підсилиться та відмолодиться його кадровий склад.

На конференції «Поєднання науки, освіти, практичного виробництва та справедливого продажу якісної органічної продукції» (12.09.2019 р.) директором ННЦ «ІМЕСГ» було підкреслено: «Колектив Інституту прагне максимально інтегруватись у своїй діяльності із вітчизняними заводами-виробниками техніки, технологічними науково-дослідними установами НААН та вітчизняними університетами. Ми глибоко переконані, що тільки об'єднавши зусилля виробництва, науки та освіти, при відповідному державному лобіюванні, можна буде досягти успіху у боротьбі за відповідні сегменти вітчизняного та зарубіжних ринків технологій та технічних засобів для агропромислового виробництва» (В.В. Адамчук).

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» як структурний підрозділ НУБіП України в значної мірі має такі ж потенційні тенденції якісного зростання як і Університет. Зростання якості науково-дослідницької діяльності як на механіко-технологічному факультеті НУБіП України так і + на факультеті інженерії та енергетики Ніжинського агротехнічного інституту підніме якість викладання, кар'єрний потенціал, приверне іноземних студентів і викладачів. Це визначить одночасний підйом рейтингу ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» і нашого Університету.

УДК 631.354:631.115.1/1.6

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ

С.Г. Фришев, доктор технічних наук,

С.В.Моруга, студент НАТІ МА-181

Пропонується розробка методики визначення раціональних параметрів перевантажувальної технології із застосуванням обігових напівпричепів під час збирання кукурудзи

Кукурудза, збирання, транспортування, ефективність.

Актуальність теми. Серед усіх культурних рослин, що вирощуються у світі, кукурудза поряд із іншими зерновими займає одну з провідних позицій. До того ж слід зауважити, що за останні роки врожайність кукурудзи порівняно з іншими культурами в Україні сягнула найвищої позначки, а порівняно з початком 90-х вона зросла майже в два рази. Провідна роль у цьому належить селекційному прогресу у розвитку та врожайності кукурудзи, який неухильно просуває цю культуру дедалі вище у рейтингу найуспішніших культур для вирощування.

В Європі площі під кукурудзою на зерно постійно збільшуються, оскільки в нових країнах союзу почали вирощуватися швидкостиглі гібридні сорти кукурудзи на зерно. Зростання площ під кукурудзою на зерно в основному затримують в жовтні місяці складні метеорологічні умови під час дозрівання зерна в качанах. Кращим строком збирання кукурузе на зерно вважається період, коли вологість зерна знаходиться в межах 25-30%. В цей термін забезпечуються мінімальні втрати врожаю, так як в цей час зерна качана міцно пов'язані зі стрижнем і полеглисть рослин (при нормальному їх розвитку) відсутній [1]. Збирання кукурудзи повинна проводитися в можливо короткий термін з настанням стиглості зерна, тому що зі збільшенням тривалості

стояння стиглої кукурудзи на корені збільшуються обвисання качанів і вилягання стебел рослин.

Мета дослідження. Метою досліджень є підвищення ефективності транспортно-виробничих процесів (ТВП) шляхом застосування в якості міжопераційного компенсатора напівпричепа-самоскида з трактором.

Об'єкт дослідження – технологічний процес та технічні засоби перевезення зерна кукурудзи від комбайнів.

Предмет дослідження – закономірності транспортного процесу перевезення зерна.

Введення в технологічну лінію між зернозбиральними комбайнами (ЗК) і автотранспортними засобами (АТЗ) під час збирання урожаю проміжної перевантажувальної ланки – міжопераційного компенсатора дозволяє, порівняно з прямими автомобільними перевезеннями зерна, скоротити час збирально-транспортних операцій і в цілому підвищити ефективність збирально-транспортного комплексу (ЗТК) головним чином за рахунок зменшення простоїв ЗК під час очікування розвантаження зерна з бункера.

Роль таких мобільних компенсаторів виконують спеціалізовані тракторні причепа-перевантажувачі (ПП) (інша назва – перевантажувальні бункери-накопичувачі – ПБН, ПНБ) зі шнековими пристроями для розвантаження, а також автомобільні та тракторні універсальні причепа і напівпричепа [1-3] (Рисунок1). Застосування ПП з шинами низького тиску зменшує ущільнення ґрунту і виключає в'їзд великовантажних АТЗ в поле. Аналіз технологічної схеми перевезення зерна від комбайнів з використанням ПП дозволяє виявити також ряд недоліків, перешкоджаючих досягненню максимального ефекту, до числа яких можна віднести наступні:

- необхідність своєчасного під'їзду АТЗ до ПП обумовлює простої АТЗ (до 36% від часу зміни [1,4,5]);
- необхідність виконання додаткової операції (в порівнянні з технологією прямих перевезень) - перевантаження зерна із одного транспортного засобу (причепа-перевантажувача) в інший (великовантажний АТЗ), яка потребує додаткових енерговитрат, витрат часу та не виключає механічне пошкодження зерна.

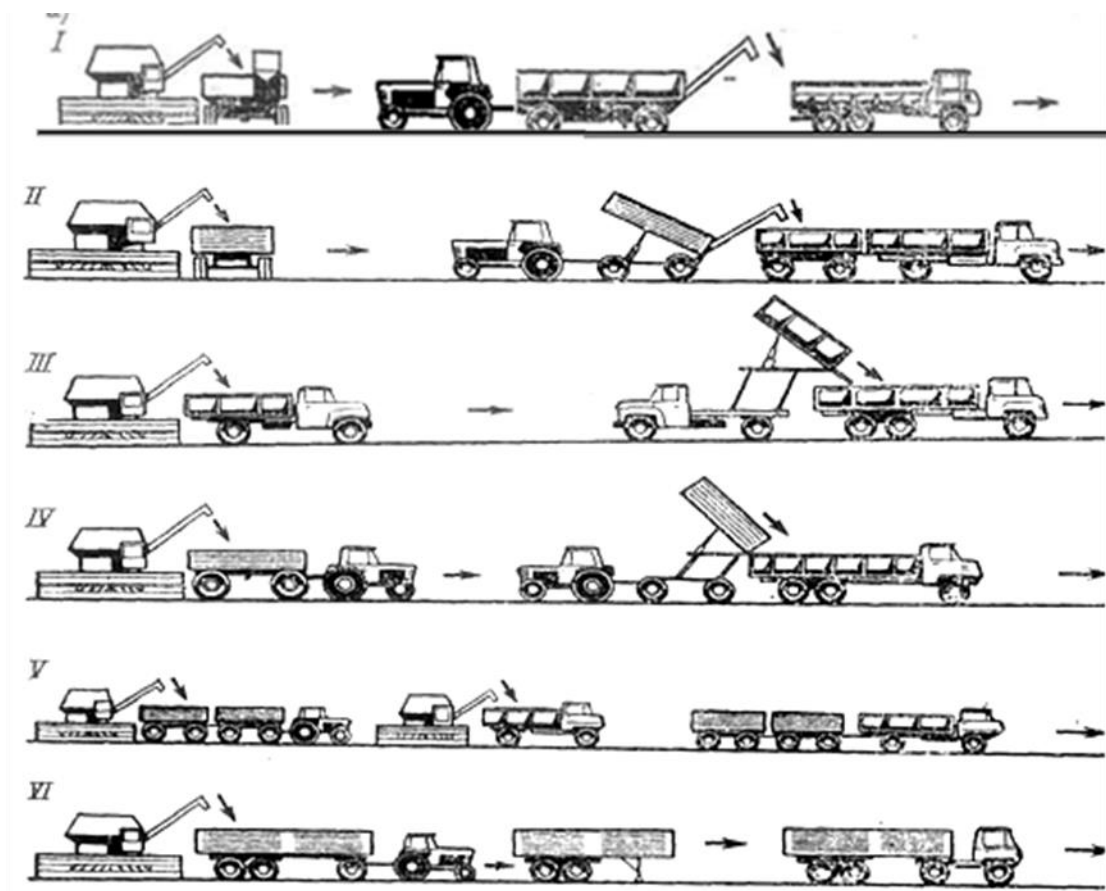


Рисунок 1 - Схеми перевезення зерна від комбайнів з використанням мобільних міжопераційних компенсаторів:

I-II – спеціалізованих тракторних причепів-перевантажувачів;

III - IV – автомобілів самоскидів та тракторних причепів з попереднім підйомом кузова;

V –VI – автотракторних причепів та напівпричепів з підкатними візками.

Аналіз останніх досліджень. З метою пошуку раціональних схем транспортування продукції урожаю від комбайнів нами застосовані дані аналізу роботи компенсаторів, які виконано Каплановичем М.С. [2,5]. Оскільки на перевезенні зерна можливо використання ТЗ різних вантажностей, то для порівняльної їх оцінки доцільно визначати питому тривалість збирально-транспортних операцій (ЗТО), яка віднесена до 1т перевезеного зерна:

На Рисунок2 представлено отримані залежності питомої тривалості ЗТО від вантажності ТЗ [2]. Введення в технологічну лінію між

комбайнами і транспортними засобами проміжної ланки дозволяє значно (в 2-5 рази) скоротити час збирально-транспортних операцій (ЗТО) порівняно з прямими автомобільними перевезеннями.

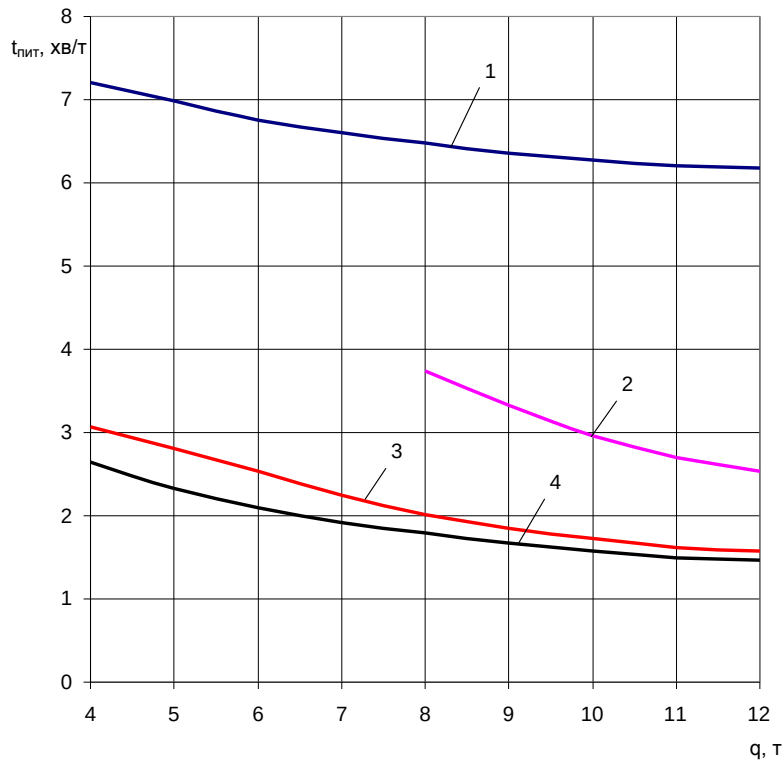


Рисунок 2 Залежність питомої тривалості збирально-транспортних операцій: 1 – прямі автомобільні перевезення; 2 – перевезення по схемі V; 3 – перевезення по схемам I, II, III, IV; 4 – перевезення по схемі VI.

Виробниче впровадження схеми V, VI ускладнено реалізацією переформування багатоланкового автотракторного поїзда. Схеми I-IV, VI, мають практично однакові результати за питомою тривалістю ЗТО. Реалізація схеми VI може бути ефективною за умовою досягнення раціональних витрат часу на відчіплення-причеплення напівпричепа. Напівпричіп (НП) в поєднанні з трактором може виконувати функцію компенсатора - спеціалізованого транспортного засобу замість, наприклад причепів ПБН-30, ПБН-40, що дозволить знизити витрати на застосування спеціалізованої техніки. Одночасно такі транспортні засоби слід використовувати як обігові НП, що дозволяє організувати

безперервну роботу ТЗ на ділянці «край поля – ХПП, де можливі простой ТЗ замінюються на простой тільки НП.

Нами прийнято до наступних досліджень схема VI з певним її удосконаленням. Одним із варіантів такого удосконалення є транспортування в полі НП трактором із стандартним автоматичним сидельним зчіпним пристроєм (СЗП). Пропонуємою нами технологічний комплекс для збирання та транспортування зернових культур із застосуванням обігових НП містить комбайни та напівпричепа з тягачами (тракторами в полі та на дорозі). Останні застосовуються послідовно в двох технологічних ланках: для роботи в полі «ЗК – НП - трактор» і для транспортування по дорозі від поля до ХПП - «НП – трактор», якщо відстань від поля до ХПП не велика . У першій ланці НП функціонує як міжопераційний компенсатор, який завантажується зерном з бункерів не менш чим від двох комбайнів. Після заповнення зерном НП перевозиться на край поля, відчіпляється і замінюється на пустий для подальшої роботи, а завантажений НП перевозиться трактором на ХПП, де розвантажується і повертається пустим на край поля (Рисунок 3)

Трактори та НП обладнуються аналогічними за конструкцією автоматичними сидельними зчіпними пристроями, які мінімізують витрати часу на відчеплення-причеплення НП для ефективної роботи комплексу (Рисунок4). Застосування агрегату «НП – трактор з сидельним зчіпним пристроєм» також підвищує його маневреність (забезпечує задній хід) в порівнянні із звичайним причіпним агрегатом – «трактор та причіп».

Аналіз розподілу навантаження між осями автотракторного поїзда в складі трактора і напівпричепа показав, що найбільш завантаженою є друга вісь, де досить часто спостерігаються навантаження понад 100 кН [5].

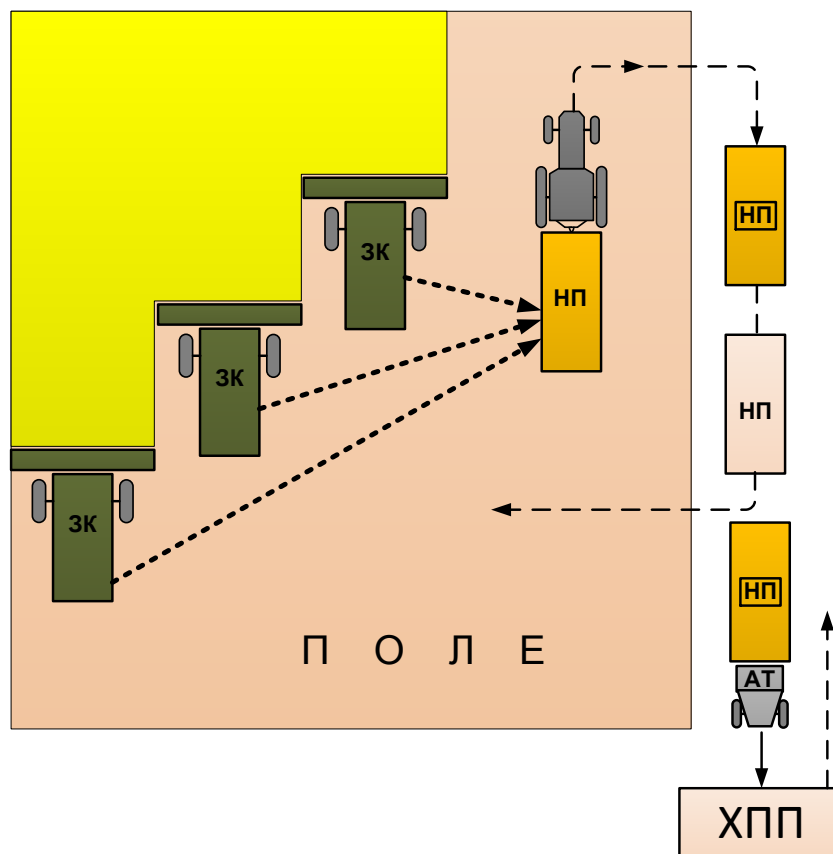


Рис 3 Технологічна схема завантаження зерна з комбайнів та перевезення з використанням напівпричепів: ЗК – зернозбиральний комбайн; НП – напівпричіп (порожній та завантажений); АТ – автотягач або трактор; ХПП – хлібоприймальний пункт.



Тобто основна проблема небезпечного застосування обігових НП полягає в необхідності зниження питомого тиску від їх коліс на ґрунт. Ця проблема може вирішуватися різними методами: встановленням на трактор задніх здвоєних коліс, тимчасовим перерозподілом маси зерна

в кузові НП під час його транспортування в полі [6]. Відмінність цього способу в тому, що зерно з бункерів ЗК завантажується головним чином в передню частину кузова НП, яка має бортову надбудову для збільшення об'єму завантаження, а після перевезення на край поля та перечіплення для перевезення по дорозі кузов НП за допомогою гідроциліндра нахиляється до горизонту для рівномірного розподілу зерна під дією гравітації по днищу кузова (Рисунок5).

Технічним результатом, який забезпечується наведеною сукупністю ознак є зменшення тиску на ґрунт задніх колес НП і передача основного тиску на задні широкопрофільні шини колес трактора, які за рахунок значній за величиною площі контакту з ґрунтом забезпечують такий питомий тиск на ґрунт, величина якого не перевищує допустимого агрономічними значення. Сила тиску задніх колес НП (3) зменшується на величину N_1 , яка в свою чергу збільшується з ростом відстані a , а задні колеса трактора сприймають додаткове навантаження від зерна в передньої частині кузова (1-2), збільшення якого пропорційно силі N_1 .

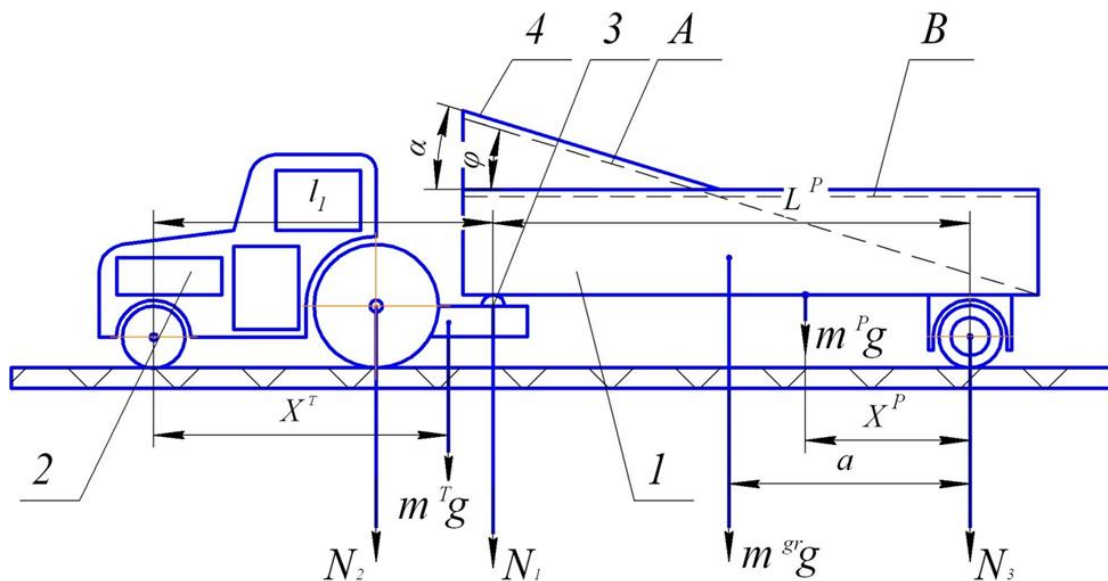


Рисунок 5 Розподіл навантаження на колеса транспортного агрегату

Але у зв'язку із збільшенням площі контакту шин трактора з ґрунтом, питома навантаження на ґрунт не перевищує допустимої величини. Для збільшення об'єму передньої частини кузова виконується підвищення висоти бортів зпереду кузова НП шляхом застосування

бортової надбудови у вигляді вставки, яка складається з поперечної і двох повздовжніх частин – боковин 4, при цьому кут нахилу верхнього обрізу боковин до горизонту дорівнює або менше природного укосу поверхні вільно насипаного зерна з горизонтальною площиною (рівень А), габаритна ширина поперечної вставки дорівнює ширині кузова, а максимальна висота надбудови зпереду кузова визначається з геометричних міркувань як

$$h = 0,5l \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ при } \alpha \leq \varphi, \quad (1)$$

де l – довжина кузова НП;

α – кут утворений верхнім обрізом боковин до горизонту з горизонтальною площиною днища кузова;

φ – кут природного укосу поверхні вільно насипаної продукції з горизонтальною площиною.

Так для напівпричепа - самоскида ТСП 16, який має довжину кузова 8 м, при перевезенні зерна з параметрами $\alpha = \varphi = 22^\circ$ отримаємо $h = 0,5l \cdot \operatorname{tg} \alpha = 1,5 \text{ м}$.

Після перевезення на край поля і перечіплення до тягача кузов НП за допомогою гідроциліндра нахиляється до горизонту для рівномірного розподілу зерна по днищу кузова під дією гравітації (рівень В), а потім повертається в горизонтальне положення.

Відсутність операції перевантаження продукції дозволяє застосувати такий спосіб для транспортування цукрових буряків та картоплі. Робота двох не зв'язаних жорстко транспортних ланкових систем: польової та дорожньої дає можливість виключити простої тягачей.

Розрахунок параметрів ЗТК проведено на підставі оцінки ритмічності роботи окремих ланок: польової «ЗК – НП з трактором» та дорожньої «НП – трактор»

Кількість бункерів зерна ЗК, що завантажується в НП, а також кількість ЗК, які обслуговуються одним НП, дорівнює [5]:

$$\rho = \operatorname{INT} \left(\omega_K \cdot d_B \left(\frac{9,25}{W_{KP}} + \frac{8,33}{W_{ШК}} \right) - 8,33 t_{B-П} - 0,667 \right) \text{ од.}, \quad (2)$$

де INT – функція, що повертає найближче менше ціле значення;

W_{KP} - продуктивність ЗК за 1 годину основного часу, т/год.;

$W_{ШК}$ – продуктивність вивантажувального шнека ЗК, т/год.

ω_K — об'єм бункера комбайна, м³;

d_B — об'ємна маса зерна, т/м³;

$t_{B-П}$ - середня тривалість перечіпки (відчіплення - причеплення) НП (0,07 год).

Вибір вантажопідйомності НП виконується, виходячи з умови кратності вантажопідйомності кузова НП і бункера ЗК:

$$q_H \geq q_B \rho, \quad (3)$$

де q_H - номінальна вантажопідйомність кузова обраного НП;

q_B - маса зерна в бункері.

Друга умова вибору марки НП: місткість кузова ω_H обраного НП повинна бути кратною місткості бункера комбайна:

$$\omega_H \geq \omega_K \rho, \quad (4)$$

Виходячи з виразів (6, 7) вибираємо відповідну за вантажопідйомністю q_H марку НП. Кількість НП з тракторами, які одночасно з комбайнами працюють в полі, дорівнює:

$$n_{H1} = \text{CEILING} \frac{m_K}{\rho}, \quad (5)$$

де CEILING - функція, що повертає найближче більше ціле значення.

Кількість НП у дорожньої ланці [2]:

$$n_T = \text{CEILING} \frac{n_{H1} (t_{ВІВ} + \frac{2l}{v_T} + t_{B-П})}{0,08 + 0,12\rho + t_{B-П}}) \text{ од.}, \quad (6)$$

де l_{ij} - відстань перевезень, км;

v_T - швидкість перевезення, км/год;

$t_{ВІВ}$ - тривалість вивантаження зерна на приймальному пункті.

Загальна кількість НП, які потрібні для роботи ЗТК (рухаються, очікують причеплення та знаходяться під навантаженням) дорівнює

кількості НП, що працюють у обох ланках та визначається за формулою:

$$П = n_{Н1} + n_{АТ} \left(1 + \frac{(0,08 + 0,12\rho + t_{ВНВ} + 2t_{Б-П})v_T}{2(l_{ij} + v_T t_{Б-П})} \right), од, . \quad (7)$$

Таким чином на підставі теоретичного аналізу роботи збирально-транспортного комплексу із обіговими автомобільними напівпричепами самоскидами обґрунтована методика визначення складу ЗТК.

Як приклад, порівнюємо кількість машин ЗТК та їх виробіток під час збирання одного і того ж обсягу урожаю зерна кукурудзи в ННВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут» за агротермін 5 днів роботи у двох варіантах:

- 1) для перевантажувальної технологічної схеми при роботі НП;
- 2) під час прямих перевезень.

У ЗТК входять ЗК марки Кейс 2388 з продуктивністю $W_{KP} = 12$ т/год.,

$$\omega_K = 7,5 м^3$$

$W_{ШК} = 170$ т/год; умови роботи: об'ємна маса кукурудзи $d_B = 0,75$ т/м³, відстань від поля до ХПП $l_{ij} = 6$ км, ., швидкість НП в полі $v_{П} = 15$ км/год.; площа поля 160 га, урожайність 7 т/га; тип дороги – грейдерна.

1. При використанні НП коефіцієнт використання часу зміни визначається як [5]:

$$\tau_{П} = \tau_{ц} \delta_{ЗМ} = \phi \delta_{ЗМ} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81$$

Продуктивність ЗК за годину змінного часу при обслуговуванні ПП

$$W_{КП} = \tau_{П} \cdot W_{KP} = 12 \cdot 0,81 = 9,7 \text{ т/год}$$

Кількість одиниць комбайнів, що необхідні для збирання урожаю з площі S, га при урожайності зерна U, т/га, знаходиться за формулою:

$$m_K = CEILING \frac{S \cdot U}{W_K \cdot t_{ЗМ} \cdot D} = CEILING \frac{160 \cdot 7}{9,7 \cdot 12 \cdot 5} = 2 \text{ од., .}$$

Кількість бункерів зерна ЗК, що завантажується в НП, а також кількість ЗК, які можуть обслуговуватися НП за один робочий цикл,

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

$$\begin{aligned} \rho &= INT(\omega_K \cdot d_B (\frac{9,25}{W_{KP}} + \frac{8,33}{W_{ШК}}) - 8,33t_{B-П} - 0,667) = \\ \text{дорівнює} \quad &= INT(7,4 \cdot 0,75 (\frac{9,25}{12} + \frac{8,33}{190}) - 8,33 \cdot 0,07 - 0,667) = 3 \text{ од.} \end{aligned}$$

З урахування того, що в полі працює 2 ЗК приймаємо $\rho = 2$ од.

Вибір марки НП виконується відповідно таких виразів

$$1) q_{П} \geq \omega_K d_B \rho_{П} = 11,2 \text{ т},$$

$$2) \omega_{П} \geq \omega_K \rho_{П} = 14,8 \text{ м}^3.$$

Таким показникам відповідає НП марки ТСП 16 з місткістю 16 м³ і вантажопідйомністю 12 т, для роботи з яким рекомендований трактор Т 150К.

Кількість НП з тракторами, які одночасно з комбайнами працюють в полі, дорівнює:

$$n_{H1} = CEILING \frac{m_K}{\rho} = \frac{2}{2} = 1 \text{ од.},$$

де CEILING - функція, що повертає найближче більше ціле значення.

Кількість агрегатів (НП з трактором) для перевезення зерна по дорозі визначаємо з рівняння

$$n_T = CEILING \frac{n_{H1} (2t_{B-П} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{ВИБ})}{0,08 + 0,12\rho + t_{B-П}} = CEILING \frac{2(2 \cdot 0,07 + \frac{2 \cdot 6}{30} + 0,06)}{0,08 + 0,12 \cdot 2 + 0,07} = 3 \text{ од}$$

Загальна кількість НП

$$П = n_{H1} + n_{AT} (1 + \frac{(0,08 + 0,12\rho + t_{ВИБ} + 2t_{B-П})v_T}{2(l_{ij} + v_T t_{B-П})}) = 5 \text{ од.},$$

2. При використанні прямих перевезень коефіцієнт використання часу зміни визначається як [5]

$$\tau_{П} = \tau_{Ц} \delta_{ЗМ} = \phi \delta_{ЗМ} = 0,62$$

Продуктивність ЗК за годину змінного часу при обслуговуванні ПП

$$W_{КП} = \tau_{П} \cdot W_{KP} = 12 \cdot 0,62 = 7,4 \text{ т/год}$$

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Кількість одиниць комбайнів, що необхідні для збирання урожаю з площі S , га при урожайності зерна U , т/га, знаходиться за формулою:

$$m_k = \text{CEILING} \frac{S \cdot U}{W_k \cdot t_{3M} \cdot D} = \text{CEILING} \frac{160 \cdot 7}{7,4 \cdot 12 \cdot 5} = 3 \text{ од.}, .$$

Підбір марки АТЗ для прямих перевезень виконуємо, виходячи з вантажності, яка дорівнює:

$$\sum q_A \geq \rho_{\Pi} \omega_k d_B = \sum q_A \gamma = 2 \cdot 5,6 = 11,2 \text{ т}.$$

Вибираємо автомобіль самоскид КамАЗ 45143 з вантажністю 12 т.

Розрахунок собівартості збирання та транспортування зерна кукурудзи $S_{ЗКП}$ із застосуванням напівпричепів.

Оцінку роботи машинних агрегатів, що виконують транспортно-технологічний процес проводимо за показниками прямих експлуатаційних витрат коштів на 1 тону зерна - собівартості збирання та перевезень за даними попереднього підрозділу.

Собівартість ТПП при збиранні зерна $S_{ЗКП}$ із застосуванням напівпричепів визначається як сума прямих експлуатаційних затрат: на збирання зерна комбайнами $S_{ЗК}$ та на перевезення зерна тракторним напівпричепом з трактором - S_{Π} .

$$S_{ЗКП} = S_{ЗК} + S_{\Pi} = 337 \text{ грн/т} \quad (8)$$

Собівартість за прямим перевезенням зерна $S_{\Pi\text{Р}}$ від ЗК визначається як сума прямих експлуатаційних затрат на збирання зерна комбайнами $S_{ЗК}$ та перевезення зерна автомобілями $S_{\text{А}}$

$$S_{\Pi\text{Р}} = S_{ЗК} + S_{\text{А}} = 476 \text{ грн/т} \quad (9)$$

Основною часткою економічного ефекту застосування новітньої технології є підвищення продуктивності ЗК.

Розрахунок річної економічної ефективності виконується шляхом порівняння прямих експлуатаційних витрат (собівартості) за базової (прямі перевезення зерна) і досліджуємої технологіями стосовно комплексу машин, що розглядається. Річний економічний ефект дорівнює:

$$E = (S_{\Pi\text{Р}} - S_{ЗКП}) W_{3M} t_{3M} K_{3M} D + B_{ЗК} = (476 - 337) \cdot 1120 + 1600000 = 1756000 \text{ грн.} \quad (10)$$

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Порівняльна оцінка техніко-економічних показників збирально-транспортних процесів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.- Порівняльна оцінка техніко-економічних показників збирально-транспортного процесу

Найменування техніко- економічних показників машин ЗТК	Технологічні варіанти	
	Прямі перевезення	Збирально-транспортний процес із застосуванням перевантажувальної технології
Продуктивність ЗК «Кейс 2388», т/год	7,5	9,7
Необхідна кількість ЗК, од.	3	2
Кількість ТЗ, од	2 од. КаМАЗ-45143 вантажністю 12 т	5 од. ТСП 16 та 4 трактори Т-150 К
Приведені витрати, грн/т	476	337
Додатковий економічний ефект за рахунок зменшення ЗК в ЗТК, грн	-	1600000
Загальний економічний ефект, грн	-	1756000

З представлених даних бачимо, що використання обігових напівпричепів ТСП 16 забезпечує безперервну і високопродуктивну роботу ЗК і дозволяє отримати загальний економічний ефект 1756000 грн. за рахунок підвищення продуктивності та відповідно зменшення кількості ЗК в ЗТК.

ВИСНОВКИ

1. Розроблена методика визначення раціональних параметрів перевантажувальної технології із застосуванням обігових напівпричепів під час збирання кукурудзи.
2. Використання обігових напівпричепів ТСП 16 забезпечує безперервну і високопродуктивну роботу зернозбиральних комбайнів.

Література

- 1 Гречкоій В.Д., Войтюк В.Д. Проектування технологчних процесів у рослинництві. Видавець: ПП Лисенко М.М. 2014. -392 с.
- 2 Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки./А.И. Воркут – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
- 3 Измайлов А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. /Измайлов А. Ю. — М.: ФГНУ «Рос-информагротех», 2007. — 200 с
- 4 Гамеляк І.П. Експериментальне визначення навантаження на вісь транспортних засобів/ І.П. Гамеляк, В.Ф. Райковський// Автомобільні дороги. – 2014. № 3 (239) – с. 25-29.
- 5 Фришев С.Г. Визначення складу збирально-транспортного комплексу із застосуванням автомобільних напівпричепів самоскидів/ С.Г. Фришев С.Г. //Науковий вісник НУБіП України №196 ч.2 . К., 2014.
- 6 Фришев С.Г., Дьомін О.А. Патент на корисну модель № 135168. Спосіб транспортування зерна від комбайнів. Зареєстровано 25.06.2019

УДК 629.631.554

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

*С.Г. Фришев, доктор технічних наук,
В.А. Петрик, студент НАТІ МА-181*

*Пропонується методика визначення раціональних
перевантажувальної технології під час збирання пшениці*

***Цукрові буряки, збирання, транспортування, ефективність,
продуктивність.***

Постановка проблеми. Цукрові буряки збирають потоковим, потоково-перевантажувальним, перевалочним та перевало-перевантажувальним способами. Вибір способу збирання залежить від особливостей ґрунтово-кліматичних зон бурякосіяння. Так, в районах достатнього зволоження буряки переважно збирають перевалочним та перевало-перевантажувальним способами. У районах нестійкого зволоження, де спостерігається чергування посушливих і помірно зволених років, потрібно застосувати потіковий та потоково-перевантажувальний спосіб.

Важливим напрямком підвищення ефективності збирально-транспортних процесів для цукрових буряків є застосування потужних збиральних комбайнів (БК) з великою місткістю бункерів в поєднанні з великовантажними транспортними засобами та потужною вантажно-очисною технікою. Цей напрямок необхідно розглядати в тісному взаємозв'язку з проблемою зменшення ущільнення ґрунту під час транспортування коренеплодів з поля.

Саме про такий напрямок свідчить зарубіжний досвід господарств з великим обсягом виробництва [1,2], де набуває широкого розповсюдження потоково-перевантажувальна технологія, шляхом застосування спеціалізованих великовантажних тракторних причепів

та напівпричепів перевантажувачів (СТНП) та високопродуктивних навантажувачів-очисників. Тому актуальна розробка методики обґрунтування раціональних параметрів потоково-перевантажувальної технології для цукрових буряків.

Аналіз останніх досліджень. Вперше в Україні потоково-перевантажувальний варіант технології для збирання цукрових буряків в 70-х роках минулого століття був запропонований у Всесоюзному НДІ цукрових буряків (м. Київ). Але його впровадження у виробництво не відбулося у зв'язку з недостатньо високим технічним рівнем розробки як причепів так і збиральних комбайнів [2-4]. В останній час у країнах ЄС, коли з'явилися більш досконалі БК з бункерами великої місткості – 40 м³ (комбайни фірми ROPA, , Vervaet Beet Eater 625 та інші) та причепи перевантажувачі RUW HAWE місткістю 40 м³ з трактором Джон Дір 8400, а в Україні напівпричепи ТЗП-27 «Атлант» та ін.), відбувається виробниче застосування потоково-перевантажувальної технології.

Метою дослідження є підвищення ефективності збирально-транспортних процесів шляхом удосконалення технологічних операцій.

Результати досліджень. За оцінкою спеціалістів Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України найбільш ефективним способом вивезення цукрових буряків з поля на приймальний пункт є потоковий із застосуванням автопоїздів, які містять великовантажні автомобілі (АМ) та причепи. Але такий спосіб має наступні суттєві недоліки:

- для ефективної роботи бурякозбиральних комбайнів (БК) без зупинок із урахуванням великої відстані перевезення до цукрових заводів потрібна значна кількість автомобільних транспортних засобів (АТЗ), в той же час у зв'язку із значними коливаннями часу обороту АТЗ простої БК в очікуванні транспорту сягають 20% [2]; перечіплення причепів потребує додаткових трудовитрат;
- на переуволожнених ґрунтах неможлива робота АТЗ в полі, що призводить до простоїв БК;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

- великовантажні АТЗ значно ущільнюють ґрунт, що веде до його деградації та потребує додаткових витрат для розпушення;
- з полів вивозиться з коренеплодами до 10% ґрунту (від маси буряків).

Перші два недоліки призводять до зниження продуктивності як БК так і АТЗ, затягування агротермінів збирання та втратам урожаю.

Еволюція розвитку БК відбувалася останнім часом в напрямку обладнання їх спочатку бункерами-компенсаторами місткістю 1,5-3,5 т, а потім, із збільшенням потужності двигунів до 250-300 кВт місткість бункера збільшували поетапно - до 10-12, 15-18, 20-25 т. Відповідно значно зростає за вантажопідйомністю транспортний парк, який збагатився спеціалізованою технікою.

Як показує досвід країн ЄС застосування на перевезенні від БК *перевантажувального* варіанту транспортування у значному ступені ліквідує вказані раніше недоліки. Основою таких технологічних процесів є впровадження високопродуктивних збирально-транспортних комплексів (ЗТК), які містять, наприклад комбайн SF-10 Franz Kleine, спеціалізований тракторний напівпричіп (СТНП) ТЗП-27 з трактором потужністю 150-200 к.с., навантажувач-очіщувач та великовантажні АТЗ. Це дає також змогу значно зменшити ущільнення ґрунту через виключення відвозу буряків від комбайнів великовантажними АТЗ. БК працює без зупинок з одночасним навантаженням буряків у причіп-перевантажувач, який йде поруч, з можливістю накопичення буряка в проміжному бункері при заміні СТНП з подальшим перевантаженням у великовантажний автомобіль або у кагати. Використання місткості проміжного бункера дозволяє комбайну робити довгі робочі проходи, здатні перекривати тим самим можливі транспортні затримки, коли комбайн не супроводжується рухомим поруч напівпричепом.

Не менш важливою перевагою СТНП перед вантажівкою являється ступінь впливу на ґрунт. При в'їзді вантажівки на поле відбувається високий тиск на ґрунт, що негативно позначається на подальшій врожайності вирощуваних культур. Якщо питомий тиск трактора, причепа чи комбайна завдяки широкопрофільним шинам наближається до нормативних вимог, то у вантажівки цей показник в рази перевищує

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

допустиму норму. У дощову погоду вантажівки в полі в загальні непрацездатні.

В Україні на заводі Кобзаренка (Сумська обл.) розпочато виробництво універсальних здвижних напівпричепів серії «Атлант»: ТЗП-39 вантажопідйомністю 30 т та об'ємом 40 м³; ТЗП-27 вантажопідйомністю 20 т та об'ємом 32 м³. Конструкція «Атланта» передбачає його універсальне застосування шляхом встановлення на напівпричіп змінного гноєрозкидуючого механізму або перевантажувального шнека для зерна.

Технічна характеристика напівпричепів дана в таблиці 1.

Таблиця 1. - Технічна характеристика напівпричепів

Показники	ТЗП-39	ТЗП-27
Вантажопідйомність, кг	30 000	20 000
Об'єм, м ³ Об'єм з нашивками, м ³	40,0 48,4	32
Необхідна потужність трактора, к.с.	250-300	220-250
Вісі, шт	3	2

Особливість потоково-перевантажувального способу транспортування врожаю буряків є гнучкість, адаптивність до погодно-кліматичних та господарських умов під час збирання. При сприятливих погодних умовах і достатньої кількості АТЗ такий ЗТК: наприклад комбайн «Холмер», тракторний напівпричіп-перевантажувач (ТНП) ТЗП-27 «Атлант» з трактором потужністю 220-250 к.с. здійснює потоково-перевантажувальний спосіб перевезення. Буряки, які вивезені з поля «Атлантом», на дорозі перевантажуються у великовантажні АТЗ для перевезення на цукровий завод.

У випадку зміни умов (в дощову погоду при переувлажненому ґрунті або при недостатньої кількості АТЗ) в комплекс машин додається навантажувач-очіщувач і його робота переходить на перевало-перевантажувальний спосіб перевезення. «Атлант» розвантажує продукцію в кагати, откуда вона після просихання завантажується з одночасним очищенням в АТЗ. Створений на перевалочних майданчиках запас коренеплодів дозволяє більш раціонально і продуктивно використовувати автомобільний транспорт на вивезенні буряків протягом доби.

Доставляти коренеплоди на цукровий завод можна сучасними окремими великовантажними автомобілями і автопоїздами КрАЗ-6230С4-330+КрАЗ А261С3, КамАЗ-45143+СЗАП 8357або МАЗ-650108+МАЗ-856103.

З метою кількісної оцінки вказаних способів і визначення доцільності застосування раціонального нами розроблена методика порівняльної оцінки. Для порівняння прийнято 2 найбільш продуктивних збирально-транспортних процеса:

- 1) потоково-перевантажувальний процес, при якому тракторний напівпричіп ТЗП-27 транспортує буряки від комбайна та вивантажує їх в кузов АТЗ для перевезення на цукровий завод.;
- 2) прямі перевезення буряків від БК на цукровий завод автотягачами з причепами (потоковий спосіб).

Для вибору раціонального варіанту взаємодії комбайнів та транспортних засобів (ТЗ) проаналізуємо їх раціональні параметри під час збирання і транспортування цукрових буряків.

З урахуванням широкого розповсюдження в Україні закордоної збиральної техніки нами розглянут комбайн «Холмер». Його продуктивність за годину основного часу дорівнює 1.7-3.3 га/год. Для урожайності 50 т/га середнє значення продуктивності БК за годину основного часу $W_{кр} = 125$ т/год.

Потоково-перевантажувальний процес виконує ЗТК з трьох БК марки «Холмер», відповідно трьох напівпричепів ТЗК-27 «Атлант» з тракторами ХТЗ 17221 та необхідна кількість великовантажних АТЗ. Віддаль від поля до цукрового заводу 15 км, $T_{зм}$ – тривалість зміни

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

7год., та кількість змін $K_{3M}=2$; D - тривалість збиральних робіт, приймаємо 20 днів.

Група з 3-х БК працює в одному полі, але кожний у своїй загінці [1], при цьому гичка подрібнюється та розкидається як органічне добриво. Трактор ХТЗ 17221 (220-250 к.с.) з напівпричепом під час завершення заповнення бункера комбайна під'їжджає до БК і на ходу завантажується коренеплодами, а потім переїжджає до дороги, де розвантажується у кузови великовантажних самоскидів АМ для перевезення у приймальний пункт цукрового заводу.

Продуктивність БК за годину змінного часу розраховують [1,6] за формулою:

$$W_{\Gamma}=W_{\text{КР}} \tau, \text{ т/год}, \quad (1)$$

де τ - коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \delta_{3M} \tau_{II} = 0,81 \quad (2)$$

δ_{3M} - коефіцієнт циклового часу зміни, приймається 0,9;

τ_{II} - коефіцієнт використання циклового часу зміни дорівнює [6]:

$$\tau_{II} = \frac{t_B + t_{PO3}}{t_B + t_X + t_{PO3}} = 0,9 \quad (3)$$

де t_B - тривалість заповнення бункера БК буряками,

t_{PO3} - тривалість розвантаження бункера БК (40 с. для «Холмера»);

t_X - тривалість холостого ходу БК на разворотах,

t_{PYX} - тривалість руху БК до кагатів і назад.

Продуктивність БК за годину змінного часу дорівнює

$$W_{\Gamma} = W_{\text{КР}} \tau = 125 \cdot 0,81 = 101 \text{ т / год},$$

Площу, з якої три комбайна збирають за 20 робочих днів урожай визначаємо як [1]

$$S = \frac{m_K \cdot W_{\Gamma} \cdot t_{3M} \cdot K_{3M} \cdot D}{U} = 1697 \text{ га} \quad (4)$$

де S – площа, га;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, 7 год;

D – тривалість збиральних робіт, 20 днів.

Умовою безперервної роботи ЗТК є баланс часу, коли кожний напівпричіп обслуговує один БК, коли тривалість обороту ТНП ($t_{об}$) від моменту часу завершення його завантаження до моменту повернення після розвантаження (в АТЗ або в бурти на поле) до БК для чергового завантаження буде менше або дорівнювати часу завантаження бункера комбайна (t_H). Ця умова визначається виразом:

$$t_{об} \leq t_H, \quad (5)$$

або

$$t_{пух} + \frac{K_M(q_B + \frac{W_{кр} \cdot q_B}{W_{кб}})}{W_H} \leq \frac{q_B}{W_{кр}}$$

де q_B – маса буряка, яка міститься у бункере БК, т;

W_H та $W_{кб}$ – продуктивність вивантажувального транспортера відповідно напівпричепа та БК (приймаємо 600 та 1600 т/год);

K_M – коефіцієнт, який урахує маневрування під час завантаження АТЗ ($K_M=1,5$);

$t_{пух}$ – тривалість руху ТНП за один його оборот, $t_{пух} = 0,07$ год. за даними експериментальних досліджень [4,5].

З останнього виразу визначається мінімальна маса буряка, що заповнює бункер БК (місткість бункера), під час руху і розвантаження СТНП:

$$q_B = \frac{t_{пух}}{\frac{1}{W_{кр}} - \frac{K_M(1 + K_B)}{W_H}} = 13,2 \text{ т} \quad , \quad (6)$$

де $K_B = W_{кр} / W_{кб}$.

Маса буряків, що завантажуються в ТНП під час роботи з «Холмером»

$$m_H = q_B + \frac{W_{KP} \cdot q_B}{W_{KB}} = 19,4 \text{ т.} \quad (7)$$

Виходячи з розрахунків (6), мінімальна місткість бункера $q_B = 13,2$ т. Для цього значення уточнюємо марку БК. Таким може бути БК «Холмер» з $V_H = 24 \text{ м}^3$, для якого

$$q_B = 28 \cdot 0,64 = 18 \text{ т} > 13,2 \text{ т}$$

Кількість напівпричепів ТЗП-27 дорівнює кількості БК. Тобто

$$n_{ТЗП} = 3 \text{ од.}$$

Кількість АТЗ для обслуговування групи комбайнів знайдемо як

$$n_A = \frac{I_{ДОБ}}{W_{ДОБ}} = 6 \text{ од.,}$$

де $W_{ДОБ} = 14625$ ткм -добова продуктивність АТЗ, т км;

$I_{ДОБ}$ - добової обсяг перевезень, т км.

$$W_{ДОБ} = \frac{T_{Ц}}{t_{Ц}} Q \cdot l_{ij} = 2846 \text{ ткм.}$$

$t_{роз}$ — тривалість перебування автомобіля в пункті розвантаження, яка залежить від рівня механізації і організації робіт, для розрахунків приймається 0,2 год.;

Тривалість циклової роботи за добу дорівнює

$$T_{Ц} = T_{ДОБ} - T_{ПЗ} - T_{ВДП} - T_{ОС} = 12,5 \text{ год.} \quad (8)$$

де $T_{ДОБ}, T_{ПЗ}, T_{ВДП}, T_{ОС}$ - відповідно тривалість роботи за добу, підготовчо-заклучний час, норматив часу на відпочинок і особисті потреби.

t_X -тривалість холостого ходу БК на разворотах,

$t_{РУХ}$ -тривалість руху БК до кагатів і назад.

Збирально-транспортний потоковий технологічний спосіб полягає в наступному. Розглянемо також як і в попередньому варіанті групу з 3-х БК «Холмер». Ефективною організацією вивезення цукрових буряків з поля на приймальний пункт є застосування автопоїздів з використанням великовантажних автомобілів (АМ), при цьому АМ перевозить два причепа. За кожним з АМ закріплено по чотири двовісних причепа. При поточковому збиранні урожаю спочатку

завантажується АМ, а потім окремо два причепа, які були доставлено раніше. В той час, коли автопоїзд везе буряки на приймальний пункт, при допомозі трактора два пусті причепа перевозяться до БК, де завантажуються, а потім відправляються на дорогу. При поверненні АМ з пустими причепами водій відчіпляє їх, завантажуються від БК, причіпляє раніше завантажені два причепа і відвозить на приймальний пункт.

У зв'язку з стохастичністю процесів збирання і транспортування (через можливі затримки транспортного засобу на шляху через стан доріг, черги на цукровому заводі та ін.) та відповідними простоями як БК та АТЗ коефіцієнт використання часу зміни для потокового процесу менше в порівнянні з потоково-перевантажувальним. Він також залежить від довжини гону поля і місткості бункера комбайна. Орієнтовно в розрахунках за даними літературних джерел можна прийняти його значення як $\tau = 0,62$ з [1,2].

Продуктивність БК за годину змінного часу:

$$W_{\Gamma} = W_{KP} \cdot \tau = 125 \cdot 0,62 = 78 \text{ м / год}$$

Кількість БК необхідних для збирання буряків з базової площі поля 1697 га:

$$m_K = \frac{S \cdot U}{W t K D} = \frac{1697 \cdot 50}{78 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 20} = 4 \text{ од.} \quad (9)$$

Виходячи з однакових значень параметрів, що визначають кількість АТЗ для порівнюємих варіантів отримаємо

$$n_A = \frac{I_{\text{ДОБ}}}{W_{\text{ДОБ}}} = 6 \text{ од.}$$

З метою порівняння різних транспортних процесів нами шляхом розрахунків виконана їх економічна оцінка [6]. Техніко-економічні параметри машин ЗТК для різних транспортних процесів представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 -Техніко-економічні параметри машин ЗТК для різних транспортних процесів

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Показник	Потоковий транспортний процес	Потоково-перевантажувальний процес
Коефіцієнт використання часу зміни БК	0,62	0,81
Продуктивність БК за годину змінного часу, т/год.	78	101
Кількість комбайнів, од.	4	3
Кількість транспортних засобів, од	КамАЗ 45143- 6 од; причіп СЗАП 8357 - 24 од.	ТЗП-27+ХТЗ17221- 3 од.; КрАЗ-6230С4- 6 од.
Приведені витрати, грн/т	50,7	55,7
Додатковий економічний ефект за рахунок зменшення кількості БК в ЗТК, грн	-	1 500 000
Екологічний вплив машин ЗТК	Значне ущільнення ґрунту колесами АТЗ	-
Загальний економічний ефект, грн	-	1471720

З представлених даних бачимо, що продуктивність БК під час застосування потоково-перевантажувальних перевезень в 1,3 перевищує продуктивність комбайнів під час поточкових перевезень, що пов'язано із застосуванням напівпричепів ТЗП-27 «Атлант», які працюють як міжопераційні компенсатори і забезпечують безперервність роботи БК. Таке підвищення означає можливість збирання буряків зі всієї базової площі (1697 га) трьома комбайнами, в той час коли традиційні поточкові прямі перевезення потребують 4 БК, що дозволяє отримати загальний економічний ефект 1471720 грн.

Особливість потоково-перевантажувального способу транспортування врожаю буряків є гнучкість, адаптивність до

погодно-кліматичних та господарських умов під час збирання. У випадку зміни умов (в дощову погоду при переувлажненому ґрунті або недостатньої кількості АТЗ) в комплекс машин додається навантажувач-очішувач і робота ЗТК переходить на перевало-перевантажувальний спосіб перевезення. «Атлант» розвантажує продукцію в кагати, звідки вона після просихання буряків завантажується в АТЗ з одночасним очищенням від ґрунту.

Висновки

1. Обґрунтована методика порівняння раціональних параметрів потоково-перевантажувальних і поточкових процесів під час збирання цукрових буряків.
2. Потоково-перевантажувальний спосіб транспортування врожаю цукрових буряків має певну перспективу застосування в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гречкосій В.Д., Войтюк В.Д., Шатров Р.В. Проектування технологічних процесів у рослинництві. Навчальний посібник – К. 2014 – 392 с.
2. Измайлов А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. — М.: ФГНУ «Рос-информагротех», 2007. — 200 с.
3. Фришев С.Г., Козупиця С.І. Розробка ефективних технологій транспортування зерна від комбайнів. Монографія. К. 2015 – 224с.
4. Капланович М.С. Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам. – Зязев В. А., Капланович М. С., Петров В. И. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом. – М.:Транспорт, 1979. – 253 с.
5. Гоберман В. А. Автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве. – М.:Транспорт, 1986. – 287 с.
6. Лльченко В.Ю. Нагірний Ю.П. Машиновикористання в земліробстві. – К. Урожай, 1996. – 384 с.

УДК 633.11.111:631.53.04

ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Чугрій Г. А.

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України

Впровадження у виробництво запропонованих технологічних елементів при вирощуванні пшениці озимої в Донецькій області значно підвищує ефективність сільськогосподарського виробництва з одночасним покращенням екологічного стану сільгоспугідь. Застосування органомінеральної суміші спільно із застосуванням препарату Айдар забезпечило прибавку урожаю 1,69 т/га або 36%, чистий прибуток склав 578,9 дол/га, рівень рентабельності -156%. Використання суміші мікробіологічних препаратів Фосфоентерин, Різоагрін та Біополіцид при передпосівній обробці насіння пшениці озимої сприяло отриманню додаткового врожаю зерна на рівні 0,88 т/га.

Ключові слова: пшениця озима, біопрепарати, урожайність, економічна ефективність.

В останні роки все більше уваги приділяється біологічним системам землеробства, які засновані на екологізації та біологізації виробничих процесів. Введення в сільськогосподарське виробництво екологічно-безпечних елементів технології на сьогодні – актуальний і реальний шлях зменшення забруднення довкілля, відтворення природної родючості ґрунтів, отримання екологічно чистої високоякісної продукції [1, 2].

Важливого значення набуває широке використання агентів біологічного впливу, що передбачає застосування нових ефективних та екологічно-безпечних стимуляторів росту, мікродобрив та мікробіологічних препаратів, які здатні регулювати процеси життєдіяльності рослин та ґрунтової мікрофлори, спрямовані

мобілізувати потенційні можливості, закладені у геномі природою і селекцією [3-5].

Саме тому дослідження вчених Донецької сільськогосподарської дослідної станції спрямовані на розробку як органічних технологій, так і окремих елементів, які здатні сполучатися з іншими технологіями, що робить дослідження актуальними. Такі технологічні елементи дозволяють зменшити використання мінеральних добрив і пестицидів з одночасним підвищенням якісних і кількісних показників продукції рослинництва.

У 2017-2018 рр. вивчалася рідке біологічне добриво Айдар для передпосівної обробки насіння та обприскування посівів у фазі осіннього куціння і після виходу рослин пшениці озимої з перезимівлі. Спільно з препаратом Айдар застосовувалося передпосівне внесення органомінеральної суміші, що складається з органічного добрива Біогумус і складного мінерального добрива Нітроамофоска.

Дослідження проводилися в польовій сівоzmіні лабораторії землеробства, рослинництва та механізації Донецької ДСДС. Повторність в дослідах 3-кратна. Розміщення ділянок систематичне. Грунт - чорнозем звичайний малогумусний, важкосуглинистий. Валовий зміст основних поживних речовин: N - 0,28-0,31%, P₂O₅ - 0,16-0,18%, K₂O - 1,8-2,0%, вміст гумусу в орному шарі - 4,5%, рН_{сол} - 6,9. Урожай збирали комбайном Сампо-500 по ділянках. Врожайні дані перераховували на стандартну вологість з урахуванням засміченості зернової маси. У дослідах проводили фенологічні, агрометеорологічні спостереження і обліки, визначали структуру врожаю. Статистична обробка врожайних даних проведена за Б.А. Доспеховим [6].

Отримані результати експериментальних досліджень свідчать, що застосування органомінеральної суміші спільно із застосуванням препарату Айдар позитивно вплинуло на структурні показники врожайності зерна пшениці озимої і, відповідно, на врожайні дані (табл. 1).

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Таблиця 1 - Урожайність пшениці озимої сорту Краплина, 2017-2018 рр.

Варіант	Урожайність, т/га			Прибавка	
	2017 г.	2018г.	середня	т/га	%
Контроль	4,40	4,97	4,69	-	-
Рідке біодобриво Айдар	5,12	5,73	5,43	0,74	15,8
Органомінеральна суміш	5,89	5,61	5,75	1,06	22,6
Рідке біодобриво Айдар + органомінеральна суміш	6,04	6,71	6,38	1,69	36,0
НІР ₀₅	0,33	0,20			
Р, %	2,13	1,71			

Високий рівень врожайності пшениці озимої був відзначений при передпосівному внесенні органомінеральної суміші - 5,75 т / га (+1,06 т / га до контролю). У варіанті з використанням препарату Айдар була отримана прибавка врожаю до контролю 0,74 т / га. При спільному використанні органомінеральної суміші з біодобривом Айдар отримана найбільша прибавка - 1,69 т / га або 36%.

Розрахунок економічної ефективності вирощування пшениці озимої з використанням запропонованих варіантів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Економічна ефективність вирощування пшениці озимої, 2017-2018рр.

Варіант	Урожайність, т/га	Собівартість 1 т зерна, дол.	Чистий прибуток, дол/га	Рівень рентабельності, %
Контроль	4,69	100,9	478,6	147,8
Рідке біодобриво Айдар	5,43	106,1	556,8	135,5
Органомінеральна суміш	5,75	98,5	556,1	153,9

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Рідке біодобриво Айдар + органомінеральн а суміш	6,38	97,6	578,9	156,0

Застосування органіномінеральної суміші та біодобрива Айдар як окремо, так і разом на посівах пшениці озимої зменшило собівартість 1 т зерна. Найвищий чистий прибуток (578,9 дол/га) і рівень рентабельності (156%) були отримані при спільному застосуванні органіномінеральної суміші і біодобрива Айдар.

В Донецькій державній сільськогосподарській дослідній станції НААН протягом багатьох років вивчається ефективність різних мікробіологічних препаратів. Незалежно від умов року, варіанту застосування препарату (обробка насіння або обприскування посівів) ефективність цих препаратів підтверджувалась протягом багатьох років. Тому співробітниками станції було прийняте рішення про проведення спільних випробувань розроблених елементів технології вирощування сільськогосподарських культур у виробничих умовах.

Виробничі дослідження проводились протягом 2017-2018 рр. в ДП «ДГ «Забойщик» ДДСДС НААН». Технологія вирощування пшениці озимої сорту Богиня була загальноприйнятою, за виключенням елементів, що вивчались. Площа під дослідом становила 60 га.

Після збиральних робіт проводили обприскування дослідної частини поля баковою сумішшю з целюлозорозкладаючого мікробіологічного препарату та розчиненого у воді карбаміду (10 кг/га д.р. азоту) з одночасною заробкою пожнивних решток у ґрунт. На контрольній ділянці проводився обробіток ґрунту плоскорізом.

Перед сівбою насіння пшениці озимої оброблялося сумішшю мікробіологічних препаратів Фосфоентерин, Різоагрін та Біополіцид. Контрольне насіння протруювалось повною нормою протруйника. Сівба проводилась в оптимальний посівний термін (15 вересня) з нормою висіву 5,0 мільйонів схожого насіння на гектар.

Наступним етапом було обприскування рослин пшениці озимої на початку весняної вегетації баковою сумішшю з гербіциду та

біопрепаратів. На контролі обприскування посівів проводили лише гербіцидом.

Застосування рекомендованих елементів технології вирощування сприяло збільшенню показників структури врожаю порівняно з контролем (табл. 3). Так, довжина колосу підвищилась на 0,8 см, кількість зерен у колосі – на 3,1 шт., маса 1000 зерен – на 2,5 г. Все це не могло не відзначитись на врожайності зерна. Використання мікробіологічних препаратів сприяло отриманню додаткового врожаю зерна на рівні 0,88 т/га.

Таблиця 3 - Показники структури врожаю та врожайність рослин пшениці озимої сорту Богиня, 2017-2018 рр.

Варіант	Довжина колосу, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Урожайність зерна, т/га	Прибавка	
					±	%
Контроль	7,8	32,1	33,4	3,4	-	-
Мікробіологічні препарати	8,6	35,2	35,9	4,28	0,88	25,8

Висновки. Аналіз економічної ефективності застосування елементів біологізації вирощування пшениці озимої дозволяє зробити висновок про доцільність застосування запропонованих елементів технології вирощування пшениці озимої в зоні Степу України. Впровадження у виробництво запропонованих технологічних елементів значно підвищує ефективність сільськогосподарського виробництва з одночасним покращенням екологічного стану сільгоспугідь.

Список використаних джерел

1. Лоанюк А.Г. Биотехнология – сельскому хозяйству / Лоанюк А.Г., Залушко М.В., Анисимова Н.И. и др. – Минск: Урожай, 1988. – 199 с.
2. Сайко В.Ф. Сучасні технології вирощування конкурентоспроможного зерна. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН». Київ, 2004. Спец. вип. С. 26–31.
3. Хиггинс И. Биотехнология. Принципы применения / Хиггинс И., Бест Д., Джонс Дж. – М.: Мир, 1988. – 480 с.

4. Биотехнология растений: культура клеток. – М.: Агропромиздат, 1989. – 280 с.
5. Gathala M.K. Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's rice-maize systems / Gathala M.K., Timsina J., Islam Md. S. et cetera // Evidence from Bangladesh // Field Crops Research. – 2014. – P. 85–98.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Доспехов Б. А. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Аннотация. *Внедрение в производство предложенных технологических элементов при выращивании пшеницы озимой в Донецкой области значительно повышает эффективность сельскохозяйственного производства с одновременным улучшением экологического состояния сельхозугодий. Применение органоминеральной смеси совместно с биопрепаратом Айдар обеспечило прибавку урожая 1,69 т/га або 36%, чистая прибыль составила 578,9 дол/га, уровень рентабельности - 156%. Использование смеси микробиологических препаратов Фосфоентерин, Ризоагрин и Биополицид при предпосевной обработке семян пшеницы озимой позволило получить дополнительный урожай зерна на уровне 0,88 т/га.*

Ключевые слова: *пшеница озимая, биопрепараты, урожайность, экономическая эффективность.*

Summary. *The introduction of the proposed technological elements in the production of winter wheat in the Donetsk region significantly increases the efficiency of agricultural production while improving the ecological condition of farmland. The use of the organic-mineral mixture together with the Aidar biological product provided a yield increase of 1,69 t/ha, even 36%, net profit amounted to 578,9 dollars/ha, profitability level - 156%. The use of a mixture of microbiological preparations Phosphoenterin, Rizoagrin and Biopolitsid during pre-sowing treatment of winter wheat seeds allowed to obtain an additional grain yield of 0,88 t/ha.*

Keywords: *winter wheat, biological preparations, yield, economic efficiency.*

УДК 631.363.5:636.085.54

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ З
ВИКОРИСТАННЯМ ПАСТОПРИГОТУВАЧА**

Шейко Н.В., к.і.н., доцент, Сердюк Д.Я., студент
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Анотація. Кормові сумішки повинні повністю задовольняти потреби тварин в поживних і біологічно активних речовинах, забезпечуючи високу продуктивність, зберігаючи здоров'я, одержуючи продукцію високої якості з низькими затратами.

Баланс раціонів досягається за рахунок доповнення зернових сумішок коренеплодами, комбісилосом, сінажем та сінним борошном взимку, а влітку зеленою масою.

Ключові слова: подрібнення, корми, зелена маса, сінаж, силос, продуктивність, конструкція, робочі органи.

Постановка проблеми. Енергетика процесу різання кормових матеріалів є складною функціональною залежністю факторів, що залежать від розрізуваного матеріалу (фізико-механічних властивостей), факторів, що залежать від різального інструменту (геометричних розмірів, міцністних та фрикційних властивостей) та факторів, що характеризують процес різання (питомого тиску, кута різання, кута установки ножа, робочої швидкості ножа, зазору в ріжучій парі, геометричних розмірів відрізуваних часток).

Аналіз досліджень. Для всіх подрібнювачів кормових матеріалів існують певні вимоги, виконання яких є головною умовою роботи цих машин.

Для забезпечення виконання цих вимог Сабликов Н.В. досліджував технологічний процес різання шару стебел в силосорізках та визначив умови защемлення стебла при різанні.

Вплив тертя і геометричних параметрів ножів на технологічний процес різання рослин вивчено Єгоровою Т.И.

Василенко И.Ф. [1] розглянув процес різання стебел як задачу по створенню умов для розвитку в розрізуваному матеріалі напружень, що

перевищують границі міцності, створив методику розрахунку різального апарату.

Бремер Г.І. [2] узагальнив досліди з теоретичним і експериментальним дослідженням процесу різання кормових матеріалів та дав розрахункові схеми для визначення параметрів ножів силосорізок.

Опір стебел різанню розглянуто в дослідженнях Крамаренко Л.П.

Значна кількість робіт по різанню рослин виконані Босим Е.С. [3]. В своїх дослідженнях він розглядає питання теорії різання лезом тонко - стебельних і товсто - стебельних культур, використовуючи варіаційні принципи механіки, знаходить оптимальну кривизну кута заточування, ґрунтує геометричні параметри сегментного різального апарату збиральних машин і раціональні режими його роботи.

Арнаутов В.І. розглянув процес роботи роторного подрібнювача з сегментними ножами, закріпленими на роторі та підпором виступами деки, встановив раціональні кути різання при ударі ножом по матеріалу вліт і отримав залежність для визначення потрібної потужності процесу.

Враховуючи волокнистий склад стебел, Верхуша В.М. досліджує роботу повздовжнього різання стебел через напруження розриву та зминання дерев'янистої стінки поперек волокон.

Мета дослідження. Метою дослідження процесів подрібнення кормових матеріалів є пошук таких форм дії на матеріал, які б забезпечили мінімальні затрати енергії на одиницю продукції при умові збереження високої якості. Це може вирішуватись шляхом створення подрібнюючих робочих органів з геометричними параметрами і встановлення оптимальних кінематичних та динамічних режимів подрібнення.

Виклад основного матеріалу. Зелені корми необхідні свиноматкам не лише тільки для розвитку травного тракту, збагачення раціонів повноцінним протеїном, багатьма вітамінами і мінеральними речовинами, а й для прямої стимуляції багатоплідності.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

За останні роки було розроблено та створено декілька конструкцій пастоприготувачів. Серед них можна виділити два типи: з молотковими робочими органами та з подрібнюючим апаратом пуансонного типу. Вони бувають одно-, дво- та багатоступінчасті. Одноступінчастим може бути пастоприготувач з активним ножом та решіткою (рекатером), яка регулює крупність продукту і одночасно є протирізальною пластиною. Крупність продукту в усіх пастоприготувачах змінюється встановленою кількістю робочих органів.

Крім вимог щодо показників якості до машини ставляться експлуатаційні вимоги: техніко-економічні, загально-технічні.

До техніко-економічних належать продуктивність машини, затрати праці, енергії, матеріалів та питомі експлуатаційні витрати, які припадають на одиницю виробленої продукції, необхідні капітальні вкладення та строки їх окупності. Показником ефективності виробництва і капітальних вкладень є приведені витрати на одиницю виробленої продукції.

Загально-технічні властивості характеризують: надійність, технологічність конструкції, її габаритні параметри. Режим використання обладнання повинен збігатись з біологічним ритмом тварин.

При розробці технологічного обладнання величину параметрів окремих деталей визначають з врахуванням фізико-механічних властивостей перероблюваного продукту (об'ємна маса, кути природного схилу, коефіцієнти тертя, сипучість, розміри зерен чи частинок стебел, зусилля руйнування).

Отриману пасту бажано використовувати в складі сумішок з переважною кількістю концентрованих кормів, які підвищують продуктивність тварин на 15-20%. При використанні паст вміст концентратів може бути зниженим до 40-80% за поживністю. Баланс раціонів за поживністю досягається за рахунок доповнення зернових сумішок коренеплодами, комбінованим силосом чи сінажем та сінним борошном взимку, а влітку зеленою масою.

При використанні пастоподібного корму, його поїдання тваринами повне, а засвоєння в порівнянні з грубо подрібненим кормом підвищується до 80%.

Для подрібнення зеленої маси, силосу та інших соковитих кормів при згодовуванні їх свиням використовуються подрібнювачі Волгарь-5А, ИЗМ-5, ИС-2 та моделі типу ПП-Ф, одна з яких, а саме ПП-Ф-1 прийнята як базова при дослідженні [1].

Пастоприготувач ПП-Ф-1 складається з живильно-пресувального механізму та подрібнювального апарату. Подача сировини з поступовим ущільненням здійснюється двома консольними зустрічно обертовими шнеками, на яких закріплені напрямні пластини. Камера подрібнення обладнана декількома рядами косо нахилених молотків двох типів, розміщеними в шаховому порядку та жорстко закріпленими проти різаними [4].

Пастоприготувач можна використовувати як в складі комплексу обладнання для транспортування, так і самостійно, в технологічних лініях кормоцеху. Його рекомендують комплектувати з серійним вивантажувальним транспортером ПЗ-3А.09.00 [5].

Висновки. При згодовуванні кормів у вигляді пасти кормосумішки набувають вигляду, при якому неможливий розподіл частинок на фракції, внаслідок чого корм споживається тваринами рівномірно, при мінімальних затратах на його засвоєння і краще перетравлюється, ефективність використання пастоподібного корму вища, ніж звичайних кормосумішок.

Зважаючи на доцільність цілорічного використання технологічного обладнання та різновидність кормових матеріалів, можна подрібнювати до пастоподібного стану початки кукурудзи, відходи овочівництва та садівництва, сінаж та комбісилос. Пастоподрібнювач можна використовувати для подрібнення мерзлих коренеплодів або надто прив'ялених, які не подрібнюються ножовими робочими органами.

Список використаних джерел

1. Машины і обладнання для приготування кормів. – Частина 1, 2. Довідник. /И.В. Кулаковський, Ф.С. Кирпичников, Е.И. Резник. – М.: Росагропромиздат, 1987-1988.
2. Панова В.С. Об относительном движении молотков на роторе дробилки. Вопросы механизации. Труды таджикского с.х. института/ В.С.Панова.– Душанбе.: 1972. – т. 16 – с. 268-278.
3. Ревенко І.І., Манько В.І., Кравчук В.І. Машиновикористання в тваринництві/ І.І.Ревенко, В.М.Манько, В.І.Кравчук. – К.: Урожай, 1999.
4. Ревенко І.І. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств / І.І.Ревенко , В.Д.Роговий, В.І.Кравчук, В.М.Манько, М.М.Чос. – К.: Урожай, 1999.
5. Тимановский А.В. К определению геометрических размеров молотка из условий уравниваемости. Исследование и конструирование машин для животноводства и кормопроизводства. Сборник научных трудов/ А.В.Тарновський. –К.: Урожай, 1979. – с. 13-20.
6. Ялпачик Ф.Е. Кормодробилки. Конструкция, расчет/ Ф.Е.Ялпачик. – К.: Урожай, 1979.

Аннотация. Кормовые смеси должны полностью удовлетворять потребности животных в питательных и биологически активных веществах, обеспечивая высокую продуктивность, сохраняя здоровье , получая высококачественную продукцию с низкими затратами.

Баланс рационов достигается за счет добавления в зерновые смеси корнеплодов, комбисилоса, сенажа и сенной муки зимой, а летом зеленой массы.

Annotation. Feed mixes must fully meet the needs of animals in nutrients and biologically active substances, ensuring high productivity, maintaining health, and receiving high-quality products with low costs. The balance of diets is achieved by adding root vegetables, commixilos, hay and hay flour in winter and green mass in summer.

Ключевые слова: измельчение, корма, зеленая масса, сенаж, силос, производительность, конструкция, рабочие органы.

Keywords: shredding, feed, green mass, hay, silo, performance, construction, working organs.

Секція 2.

УДК 004.94:658.01

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЗБИРАЛЬНИМИ КОМБАЙНАМИ

ВАСИЛЕНКО В.В.¹, ШВОРОВ С.А.²

¹ д-р. техн. наук, професор, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² д-р. техн. наук, професор, НУБіП України, м.Київ

Анотація. В даній статті розглянуті методичні основи побудови авто-матичних систем керування (АСК) безпілотними збиральними комбайнами (БЗК), метод розпізнавання та визначення обсягів урожаю на полях за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА), метод синтезу оптимальних маршрутів БЗК з урахуванням перешкод та процеси їх практичного застосування і контролю.

Актуальність. Як показує практика, неоптимальне планування польових робіт призводить до накладання маршрутів руху збиральної техніки, затримок в її роботі і, як наслідок, надмірних витрат пального. З метою усунення цих недоліків за допомогою АСК повинно виконуватися планування збиральних робіт і розрахунок оптимальних траєкторій руху збиральної техніки, які вводяться в навігаційне обладнання кожного збирального засобу. Реалізація оптимальних траєкторій в процесі збиральних робіт передбачає зменшення витрат пального за рахунок мінімізації часових затримок збиральної техніки та кількості накладання маршрутів їх руху з урахуванням особливостей та геометричної форми поля.

Однак, на даний час недостатньо повно досліджені методи визначення обсягів та щільності зміни врожайності з БПЛА, планування збиральних робіт, синтезу компромісно-оптимальних маршрутів руху перспективної безпілотної роботизованої збиральної техніки та побудови інтелектуальних автоматичних систем керування щодо збирання урожаю. У зв'язку з цим подальша розробка методичних

основ побудови автоматичних систем керування (АСК) безпілотними збиральними комбайнами (БЗК), в тому числі методу розпізнавання та визначення обсягів урожаю на полях за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та методу синтезу оптимальних маршрутів БЗК з урахуванням перешкод, являє собою актуальну наукову задачу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій [1-8] показує, що на даний час широко застосовуються глобальні і локальні методи навігації мобільних роботів (МР). Глобальні методи засновані на тому, що перед початком руху МР повністю відома карта місцевості. Знаючи своє місцезнаходження, точку фінішу, а також розташування всіх перешкод, МР, користуючись заданим алгоритмом дій, забезпечує знаходження найкоротшого шляху від старту до фінішу і після цього долає цей шлях. На практиці найбільш часто використовуються методи фронту хвилі, A^* , дерева квадратів, видимого графа [1-4]. До недоліків таких методів відноситься необхідність збереження карти місцевості (найчастіше великих розмірів) і підвищена обчислювальна складність. Локальні методи навігації використовуються в тих випадках, коли МР невідомі стаціонарні (пасивні) та рухомі (активні) перешкоди, які можуть з'являтися і зникати та змінювати своє місце розташування. У цьому випадку МР отримує навігаційну інформацію про локальну область зовнішнього середовища, перебуваючи у межах дії його датчиків. До таких методів навігації МР можна віднести: методи, засновані на використанні потенціальних полів перешкод [2], методи сімейства BUG [5, 6], що використовують для отримання навігаційної інформації тактильні датчики, а також методи сімейства VisBUG [6-8], які припускають отримання навігаційної інформації від ультразвукових датчиків. До переваг методів локальної навігації слід віднести їх обчислювальну простоту. Недоліки цих методів, порівняно з методами глобальної навігації, полягають у відхиленні реальної траєкторії руху МР від оптимального маршруту і більш складній процедурі локалізації МР у просторі. Для обох груп методів навігації МР характерна проблема своєчасного визначення пасивних та, особливо, активних перешкод на шляху руху МР. Крім того, існуючі методи та алгоритми розв'язання задач планування траєкторій руху наземного МР

застосовуються в два етапи: спочатку знаходиться глобальна траєкторія по картографічних даних, яка потім у процесі руху періодично уточняється за даними бортової системи технічного зору (СТЗ) МР. Такому підходу властиві суперечності і недоліки, обумовлені суттєвою відмінністю масштабів подання інформації на цих двох етапах. Використання СТЗ на базі БПЛА, що поставляє проміжну між етапами планування інформацію про ділянки місцевості, дозволяє з одного боку оперативно уточнювати картографічні дані, а з іншого – на порядок розширити зону огляду бортової СТЗ МР, що підвищує ефективність вирішення всіх цільових завдань БЗК. Незважаючи на значний обсяг досліджень в даній області, проблема навігації РЗТ з використанням БПЛА для визначення (уточнення) маршрутів та різних видів перешкод на шляху руху безпілотної збиральної техніки залишається відкритою.

Мета досліджень полягає в розробці методичних основ побудови автоматичної системи керування безпілотними збиральними комбайнами.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні задачі:

розробка методу і алгоритму визначення обсягів та щільності зміни врожайності за допомогою безпілотних літальних апаратів;

обґрунтування методу синтезу компромісно-оптимальних маршрутів та швидкості руху роботизованої збиральної техніки з мінімальною довжиною шляхів руху БЗК та з урахуванням щільності зміни врожайності, а також пасивних (нерухомих) перешкод;

розробка методу та алгоритму розпізнавання активних (рухомих) перешкод на шляху пересування БЗК;

обґрунтування функціональної структури АСК БЗК шляхом створення бази знань і системної інтеграції методів, алгоритмів та продукційних правил інтелектуальної підтримки прийняття рішень.

За допомогою запропонованої АСК повинні вирішуватися наступні задачі: визначення обсягів та щільності зміни врожайності на основі застосування БПЛА; розпізнавання активних і пасивних перешкод на шляху руху БЗК, розподіл БЗК по полях та планування

оптимальних маршрутів їх руху для збору урожаю; оперативне управління процесами збирання урожаю.

Результати досліджень.

Для вирішення перерахованих задач АСК повинна включати підсистеми моніторингу, планування та оперативного управління процесами збору урожаю.

На даний час все більше уваги приділяється «точному землеробству», що забезпечує максимальну продуктивність сільськогосподарських робіт. Найбільш перспективним є використання безпілотних літальних апаратів для планування та керування рухом безпілотної збиральної техніки в залежності від наявності врожаю та перешкод на кожній ділянці поля.

Підсистема моніторингу ЕК являє собою геоінформаційну систему, яка отримує дані про кількість і якість сировини з датчиків інформації, що розташовані на БПЛА, а також з інших інформаційних джерел. На основі цих даних формується множина припустимих рішень щодо поліпшення стану енергетичних культур, а також організації їх збору.

Як показують результати експериментальних досліджень, звичайні цифрові фотокамери БПЛА можна ефективно використовувати при визначенні обсягів урожаю та ідентифікації різних перешкод на шляху руху БЗК на кожній ділянці поля. Після проведення фотозйомки на електронній карті поля на основі статистичної обробки RGB-сигналів визначається декілька контрастних за оптичними характеристиками зон (ділянок). Для кожної із цих зон експериментально розраховуються контрольні обсяги врожаю, які використовуються для навчання нейронної мережі. За допомогою спеціального програмного забезпечення обробки спектральних характеристик цифрових знімків кожної ділянки місцевості з використанням апарату нейронних мереж визначаються обсяги та щільність зміни врожаю на шляху руху безпілотних комбайнів, що забезпечує оперативне прийняття рішень для їх розподілу, планування маршрутів та керування швидкістю рухом БЗК.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Основою підсистеми є спеціальні методи та алгоритми розпізнавання образів, за допомогою яких забезпечується вирішення наступних задач: сприйняття образу (технічний вимір), попередня обробка отриманого сигналу (фільтрація), виділення потрібних характеристик і класифікація образу (прийняття рішення). Для цього синтезована нейромережева структура і перевірений на адекватність відповідний багат шаровий персептрон. Обробка графічних даних за результатами фотозйомки з БПЛА здійснюється з використанням інформаційної технології, що базується на застосуванні спеціального програмного забезпечення виробництва НУБіП LDE – Land damage expert. Програма має можливість на основі статистичної обробки RGB сигналів визначати координати перешкод для БЗК на електронній карті місцевості та обсяги врожаю.

Як показує практика, неоптимальне планування польових робіт призводить до накладання маршрутів руху збиральної техніки, затримок в її роботі і, як наслідок, надмірних витрат пального. З метою усунення цих недоліків за допомогою АСК повинно забезпечуватися планування збиральних робіт і розрахунок оптимальних траєкторій руху збиральної техніки, які вводяться в навігаційне обладнання кожного збирального засобу. На основі отриманої інформації про врожайність з БПЛА забезпечується планування маршрутів руху та розподіл БЗК по технологічним ділянкам з використанням методів динамічного та лінійного програмування.

При розробці методу та алгоритму планування збиральної техніки передбачається, що процес планування збиральних робіт являє собою керований багатоетапний динамічний процес, який на кожному етапі характеризується двома видами параметрів: параметрами керування (кількістю спланованих безпілотних комбайнів) і параметрами стану (об'ємом зібраної біомаси на кожному етапі). У вигляді обмежень виступає сумарний ресурс часу збиральних робіт та витрат пального, що виділяється на збиральну кампанію. Кінцевою метою планування збиральних робіт на кожному полі є максимальний обсяг зібраних ЕК.

У підсистемі планування, залежно від наявності роботизованих технічних засобів і прогнозованих умов збиральної кампанії,

генерується множина варіантів виконання робіт БЗК. Серед існуючої множини варіантів визначається такий, що забезпечує отримання максимального прибутку. За допомогою ГІС забезпечується формування електронної карти місцевості та визначення обсягів урожаю на кожній ділянці, а також визначення компромісно-оптимальних маршрутів руху збиральної техніки на полях з перешкодами та складними геометричними формами. Застосування запропонованої технології передбачає більш високу оперативність та точність керування БЗК, а також зменшення вартісних витрат на збиральну кампанію.

Таким чином, розроблено метод планування збиральних робіт БЗК, за допомогою якого на основі використання процедури динамічного програмування здійснюється оптимальний розподіл безпілотних комбайнів між полями при обмеженнях на часові витрати, що забезпечує обґрунтоване прийняття рішень на застосування БЗК.

Постановка задачі синтезу компромісно-оптимальних маршрутів руху безпілотних комбайнів полягає у наступному. Відомою інформацією є координати площі, на якій знаходиться біомаса, початкове місце знаходження кожного БЗК, та кінцева точка її маршруту, координати пасивних перешкод та координати ділянок без біомаси, які отримані за допомогою підсистеми моніторингу стану та визначення обсягів енергетичних культур з БПЛА. Необхідно знайти такі компромісно-оптимальні маршрути руху БЗК, при яких забезпечується: мінімальний шлях руху БЗК, об'їзд перешкод, об'їзд ділянок без біомаси.

Метод синтезу компромісно-оптимальних маршрутів руху безпілотних комбайнів включає виконання наступних операцій: відправна задача приводиться до дискретного виду; для кількісної оцінки небезпеки наближення безпілотних комбайнів до перешкод застосовується метод потенційних функцій [2]; довжина шляху визначається довжиною можливих переходів з початкової до кінцевої точки поля з урахуванням об'їзду безпілотними комбайнами перешкод і районів відсутності урожаю; задача синтезу оптимальної траєкторії руху безпілотних комбайнів у заданих умовах розв'язується методом динамічного програмування з узагальненим критерієм оптимальності

по нелінійній схемі компромісів [16]. При цьому для визначення оптимального шляху в кожному допустимому точці по координатах кожного рівня на кожному кроці розв'язується функціональне рівняння Беллмана. Структура узагальненого критерію будується у відповідності з методологією нелінійної схеми компромісів з урахуванням оцінки небезпеки наближення безпілотних комбайнів до перешкод, довжини маршруту руху безпілотних комбайнів, оцінки імовірності заходу безпілотних комбайнів в район відсутності рослин.

Реалізація оптимальних траєкторій у процесі збиральних робіт передбачає зменшення витрат пального за рахунок мінімізації часових затримок збиральної техніки та кількості накладання маршрутів їх руху з урахуванням особливостей та геометричної форми поля.

Аналіз попередніх досліджень показав, що на даний час залишаються невирішеними питання щодо побудови систем підтримки прийняття рішень з керування збиральною технікою у режимі реального часу з урахуванням умов динамічного та частково визначеного зовнішнього середовища. З метою усунення відхилень між запланованими та фактичними показниками роботи технологічних підрозділів виникає необхідність розв'язування задачі оперативного керування та перепланування робіт. Процедура розв'язування цієї задачі складається з цих самих пунктів, що й процедура розв'язування задачі планування, відрізняється тільки початковими даними.

Підсистема оперативного керування процесами збирання урожаю побудована на базі гібридної інтелектуальної системи підтримки та прийняття рішень (СППР), до основних складових якої входять: база знань, блок імітації роботи БЗК, підсистеми моніторингу, планування, контролю та управління, модуль навчання й інтерфейс. При розробці бази знань та АСК здійснено системну інтеграцію моделей, алгоритмів і правил, які ґрунтуються на класичних методах моделювання та оптимізації систем і методах штучного інтелекту, що забезпечує ефективне розв'язування задач планування, контролю й оперативного управління процесами збору врожаю.

Висновки.

1. Практичне застосування АСК в підприємстві «Терезина» підтвердило працездатність розроблених методів та дозволило знизити

довжину маршрутів руху збиральної техніки та загальні витрати на проведення збиральної кампанії на 12-15% за рахунок оперативного визначення обсягів врожаю, планування збиральних робіт та реалізації компромісно-оптимальних маршрутів руху збиральної техніки.

2. Прибуток підприємства при застосуванні АСК збільшився більш ніж на 12%. Крім того, як показують результати практичного застосування АСК, значно скорочуються часові витрати на прийняття обґрунтованих рішень за рахунок обробки системою великих об'ємів інформації.

3. Застосування АСК дає можливість забезпечити цілодобову експлуатацію БЗК, скоротити кількість операторів та зменшити строки збирання урожаю на 16-18 відсотків.

4. Практичне застосування БПЛА значно знизило аварійність.

Список використаних джерел

1. Защелкин, К.В. Реализация комбинированного способа навигации автономного мобильного робота / К.В. Защелкин, В.В. Калиниченко, Н.О. Ульченка // Электротехнические и компьютерные системы – 2013. – № 9 (85). – 102-109.
2. Адамів, О. П. Моделі та інтелектуальні засоби адаптивного керування автономним мобільним роботом [Текст] дис. ... канд. техн. наук: захищена 12.12.2007 / Адамів Олег Петрович. – Одеса, 2007. – 124 с.
3. Fahimi, F. Autonomous Robots. Modeling, Path Planning and Control / F. Fahimi – New York : Springer, 2009. – 348 p.
4. Hachour, O. Pathplanning of Autonomous Mobile robot / O. Hachour // International Journal of Systems Applications, Engineering and Development. – 2009. – Issue 4. – P. 178 – 190.
5. Lumelsky, V. Sensing, intelligence motion / V. Lumelsky – New Jersey : Wiley-Interscience, 2006. – 456 p.
6. Song, H. Research on Path Planning for the Mobile Intelligent Robot / H. Song, L. Hu // World Congress on Computer Science and Information Engineering. – 2009. – № 1. – P. 121 – 144.
7. Siegwart, R. Introduction to Autonomous Mobile Robots / R. Siegwart, I. Ourbakhsh – Boston : MIT Press, 2004. – 336 p.

8. Jian, Y. Comparison of Optimal Solutions to Realtime Path Planning for a Mobile Vehicle / Y. Jian, Q. Zhihua, W. Jing, C. Kevin// IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part A: System and Humans. – 2010.– Vol. 40. – P. 721 – 725.
9. Gunchenko, Y.A. Using UAV for unmanned agricultural harvesting equipment route planning and harvest volume measuring // Gunchenko, Y.A., Shvorov, S.A., Zagrebnyuk, V.I., Kumysh, V.U., Lenkov, E.S. // 2018// 2017 IEEE 4th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments, APUAVD 2017 – Proceedings.

УДК 159.9:331.462

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АПК

Василенко В.В.¹, Мірських Г.О.², Герасименко В.П.³

¹ д-р. техн. наук, професор, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин;

² канд. техн. наук, доцент, НУБіП України, м.Київ

³ асистент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин

Анотація

Психологічні властивості суб'єкта професійної діяльності багато в чому визначають його можливості проявити себе як професіонала високого рівня. Для цього необхідне співпадіння психологічних властивостей вказаного суб'єкта з його соціально-психологічним типом, якому відповідає його діяльність у професійному просторі. В статті наведені результати досліджень щодо розроблення алгоритму встановлення вказаного співпадіння і його врахування в просторі набуття вищої освіти з електроенергетичних спеціальностей, які володіють властивістю поліморфізму. Зокрема, здійснено аналіз професій електроенергетичного спрямування, на прикладі яких розкрита структура відповідних алгоритмів і сформульовані умови їх застосування.

Ключові слова: психологія особистості, професійна діяльність, соціально-психологічний тип, вища освіта

Abstract

The psychological properties of the professional activity subject largely determine his ability to manifest himself as a high-level professional. This requires to coincidence of the psychological properties of the subject with the socio-psychological type, which corresponds to his activities in the professional space. This is true for the polymorphous professions, in which several activities are carried out, each of which requires of the certain socio-psychological type properties. The article results of an algorithm research for the establishment of this coincidence and its inclusion in the area of

higher education acquisition with the specialties that inherent in polymorphism are presents. In particular, the analysis of the engineering direction professions, on the example of which the structure of proposed algorithms and the formulated conditions of their application are revealed.

Keywords: psychology of personality, professional activity, socio-psychological type, higher education

Актуальність проблеми

Набуття вищої освіти відкриває перед людиною багато можливостей задовольнити свої матеріальні та духовні потреби. Особливо це проявляється за умови оволодіння у вищому навчальному закладі (ВНЗ) професією, спрямованою на реалізацію декількох видів професійної діяльності. Незважаючи на те, що вказані види діяльності, як правило, спрямовані на досягнення однієї цілі, вони можуть суттєво різнитися за змістом. Звичайно, на сьогодні більшість вказаних різних за змістом видів діяльності в рамках однієї професії виконується різними особами, однак, різну за змістом професійну діяльність нерідко здійснюють фахівці, які мають однакову спеціальність, закінчили один і той самий ВНЗ, отримали однакову кваліфікацію.

Наведене актуалізує питання вибору суб'єктом професійного простору такого виду діяльності в рамках набутої професії, де він здатен найефективнішим чином проявити свої професійні властивості, досягти успішності, матеріального і духовного задоволення власних потреб. Одночасно, звичайно, актуалізуються питання щодо місця і ролі ВНЗ в підготовці фахівців, готових до роботи в умовах поліморфного професійного простору.

Постановка задачі

Виходячи із сутності загальної спрямованості сучасної освітньої мети, задача полягає в тому, щоб в просторі вищої освіти створити умови, за яких в рамках отримання суб'єктом у ВНЗ знань, пов'язаних з вибраною спеціальністю, надати цьому суб'єкту інформацію щодо його особистісних властивостей і забезпечити можливість отримати необхідну базу знань для подальшої успішної діяльності саме в тому напрямку, який в найбільшій мірі відповідає його особистісним властивостям та інтересам. Вирішення цієї задачі пов'язане з

вивченням структури спеціальності, вибору відповідних навчальних модулів, зміст яких прив'язаний до того чи іншого виду діяльності, а також, звичайно, корегування організація навчального процесу.

Мета роботи

Мета даної роботи полягає в обґрунтуванні базових основ розкриття змісту і сутності окремих видів діяльності, що здійснюються в рамках тої чи іншої спеціальності, з прив'язкою вказаної діяльності до особистісних властивостей та інтересу студента.

Викладання основного матеріалу

Сучасна орієнтована на гуманістичні цінності освітня програма спирається на особистісно-розвиваючу освітню модель, яка передбачає надання студенту ВНЗ не тільки відповідних спеціальних знань, вмінь та навичок, але й усвідомлення та розвинення особистісних властивостей, що в подальшому мають сприяти його успішності у професійному середовищі.

Особистісно-розвиваюча освітня модель передбачає, серед іншого, надання кожному студенту інформації щодо його психологічних властивостей та відповідних цим властивостям видів професійної діяльності, які реалізуються в рамках вибраної ним спеціальності. Адже саме за такої відповідності найімовірніше досягнення фахівцем найбільших успіхів.

Для цілей даної роботи авторами відібрана класифікація Д. Холланда, в основу якої покладена обґрунтована психологічна концепція, що поєднує теорію особистості з теорією вибору професії. Згідно цієї класифікації успішність професійної діяльності суб'єкта визначається такими його психологічними властивостями як ціннісні орієнтації, інтереси, установки, відношення, мотиви та ін., при цьому головними компонентами в даному контексті вважаються інтереси та ціннісні орієнтації суб'єкта.

Прогнозуючи спрямування успішності та кар'єрного зростання фахівця необхідно враховувати, що за будь-яких умов професійна діяльність здійснюється людиною у відповідному тотальному оточуючому середовищі, з яким дана людина взаємодіє як цілісна система, де психологічні властивості, свідомість та діяльність постають у єдності [2]. За відповідних умов (особливо при суттєвому

розвиненні таких властивостей як воля, цілеспрямованість, відповідальність та ін.) людина на протязі свого професійного життя може успішно займатися різними видами діяльності (паралельно або послідовно у різні роки), що, нерідко, потребують психологічних властивостей, притаманних різним психологічним типам. Однак успішності та кар'єрного зростання здебільше досягають саме ті фахівці, стартові умови професійної діяльності котрих характеризуються відповідністю цій діяльності їх психологічних властивостей. Винятки з цього висновку зазвичай «прив'язані» до особистостей неординарних, цілеспрямованих і вольових, а отже пересічно можна вважати такими, що підтверджують вказаний висновок.

Звичайно, кожна професія (спеціальність) характеризуватиметься притаманними саме їй видами діяльності. Своєчасне надання студенту інформації щодо його психологічних властивостей з відповідним прогнозуванням його успішності у визначених видах діяльності на теренах вибраної професії сприяє гуманізації освітнього простору, орієнтації навчального процесу на особистість студента, надання йому права самостійно прийняти обґрунтоване рішення щодо подальшого розвинення тих чи інших психологічних властивостей та продовження оволодівати вибраною професією з акцентом на відповідні види професійної діяльності.

Відмітимо, що викладачами фахових дисциплін у ВНЗ є, зазвичай, спеціалісти з відповідних професій (або, принаймні, випускники ВНЗ за відповідними професійними напрямками). Зважаючи на це, одним з видів професійної діяльності на теренах будь-якої професії слід вважати педагогічну діяльність з викладання фахових дисциплін і розглядати її як один з видів професійної діяльності, де випускник ВНЗ з відповідними особистісними властивостями здатен досягти успішності та кар'єрного зростання.

З урахуванням наведеного, у просторі професій, пов'язаних зі створенням та експлуатацією матеріальних об'єктів електротехнічного призначення, було виділено сім видів професійної діяльності, а саме:

- науково-дослідна - спрямована на розширення наявної бази знань щодо методів моделювання матеріальних об'єктів та технологічних

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

процесів, на реалізацію різноманітних наукових досліджень як теоретичного, так і експериментального характеру та ін.;

- проектна - спрямована на розроблення матеріальних об'єктів та електротехнологічних процесів на підставі наявних знань, алгоритмів та математичних моделей;

- експлуатаційна - пов'язана з використанням та технічним обслуговуванням матеріальних об'єктів та процесів;

- організаційно-управлінська - спрямована на організацію діяльності та управління колективами фахівців;

- підприємницька - пов'язана з організацією відповідних підприємницьких структур, планування та ведення господарської діяльності, з придбанням та/або продажем готових до експлуатації матеріальних об'єктів та/або відповідної технічної документації тощо;

- педагогічна - пов'язана з викладанням спеціальних дисциплін та розробленням відповідного методичного забезпечення.

Звичайно, всі види діяльності, які реалізуються в рамках даної спеціальності, як правило, неможливо врахувати під час викладання будь-якої фахової дисципліни. Але за будь-яких умов кожен студент має бути поінформований про багатоваріантність вибраної ним спеціальності, усвідомлювати цей поліморфізм та можливість в рамках саме вибраної спеціальності задовольнити свої потреби щодо власного матеріального благополуччя.

Проведені авторами дослідження дозволили співставити виділені види професійної діяльності з психологічними типами, що визначені прийнятою за основу класифікацією.

Науково-дослідна діяльність

Найважливішими властивостями особистості фахівця, що надають йому успішності у науково-дослідній діяльності, є схильність до теоретичної роботи; проявлення інтересу до узагальнення отриманої інформації та формулювання узагальнюючих висновків; творче мислення та ініціативність; вміння виділити з наявної інформації головне та перспективне; схильність до індивідуальних дій, самостійність та незалежність. Менш суттєвими є виконавча дисциплінованість та точність у стандартних ситуаціях; спрямованість на отримання кінцевого результату; планування своїх дій та чітке

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

дотримання сформованого плану; комунікабельність, вміння спілкуватися, спрямованість на колективні дії; інтерес до інших людей, розуміння їх бажань; емоційна сталість; словесно-логічна пам'ять та образність мови; ретельне ставлення до свого зовнішнього вигляду та ін.

Проектна діяльність

К властивостям особистості, що сприяють її успішності у проектній діяльності слід віднести: високий рівень розвинення просторової уявності; творче мислення та ініціативність; націленість на кінцевий результат під час розв'язання задач, креативність мислення і здатність до евристичних побудов; вміння виділити головне та перспективне з наявної інформації; висока відповідальність; вміння спілкуватися з колегами та працювати у колективі та ін. Менш важливими особистісними властивостями для успішної проектної діяльності є відношення до свого зовнішнього вигляду; словесно-логічна пам'ять; відкритість, інтерес до інших людей та ін.

Експлуатаційна діяльність

В діяльності з експлуатації матеріальних об'єктів успішності досягають фахівці, яким притаманні: емоційна сталість; надійність в роботі; працездатність; особистісна організованість та виконавча дисциплінованість; високий рівень самоконтролю; спрямування на кінцевий результат та роботу у колективі; твереза оцінка своїх можливостей; надання переваги доступним цілям та ін. Менш суттєвими для експлуатаційної діяльності є такі особистісні властивості фахівця як словесно-логічна пам'ять; попереднє планування дій та дотримання сформованого плану; схильності до теоретичних розрахунків; ретельне ставлення до свого зовнішнього вигляду; розуміння інших людей та ін.; небажаними властивостями особистості фахівців, що займаються експлуатаційною діяльністю, є амбіційність та схильність до ризикованих дій.

Організаційно-управлінська діяльність

Для осіб, що займаються організаційно-управлінською діяльністю найсуттєвішими є: емоційна сталість; надійність роботи; витриманість; працездатність; здатність не розгубитися у надзвичайних ситуаціях; інтерес до особистості інших людей, розуміння їх потреб та бажань;

особистісна організованість та самоконтроль; ретельне ставлення до свого зовнішнього виду; високий рівень розвинення вольових властивостей; спрямування на колективні дії та співробітництво та ін.

Підприємницька діяльність

Підприємницька діяльність в галузі створення та експлуатації матеріальних об'єктів перш за все потребує від фахівця спрямування на досягнення успіху у розпочатій справі; комунікабельності; вольових властивостей; настирливості; амбіційності; ризикованості; практичності і кмітливості та ін. Цей вид діяльності, як правило, не потребує розвиненого просторового уявлення; рефлексії; словесно-логічної пам'яті, виконавчої дисциплінованості, здатності до евристичних побудов та ін.

Педагогічна діяльність

Ефективна та успішна діяльність з викладання спеціальних дисциплін досягається переважно фахівцями, яким притаманні: словесно-логічна пам'ять; інтерес до особистості та індивідуальних властивостей людей, розуміння їх бажань та інтересів; товариськість; висока відповідальність, внутрішня чесність та совісність; здібності до самоосвіти та роботи з інформацією; схильності до теоретичної діяльності. Менш суттєвими по значущості властивостями, якими має володіти фахівець для успішного викладання спеціальних дисциплін є: рівень амбіційності; вольові якості, спрямування на досягнення кінцевого результату, схильність до індивідуальних дій.

Відмітимо одну з суттєвих особливостей педагогічної діяльності з викладання спеціальних дисциплін у ВНЗ. Успішність в цьому виді професійної діяльності визначається науковим ступенем та вченим званням, які присвоєні фахівцю за результатами відповідних професійних досягнень. При цьому науковий ступень (який суттєво впливає і на присвоєння визначеного вченого звання), як правило призначається за досягнення фахівця у науково-дослідній діяльності. Порівняльний аналіз психічних властивостей, що сприяють успішності фахівця у викладацькій та науково-дослідній діяльності показує їх визначені відмінності, а то й протилежності (наприклад, за такими властивостями як словесно-логічна пам'ять, відношення до образності мови та зовнішнього вигляду, комунікабельність та ін.). Цим

пояснюється, що чимало видатних вчених не займаються викладацькою діяльністю (або не досягають у ній значних успіхів), і, навпаки, чимало чудових викладачів спеціальних дисциплін, що користуються заслуженою повагою з боку колег та студентів, не мають наукових ступенів і наукових звань. За таких умов було б раціонально ширше впроваджувати у педагогічну практику присвоєння вчених звань доцента та професора активним працюючим викладачам, досягнення яких в області педагогіки підтверджується відповідними виданнями методичного та навчального спрямування, незалежно від наявності у них наукового ступеня.

Висновки

Психологічні властивості, якими обумовлюється успішність та кар'єрне зростання фахівця у визначеному виді професійної діяльності, віддзеркалюють відповідне професійне середовище з огляду на потреби цього середовища у суб'єктах саме з такими психологічними властивостями. Взаємодією психологічних властивостей фахівця з психологічними характеристиками цього середовища визначається поведінка фахівця, його задоволеність своїм положенням, наявністю мотивів до удосконалення та кар'єрного зростання. За умови, що професійна діяльність та тотальне оточуюче середовище відповідають психологічному типу людини, здебільше проявляється у її задоволенні своїм положенням; така людина працює з максимальною ефективністю і, як слідство, цінується керівництвом організації та просувається кар'єрними сходами. Навпаки особа, що здійснює професійну діяльність, яка не відповідає її психологічному типу, відчуває незадоволеність, бажання змінити діяльність, колектив, місце роботи; характеризується низькою мотивацією та малою ефективністю діяльності.

Як правило, молода людина, яка отримує спеціальність, не в змозі самотійно (і тим більше об'єктивно) оцінити, систематизувати свої психологічні властивості та співставити їх з характеристиками відповідної спеціальності, відповідного професійного середовища. Це актуалізує розроблення і впровадження відповідних алгоритмів надання студентам ВНЗ (а, краще й випускникам середніх шкіл та коледжів) інформації щодо їх особистих психологічних властивостей,

одночасно з інформацією щодо психологічних характеристик відповідних видів професійної діяльності. Співставлення вказаної інформації дозволить молоді з більшою відповідальністю підходити до вибору професії, усвідомити її поліморфізм, визначити своє місце в професійному просторі.

Список використаних джерел

1. Зеер Э. Ф. Психология профессий. М.: Фонд «Мир», 2005. – 336 с.
2. Максименко С. Д. Психологія особистості / С. Д. Максименко, К. С. Максименко, М. В. Папуча // К.:ТОВ «КММ», 2007. – 296 с.

УДК 621.313.2

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЬНОЇ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ
ҐРУНТООБРОБНОГО МОТОБЛОКУ**

Ковальов О.В.¹, Єфимчук О.А.²

¹ ст. викладач, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, alekstdaty1979@gmail.com,

² студент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, fim4uk.sasch@yandex.ru

Анотація: Приведено алгоритм математичної моделі, що дозволяє здійснювати вибір параметрів вентильних електромеханічних систем індукторного типу та результати моделювання режимів роботи машини в робочих режимах.

Ключові слова: вентильна машина, генератор, двигун, математична модель, функційна схема, теорія поля, алгоритм, момент.

Постановка проблеми. Вентильні індукторні електромеханічні перетворювачі собою сукупність напівпровідникового перетворювача і індукторної машини, що працює в двигунному або генераторному режимі. Використання електромеханічних перетворювачів індукторного типу в мобільній ґрунтообробній техніці і в інших видах транспорту, пояснюється високою надійністю, простотою конструкції, технологічністю виготовлення і низькою вартістю. Хоча самі індукторні машини досить добре вивчені, завдання покращення робочих, динамічних і статичних характеристик і масогабаритних показників є досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Сучасний рівень вимог, що пред'являються до характеристик електромеханічних перетворювачів, змушує удосконалювати відомі та розробляти нові методи дослідження стаціонарних і перехідних електромагнітних процесів [1, с.152]. У той же час зросло застосування вентильних індукторних електромеханічних

перетворювачів в сучасному електрообладнанні транспорту та необхідність оптимізації режимів їх роботи вимагає використання нових математичних моделей, що враховують характерні особливості таких систем: наявність двосторонньої зубчастості, постійних магнітів, насичення магнітного кола, параметри вентилів напівпровідникових перетворювачів, дискретність роботи фаз вентильного індукторного двигуна [2, с.302].

Мета дослідження: обґрунтування алгоритму узагальненої математичної моделі вентильної індукторної машини, що дозволяє здійснювати вибір параметрів системи в цілях отримання оптимальних масогабаритних, енергетичних та динамічних показників вентильних електромеханічних систем індукторного типу.

Виклад основного матеріалу. Вентильні індукторні електромеханічні перетворювачі міцно завоювали позиції як автономні джерела електроенергії, що працюють паралельно з акумулятором в електрообладнанні автотранспортних засобів та малогабаритної ґрунтообробної техніки (електрифікованих мотоблоків), завдяки простоті конструкції і відсутності ковзних контактів, що істотно підвищує їх надійність і термін служби. Відсутність щіток розширює діапазон робочих частот обертання, а застосування постійних магнітів на роторі забезпечує стійке самозбудження при відсутності акумулятора, що особливо важливо для сільськогосподарських машин в екстремальних умовах.

У зв'язку з появою і широким застосуванням напівпровідникових перетворювачів, що працюють спільно з індукторною машиною, завдання створення адекватних математичних моделей електромеханічних перетворювачів, застосовуваних у автотракторному електрообладнанні, стає важливою і актуальною у частині детального вивчення не тільки статичних характеристик (струмо-швидкісної, навантажувальної), але й динамічних режимів, що виникають як при роботі (скидання/наростання навантаження, зміна частоти обертання), так і в аварійних режимах (раптове коротке замикання, пробій вентиля і т.і.) [3, с.110].

Для математичного опису вентильні індукторні машини можуть використовувати три типи моделей, що базуються на теорії поля, теорії

кіл або їх комбінації. При цьому розрахунок поля виконується шляхом безпосереднього вирішення польових рівнянь, або наближено аналітичним або чисельним способом.

Найбільш сучасний підхід до моделювання процесів в вентильних індукторних електромеханічних перетворювачів полягає в комбінуванні теорії поля і теорії кіл. Спочатку на основі польових рівнянь визначаються параметри машини, а потім, використовуючи рівняння теорії кіл, розраховуються показники всієї системи в перехідних і сталих режимах. Такий підхід представляється найбільш доцільним і взятий за основу математичної моделі вентильних індукторних машин, запропонованої в статті.

Алгоритм комп'ютерної реалізації узагальненої моделі представлений на рис. 1,а. Узагальнена математична модель враховує роботу вентильного напівпровідникового перетворювача, схеми управління, індукторної машини, датчика положення ротора.

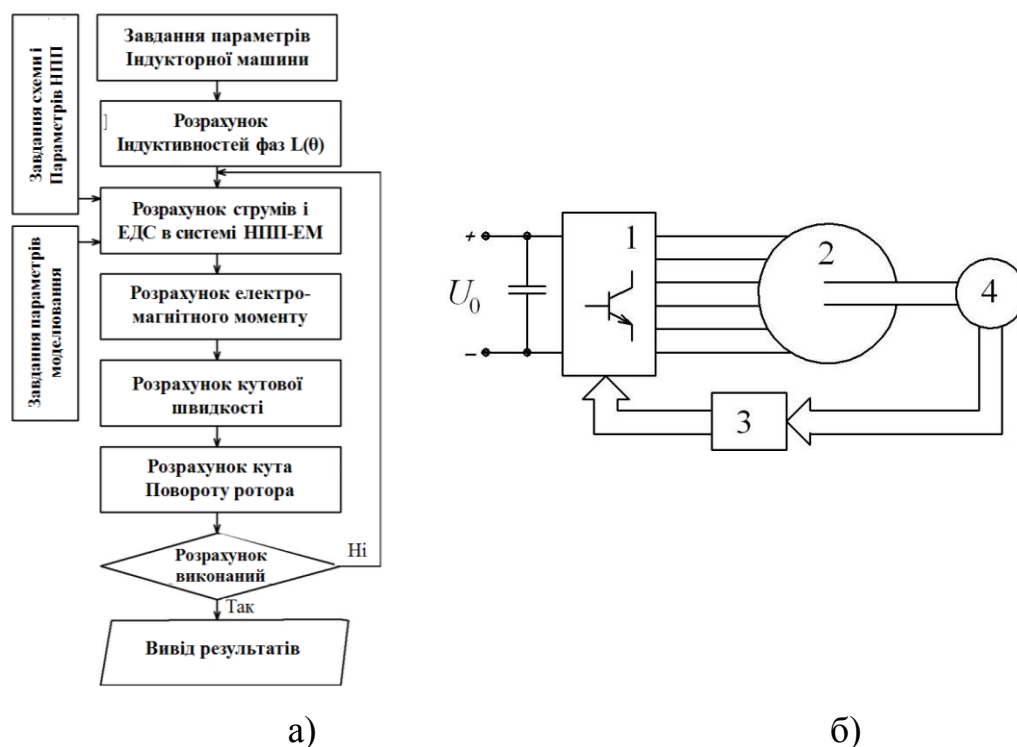


Рисунок 1 - Алгоритм узагальненої математичної моделі вентильної індукторної машини (а) та функціональна схема моделі вентильного індукторного двигуна (б)

Функційна схема для режиму двигуна представлена на рис. 1, б. Обмотки фаз двигуна 2 за допомогою силових ключів інвертора 1 по чергово підключаються до джерела постійної напруги U_0 . Комутація обмоток вентильного індукторного двигуна здійснюється схемою управління 3 в залежності від положення ротора, яке визначається за допомогою датчика положення ротора 4.

Відповідно до алгоритму (рис. 1, а) на основі функціональної схеми (рис. 1, б) для трифазного вентильного індукторного двигуна електроприводу руху навантажувача запропонована імітаційна математична модель. Блок живлення формує вихідну характеристику джерела залежно від споживаного струму. При включенні вентильного індукторного двигуна напруга джерела прикладається до однієї з фазних обмоток: з'являється напруга на одному з виходів U_1 , U_2 , U_3 блоку Invertor. При відключенні фази до обмотки прикладається напруга зворотної полярності, відповідна закритому стану силових транзисторів і струм протікає через діоди. Коли струм фази спадає до нуля, діоди інвертора переходять в закритий стан. Порядок включення фаз визначається залежно від кута повороту ротора s підсистемою SP, що імітує роботу датчика положення ротора. Кут включення і тривалість роботи фази задаються в підсистемі Invertor, з виходу якої напруги фаз: U_1 , U_2 , U_3 подаються на підсистеми: Phase A, Phase B, Phase C для розрахунку струму і електромагнітного моменту.

Електромагнітні процеси в вентильній індукторній машині описуються системою рівнянь Кірхгофа, яка в загальному вигляді в j -му контурі має вигляд

$$U_j = \sum_{j=1}^n i_j \cdot R_j + \sum_{j=1}^n \frac{d\psi_j}{dt}, \quad (1)$$

де U_j , i_j , R_j - напруга, струм і опір елемента контуру;

ψ_j - потокозчеплення обмоток j -го контуру.

При формуванні напруги подається на фазну обмотку враховується падіння напруги на вентилях напівпровідникових перетворювачів (у вигляді функціональних резисторів).

Відповідно до запропонованого алгоритмом (рис. 1,а) спочатку за допомогою аналітичної методики, виконується розрахунок

індуктивності фази вентильного індукторного двигуна від кута повороту ротора, результати якого задаються в підсистему Induction і використовуються в подальшому для моделювання сталих і перехідних режимів. У моделі при апроксимації кривих намагнічування прийняті наступні допущення: насичення настає при одному і тому ж значенні струму $I_{\text{нас}}$; при $i < I_{\text{нас}}$ потокозчеплення фази визначається виразом $\psi(\mu, i) = L(\beta)i$; в режимі насичення при $i \geq I_{\text{нас}}$ нахил ділянок кривої потокозчеплення $\psi(\mu, i)$ збігається з нахилом при розголосованому положенні. На наступному етапі розрахунку за алгоритмом (рис. 1,а) обчислюються електромагнітні моменти фаз за виразами:

- при відсутності насичення

$$M = \frac{z_2}{2} \cdot \frac{dL}{d\theta} \cdot i^2; \quad (2)$$

- при локальному насиченні магнітної системи

$$M = \frac{z_2}{2} \cdot \frac{dL}{d\theta} \cdot (I_{\text{нас}} \cdot i - 0,5I_{\text{нас}}^2). \quad (3)$$

За значеннями електромагнітних моментів окремих фаз M_1 , M_2 , M_3 на виході суматора Sum1 формується результуючий момент, що розвивається вентильною індукторною машиною. Значення кутової швидкості і кута повороту обчислюються за алгоритмом узагальненої математичної моделі вентильної індукторної машини у відповідності з рівняннями руху ротора і рівнянням зв'язку

$$J \frac{d\omega}{dt} = M - M_{\text{дв}}. \quad (4)$$

Зовнішній момент на валу вентильної індукторної машини подається на від'ємний вхід суматора Sum2. Кут повороту обчислюється блоком Integrator1 за формулою (4). Розрахунок сумарного струму вентильного індукторного двигуна виконується підсистемою Subsystem5. Контроль необхідних змінних в процесі розрахунку в моделі виконується за допомогою осцилографів

За допомогою запропонованої імітаційної моделі досліджувалися режими пуску двигуна приводу руху електричного навантажувача з різними кутами включення, з навантаженням і при відсутності навантаження на валу. Графік перехідного процесу при пуску

вентильного індукторного двигуна без навантаження на валу показаний на рис. 2,а.

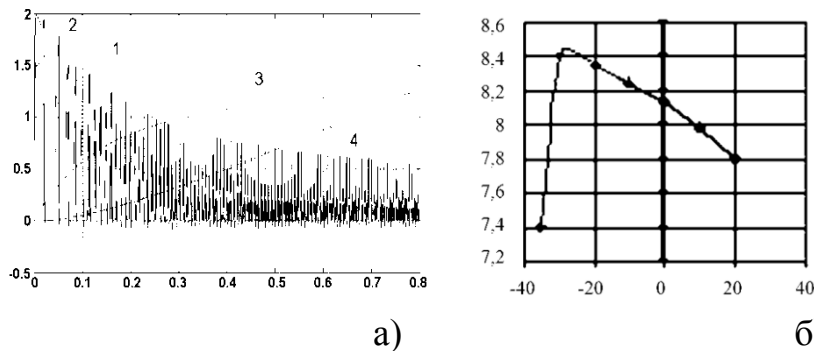


Рисунок 2 - Перехідний процес пуску ВІД з кутом включення $\beta = 0$ (а) та залежність моменту ВІД від кута включення фази (б).

Математична модель використовувалася також для розрахунку статичних і динамічних характеристик електроприводу підсилювача керма автомобіля. Досліджувався вплив кута включення фази при незмінній тривалості включення (120 електричних градусів) на електромагнітний момент, що розвивається вентильною індукторною машиною. Результати моделювання показали (рис. 2,б), що максимальне значення електромагнітного моменту досягається при куті управління -27 електричних градусів. Модель використовувалася також для розрахунку механічної характеристики вентильного індукторного двигуна, при цьому розходження з дослідними даними не перевищило 10-15%.

Висновки. Обґрунтовано параметри імітаційної моделі вентильної індукторної машини, що враховує параметри вентилів напівпровідникових перетворювачів, комбіноване збудження, насичення магнітного кола машини. Імітаційна модель дозволила дослідити вплив параметрів електромеханічної системи індукторного типу на їх робочі характеристики в динамічних і статичних режимах.

Список використаних джерел

1 Чихняев В.А. Математическое исследование вентильно-индукторного привода/ В.А. Чихняев., В.А. Нестерин В.А. и др.– Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2003. – с. 152 – 161.

2 Голодний І.М. Регульований електропривод. Теорія. Моделювання/ І.М. Голодний. – К.: Аграр Медіа Груп, 2012. – 513 с.

3 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.5/ С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: КОРОНА-принт, 2007. – 320 с., ил.

Аннотация: Представлен алгоритм математической модели, позволяющей производить выбор параметров вентильных электромеханических систем индукторного типа и результаты моделирования режимов работы машины в рабочих режимах.

Ключевые слова: вентильная машина, генератор, двигатель, математическая модель, функциональная схема, теория поля, алгоритм, момент.

Summary: An algorithm of a mathematical model is presented, which makes it possible to select the parameters of induction-type electromechanical valve systems and the simulation results of machine operating modes in operating modes.

Keywords: valve machine, generator, engine, mathematical model, functional diagram, field theory, algorithm, moment.

УДК 62-79; 633.854.78

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕПАРАЦІЇ В ЗУСТРІЧНОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПОТОЦІ

Кюрчев С.В.¹, Колодій О.С.², Верхоланцева В.О.³

¹ канд. тех. наук, професор;

² канд. тех. наук., ст. викладач, aelxandr@rambler.ru

³ канд. тех. наук., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь,

Анотація: в даній статі розглядається проблеми збільшення врожайності соняшнику шляхом сепарації. Проведені літературні дослідження щодо технічних засобів для сепарації насіння соняшнику та представлено експериментальну установку для сепарації насіння в повітряному потоці за допомогою магнітного поля.

Ключові слова: сепарація, повітряний потік, аспіраційний канал, магнітне поле.

Постановка проблеми: загально відомо, що соняшник - економічно вигідна культура, тому й збільшують щороку господарства площі посівів під нього. Особливо, як стверджують у державній службі статистики, на Південному Сході нашої країни.

В Україні станом на 2 вересня збір соняшнику провели з площі 780 тис. га. Найвища врожайність культури на звітну дату зафіксована на Черкащині (3 т/га) та Сумщині (3,05 т/га).

За вересень-травень 2018/19 МР експорт фасованої соняшникової олії з України зріс на 26% щодо аналогічного показника минулого сезону, склавши 146 тис. т.

Як повідомляє, міністерство аграрної політики, Найбільшим експортером українського продукту в розглянутий період, як і у попередньому сезоні, була компанія «Кернел» з часткою 35% в загальному обсязі відвантажень. Збільшивши експорт в 2,5 рази, з п'ятого на друге місце піднялася компанія «Сантрейд» з питомою вагою

18%. За рахунок цього компанія «Оліяр» опустилася на третю позицію з часткою 9%.

Основними ринками збуту цієї продукції в звітний період сезону були Ліван, Ізраїль, Китай, Палестина, ОАЕ і Нідерланди.

Все вище сказане говорить про те, що соняшник є однією із важливішою рослиною для України. Тому збільшення врожайності соняшнику є стратегічною задачею для аграрних виробників.

Одним із способом збільшення врожайності є відбір із загальної маси насіння найбільш біологічно цінних насінин шляхом сепарації. З літературних джерел відомо, і вченими було доведено, що відбір із загальної маси найбільш продуктивного насіння з найбільшим запасом поживних речовин, тобто, з великою масою 1000 штук насінин (80-100 г), дозволяє одержати збільшення врожайності на 3-5 ц з 1 га.

Провівши аналіз літератури з даної проблематики ми дійшли висновку, що повітряні канали серійних машин показують, що очищення та сортування насіння здійснюється в них з недостатньо високою якістю: після сепарації в «цінній» фракції залишається 20-30 % легкого (неповноцінного) насіння, а збільшення маси 1000 штук насінин складає всього 4,4 %. Це вказує на те, що можливості повітряного потоку використовуються далеко не повністю. Таким чином, необхідне створення принципово нових конструкцій повітряних каналів і способів розділення, які дають можливість підвищити якість розділення насінневого матеріалу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій: дослідженнями сепарації сипучих матеріалів за різницею аеродинамічних властивостей їх компонентів займалися: В.П. Горячкін, М.Н. Летошнєв, В.В. Гортинський, А.І. Нелюбов, М.Г. Гладков, М.С. Кулагін, В.В. Котов, П.М. Заїка, О. І. Завгородній, Ю.О. Манчинський, М.В. Бакум, І.П. Безручкін та інші. Але на нашу думку недостатньо приділено уваги пневмодіелектричним сепараторам.

Мета дослідження: підвищення технологічної та енергетичної ефективності процесу розділення насіння соняшника шляхом розробки нової конструкції пневмодіелектричного сепаратора та обґрунтування його конструкційно-технологічних параметрів.

В наш час в Україні більш розповсюджені малі фермерські господарства, в яких не вистачають коштів та немає необхідності купувати сепаратори насіння сільськогосподарського призначення великої продуктивності.

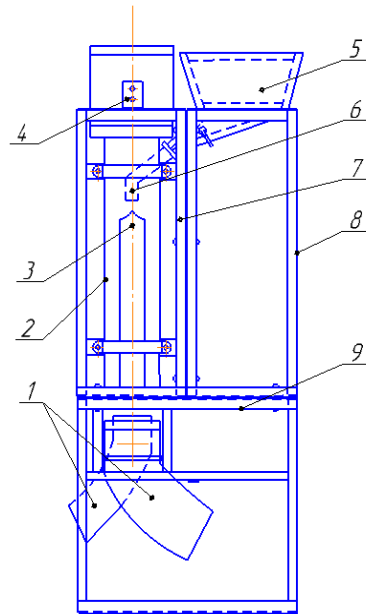


Рисунок 1 - Схема експериментального пневмогравітаційного сепаратора насіння

Тому перед нами поставала задача розробити експериментальну установку з малою потужністю та економічною. Результати наших досліджень представлені на рисунку 1 [1-2].

1 – два розподільника; 2 – аспіраційний канал; 3 – подільник; 4 – вентилятор; 5 – бункер; 6 – патрубок постачання; 7 – ліва частина рами; 8 – верхня частина рами; 9 – нижня частина рами

Подальші дослідження Кюрчева С.В. призвели до появи діелектричного сепаратора представлений на рисунку 2 [3].

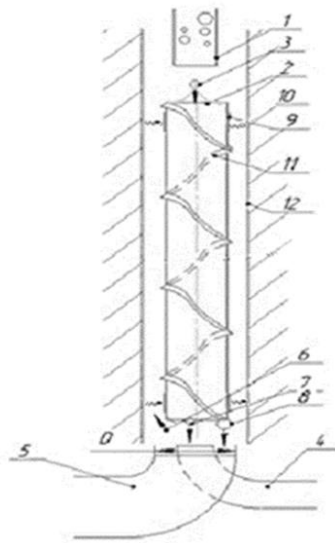


Рисунок 2 - Принципова схема віброаспіраційного сепаратора

1 – живильний патрубок; 2 – центральна труба; 3 – насіння, що надходить до розподільника; 4 – патрубок для виведення середньої фракції; 5 – патрубок для виведення важкої фракції; 6 – насіння легкої фракції; 7 – насіння середньої фракції; 8 – насіння важкої фракції; 9 – опорний вузол центральної труби; 10 – пружний елемент; 11 – парусний елемент; 12 – центральний канал сепаратора

Хоча, постійний за силою потік повітря через парусні елементи призводить до накладання на центральну трубу сепаратора вимушених коливань, що утворює відцентрове поле. Внаслідок останнього ефекту рушійна сила досліджуваного процесу підвищується, розганяючи насіння різної фракції, що відрізняються за масою до різних швидкостей. Відповідно змінюються траєкторії руху часток продукції, тобто має місце їх розщеплення, що дає змогу підвищити ефективність розділення насіння різних фракцій. Проте все ж таки не дає достатньої якості розподілу насіння.

Тому нами була розроблена експериментальна установка представлена на рисунку 3.

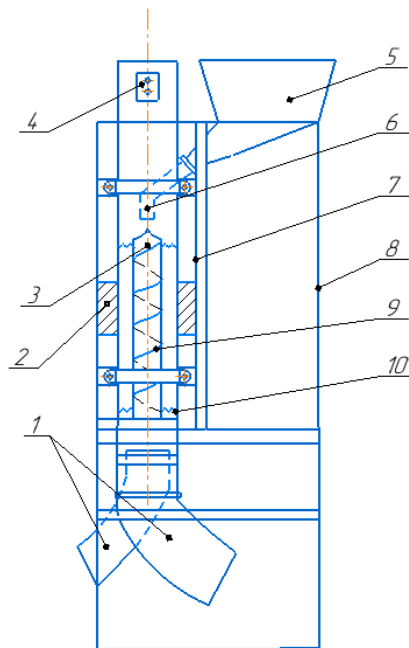


Рисунок 3 – пневмодіелектричний сепаратор

1 – розподільник; 2 – електромагніт; 3 – розподільник; 4 вентилятор; 5 – бункер; 6 – патрубок постачання; 7 – права частина установки; 8 – ліва частина установки; 9 – парусні елементи; 10 – пружинні елементи.

За рахунок електромагніту насіння проходячи розподільник та попадаючи в аспіраційний канал краще змінює свою траєкторію ніж в попередніх двох сепараторах.

Висновки: нами була розроблена пневмодіелектрична експериментальна установка для сепарації насіння соняшника. Перед нами тепер стає задача дослідження та обґрунтування її конструкційних розмірів.

Список використаних джерел:

1. Кюрчев С.В., Колодій О.С. Аналіз методів збільшення врожайності со-няшника в умовах ТОВ «Зоря» приазовського району запорізької. Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2017. Вип. 17. –Т.3. – с. 188 – 193

2. Колодій О.С. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів пневмогравітаційного сепаратора насіння соняшника: дис. канд. тех. наук: 15.12.15 / Колодій Олександр Сергійович. – Мелітополь, 2015. – 140 с.

3. Кюрчев С.В. Механіко-технологічне обґрунтування післязбиральної обробки та зберігання насіння зернових і олійних культур: дис. док. тех. наук: 5.07.19 . Кюрчев Сергій Володимирович. – Глеваха, 2019. – 400с.

Аннотация: в данной статье рассматривается проблемы увеличения урожайности подсолнечника путем сепарации. Проведенные литературные исследования по технических средств для сепарации семян подсолнечника и представлена экспериментальная установка для сепарации семян в воздушном потоке с помощью магнитного поля.

Ключевые слова: сепарация, воздушный поток, аспирационный канал, магнитное поле.

Abstract: This article deals with the problems of increasing sunflower yield by separation. Literary studies have been carried out on the means for the separation of sunflower seeds and an experimental unit for the separation of seeds in the air stream by means of a magnetic field is presented.

Keywords: separation, air flow, aspiration channel, magnetic field.

УДК 621.327.539

ВТРАТИ ЕНЕРГІЇ В ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСАХ В АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ПРИ ВІДХИЛЕННІ НАПРУГИ

Савченко В. В.¹, Синявський О. Ю.², Самоделок С. І.³

¹канд. техн. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, vit1986@ua.fm

²канд. техн. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

³студент магістратури, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин

Анотація: Наведено результати досліджень втрат енергії в асинхронному електроприводі в перехідних режимах при відхиленні і несиметрії напруги. Встановлені залежності втрат енергії від напруги в пусковий період, при гальмуванні двигуна противмиканням і динамічному гальмуванні.

Ключові слова: асинхронний електродвигун, електропривод, відхилення напруги, несиметрія напруги, втрати енергії, гальмування противмиканням, динамічне гальмування.

Постановка проблеми: Визначення втрат енергії в електроприводі в перехідних режимах має важливе значення, бо у перехідних режимах струми в обмотках двигуна значно перевищують номінальні значення і спричиняють підвищення втрат енергії, суттєво впливаючи на нагрівання двигуна. Особливо важливе значення має визначення втрат електроенергії в перехідних режимах для електроприводів, у яких динамічний режим є основним і вони практично не виходять із перехідних режимів. До таких приводів належать електроприводи кранових механізмів, прокатних станів, стругальних верстатів тощо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій: У теорії електропривода отримані аналітичні залежності для втрат енергії в перехідних процесах при номінальних параметрах живлячої мережі [1]. Проводилися дослідження з впливу відхилення напруги на втрати енергії в асинхронному електроприводі в усталеному режимі роботи. Проте не проводилися дослідження з впливу відхилення показників якості електроенергії на втрати енергії в перехідних режимах.

Мета дослідження: встановлення залежностей втрат енергії від напруги в перехідних режимах в асинхронних електроприводах.

Виклад основного матеріалу: Якщо знехтувати постійними втратами, як незначними при перехідних процесах, то втрати енергії у перехідних режимах в асинхронному електроприводі при роботі без навантаження, коли $M_c=0$, складуть [1]:

$$\Delta A_{v0} = \frac{J\omega_0^2}{2} \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) (s_{noch}^2 - s_{кин}^2), \quad (1)$$

де J – зведений момент інерції електропривода, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$; ω_0 – синхронна кутова швидкість, с^{-1} ; R_1 – опір обмотки статора, Ом; R_2' – зведений до обмотки статора опір обмотки ротора, Ом; s_{noch} – початкове ковзання; $s_{кин}$ – кінцеве ковзання.

Отже, втрати енергії в асинхронному електродвигуні при перехідних процесах без навантаження не залежать від форми механічної характеристики, тривалості перехідного процесу, а також напруги.

Для визначення втрат енергії в асинхронному електроприводі при наявності навантаження скористаємося формулою [2]:

$$\Delta A_{vc} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \left[\int_0^{t_n} M_c (\omega_0 - \omega) dt + J \left((\omega_0 (\omega_{кин} - \omega_{noch}) + \frac{\omega_{кин}^2 - \omega_{noch}^2}{2}) \right) \right], \quad (2)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини, Н·м, $\omega_{кин}$ – кінцеве значення кутової швидкості, с^{-1} ; ω_{noch} – початкове значення кутової швидкості, с^{-1} .

Якщо $M_c = \text{const}$, то втрати енергії при пуску двигуна визначаються за виразом:

$$\Delta A_{nc} = J \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \left[\left(\omega_0 \omega_c - \frac{\omega_c^2}{2} \right) + M_c \omega_0 t_n - M_c \int_0^{t_n} \omega dt \right]. \quad (3)$$

Оскільки робочу ділянку механічної характеристики асинхронного двигуна можна вважати лінійною [2], то в усталеному режимі роботи

$$M_\delta = M_c = \beta_\delta U_*^2 (\omega_0 - \omega), \quad (4)$$

де β_δ – жорсткість механічної характеристики двигуна, Н·м·с; U_* – напруга на статорі у відносних одиницях.

Звідси

$$\omega_c = \omega_0 - \frac{M_c}{\beta_\delta U_*^2}. \quad (5)$$

З урахуванням (5) вираз для втрати енергії при пуску двигуна при відхиленні напруги матиме вигляд:

$$\Delta A_{nc} = J \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left[\left(\frac{\omega_0^2}{2} - \frac{M_c^2}{2\beta_{\partial}^2 U_*^4} \right) + M_c \omega_0 t_n (U) - M_c \int_0^{t_n} \omega dt \right]. \quad (6)$$

Втрати енергії при пуску двигуна при несиметрії напруги визначаються за виразом:

$$\Delta A_{nc} = J \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left[\left(\frac{\omega_0^2}{2} - \frac{M_c^2}{2\beta_{\partial nc}^2} \right) + M_c \omega_0 t_n (U_a) - M_c \int_0^{t_n} \omega dt \right], \quad (7)$$

де $\beta_{\partial nc}$ – жорсткість механічної характеристики двигуна при несиметрії напруги, Н·м·с.

Отже, зниження і несиметрія напруги викликає зменшення моменту двигуна і, відповідно, зростання часу пуску, тому при зниженні і несиметрії напруги втрати енергії в асинхронному електроприводі зростають.

При гальмуванні електродвигуна противмиканням втрати енергії визначаються залежністю [1]:

$$\Delta A_{znc} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left[J \left(\omega_0 \omega_c + \frac{\omega_c^2}{2} \right) - M_c \omega_0 t_z - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right]. \quad (8)$$

При відхиленні напруги втрати енергії при гальмуванні двигуна противмиканням описуються формулою:

$$\Delta A_{znc} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left[J \left(\frac{3}{2} \omega_0^2 - 2\omega_0 \frac{M_c}{\beta_{\partial} U_*^2} + \frac{M_c^2}{2\beta_{\partial}^2 U_*^4} \right) - M_c \omega_0 t_z (U) - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right], \quad (9)$$

а при несиметрії напруги:

$$\Delta A_{znc} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left[J \left(\frac{3}{2} \omega_0^2 - 2\omega_0 \frac{M_c}{\beta_{\partial nc}} + \frac{M_c^2}{2\beta_{\partial nc}^2} \right) - M_c \omega_0 t_z (U_{nc}) - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right]. \quad (10)$$

При гальмуванні двигуна противмиканням зниження і несиметрія напруги викликають зменшення втрат енергії.

При динамічному гальмуванні втрати енергії в обмотках ротора визначаються залежністю [3]:

$$\Delta A_{z\partial c} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left(\frac{J \omega_c^2}{2} - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right). \quad (11)$$

При відхиленні напруги втрати енергії в обмотках ротора при динамічному гальмуванні двигуна описуються формулою:

$$\Delta A_{z\partial c} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left(\frac{J}{2} \left(\omega_0 - \frac{M_c}{\beta_{\partial} U_*^2} \right)^2 - M_c \int_0^{t_z} \omega dt \right), \quad (12)$$

а при несиметрії напруги:

$$\Delta A_{\text{доc}} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \left(\frac{J}{2} \left(\omega_0 - \frac{M_c}{\beta_{\text{доc}}} \right)^2 - M_c \int_0^{t_z} \omega \, dt \right). \quad (13)$$

Аналіз формул (12) і (13) показує, що втрати енергії в обмотках ротора при динамічному гальмуванні при зниженні і несиметрії напруги зменшуються, а при їх підвищенні – зростають.

Висновки: Втрати енергії в асинхронному електродвигуні при перехідних процесах без навантаження не залежать від напруги.

При наявності навантаження зниження і несиметрія напруги викликають зростання втрат енергії при пуску і їх зменшення при гальмуванні противмиканням і динамічному гальмуванні.

Список використаних джерел:

1. Електропривод і автоматизація/ [Синявський О. Ю., Савченко В. В., Козирський В. В. та ін.]; за ред. О. Ю. Синявського. – К.: ФОП Ямчинський О. В., 2019. – 619 с.
2. Основи електропривода / [Лавріненко Ю. М., Савченко П. І., Синявський О. Ю. та ін.]; за ред. Ю. М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2016. – 524 с.
3. Ключев В.И. Теория электропривода / Ключев В.И. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 560 с.

ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ В ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ В АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ ПРИ ОТКЛОНЕНИИ НАПРЯЖЕНИЯ

Савченко В. В., Синявский А.Ю., Самоделок С. И.

Аннотация: Приведены результаты исследований потерь энергии в асинхронном электроприводе в переходных режимах при отклонении и несимметрии напряжения. Установлены зависимости потерь энергии от напряжения в пусковой период, при торможении двигателя противовключением и динамическом торможении.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, электропривод, отклонение напряжения, несимметрия напряжения, потери энергии, торможение противовключением, динамическое торможение.

ENERGY LOSSES IN TRANSITION PROCESSES IN ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVES WITH VOLTAGE DEVIATION

Savchenko V. V., Sinyavsky O. Yu., Samodelok S. I.

Abstract: The results of studies of energy losses in asynchronous electric drive in transient processes with voltage deviation and asymmetry are presented. Dependences of energy losses on voltage during starting period, when motor braking by anti-locking and dynamic braking have been established.

Keywords: asynchronous electric motor, electric drive, voltage deviation, voltage asymmetry, energy loss, anti-lock braking, dynamic braking.

УДК 621.327.539

ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК

Синявський О. Ю.¹, Савченко В. В.², Трутень Ю. М.³

¹канд. техн. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, sinyavsky2008@ukr.net

²канд. техн. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

³студент магістратури, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин

Анотація: Проведено дослідження впливу відхилення напруги на технологічні та енергетичні характеристики вентиляційних установок. Отримано залежності продуктивності, тиску, потужності вентиляторів та питомої витрати електроенергії від напруги. Встановлено, що при зниженні напруги на 20 % їх продуктивність знижується до 3 %, тиск – до 5 %, потужність – до 8 %, а питома витрата електроенергії зростає на 15 %.

Ключові слова: вентиляційна установка, потужність, тиск, продуктивність вентилятора, питома витрата електроенергії.

Постановка проблеми: Відхилення напруги від номінального значення призводить до збитків, які мають електромагнітну і технологічну складову. Електромагнітна складова визначається втратою активної потужності і зміною терміну служби ізоляції електрообладнання. Технологічна складова збитків обумовлена впливом відхилення напруги на продуктивність технологічних установок та собівартість продукції, що випускається [1].

Нині відхилення напруги в електромережах України складає 15–28 % від номінального, що значно перевищує допустиме значення [2].

Внаслідок відхилення напруги змінюється кутова швидкість електродвигуна вентилятора, яка обумовлює зміну технологічних і енергетичних характеристик робочих машин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Нині отримані аналітичні залежності моменту асинхронного електродвигуна від напруги та втрат енергії в ustalених режимах роботи при номінальних параметрах живлячої мережі [3]. Встановленні залежності продуктивності, туску, моменту статичних опорів та потужності відцентрових вентиляторів від кутової швидкості [3].

Проте не проводилися дослідження з впливу відхилення напруги на технологічні та енергетичні характеристики вентиляційних установок.

Мета дослідження: встановлення впливу відхилення напруги на технологічні та енергетичні характеристики вентиляційних установок.

Виклад основного матеріалу: При відхиленні напруги механічна характеристика електродвигуна на робочій ділянці описується рівнянням [3]:

$$M_{\partial} = \beta_{\partial} U_*^2 (\omega_0 - \omega), \quad (1)$$

де M_{∂} – момент двигуна, Н·м;

β_{∂} – жорсткість механічної характеристики електродвигуна, Н·м·с;

ω_0 – синхронна кутова швидкість, с⁻¹;

ω – задана кутова швидкість, с⁻¹;

$U_* = U/U_n$ – напруга у відносних одиницях.

Механічна характеристика вентиляторів має вигляд [3]:

$$M_c = M_0 + (M_{cn} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \quad (2)$$

де M_c – момент статичних опорів вентилятора, Н·м, при заданій кутовій швидкості;

M_0 – початковий момент, Н·м;

M_{cn} – момент статичних опорів, Н·м, при номінальній кутовій швидкості;

ω і ω_n – задане і номінальне значення кутової швидкості, с⁻¹.

В ustalеному режимі роботи

$$\beta_{\partial} U_*^2 (\omega_0 - \omega) = M_0 + (M_{cn} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \quad (3)$$

або

$$\beta_o U_*^2 (\omega_o - \omega_n \omega_*) = M_o + (M_{cn} - M_o) \omega_*^2, \quad (4)$$

де $\omega_* = \omega / \omega_n$ – кутова швидкість у відносних одиницях.

Із (4) отримаємо:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_o + (M_{cn} - M_o) \omega_*^2}{\beta_o (\omega_o - \omega_n \omega_*)}}. \quad (5)$$

Для вентиляторів продуктивність прямо пропорційна кутовій швидкості, тиск – квадрату кутової швидкості, потужність – кубу кутової швидкості.

Тоді закони зміни цих величин при відхиленні напруги запишуться у вигляді:

для продуктивності вентилятора

$$U_* = \sqrt{\frac{M_o + (M_{cn} - M_o) Q_*^2}{\beta_o (\omega_o - \omega_n Q_*)}}, \quad (6)$$

тиску

$$U_* = \sqrt{\frac{M_o + (M_{cn} - M_o) p_*}{\beta_o (\omega_o - \omega_n \sqrt{p_*})}}, \quad (7)$$

потужності

$$U_* = \sqrt{\frac{M_o + (M_{cn} - M_o) P_*^{2/3}}{\beta_o (\omega_o - \omega_n \sqrt[3]{P_*})}}. \quad (8)$$

Експериментальні дослідження зміни продуктивності, тиску і потужності відцентрових вентиляторів ВЦ4-75-2,5 та ЗАВ 446 при відхиленні напруги підтвердили адекватність залежностей (6) – (8).

При відхиленні напруги продуктивність, тиск та потужність вентиляторів змінюються за складними алгоритмами (рис. 1).

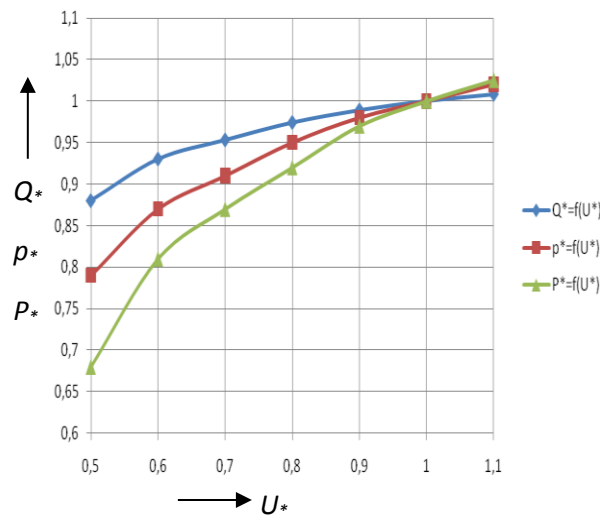


Рисунок 1 – Залежності продуктивності (Q), тиску (p) і потужності (P) відцентрових вентиляторів від напруги у відносних одиницях

Відхилення напруги впливає також на енергетичні характеристики вентилятора, однією з яких є питома витрата електроенергії, кВт·год/м³, яка визначається за формулою:

$$q = P_1 / Q, \quad (9)$$

де P_1 – потужність, споживана двигуном з мережі, кВт.

При відхиленні напруги змінюються постійні і змінні втрати потужності.

Якщо знехтувати механічними втратами і втратами в сталі ротора, то постійні втрати

$$\Delta P_c = \Delta P_{сн} U_*^2. \quad (10)$$

Змінні втрати потужності при зміні напруги живлення асинхронного електродвигуна визначаються за формулою [3]:

$$\Delta P_v = \Delta P_{v2} + \Delta P_{v1} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) M_\delta \omega_0 s, \quad (11)$$

де ΔP_{v2} , ΔP_{v1} – змінні втрати потужності в колах ротора і статора, Вт;

R_1 – активний опір обмотки ротора, Ом;

R_2' – опір обмотки ротора, зведений до обмотки статора, Ом;

M_δ – момент двигуна, Н·м;

ω_0 – синхронна кутова швидкість, с⁻¹;

s – ковзання двигуна.

У вентиляторів початковий момент невеликий, тому їм можна знехтувати. Оскільки

$$M_{cn} = K_3 M_{\partial n}, \quad (12)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження двигуна, то з урахуванням (1)

$$\beta_0 U_*^2 (\omega_0 - \omega) = M_{cn} \omega_*^2 = K_3 \beta_0 (\omega_0 - \omega_n) \omega_*^2, \quad (13)$$

де ω_n – номінальна кутова швидкість двигуна, c^{-1} .

Тоді

$$s = \frac{K_3 s_n \omega_*^2}{U_*^2}. \quad (14)$$

Змінні втрати потужності можна записати у вигляді:

$$\Delta P_v = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \beta_0 U_*^2 \omega_0^2 s^2 = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \frac{\beta_0 \omega_0^2 K_3^2 s_n^2 \omega_*^4}{U_*^4}, \quad (15)$$

або

$$\Delta P_v = \Delta P_{vn} \omega_*^4 / U_*^4, \quad (16)$$

де ΔP_{vn} – змінні втрати потужності при номінальній напрузі.

У відносних одиницях вираз (16) запишеться у вигляді:

$$q_* = \frac{P_2 + \Delta P_c + \Delta P_v}{P_{2n} + \Delta P_{cn} + \Delta P_{vn}} \cdot \frac{Q_n}{Q} = \frac{P_2 + \Delta P_{vn} (\alpha + \Delta P_v / \Delta P_{vn})}{P_{2n} + \Delta P_{vn} (\alpha + 1)} \cdot \frac{Q_n}{Q}, \quad (17)$$

де P_{2n} і P_2 – відповідно потужність на валу двигуна при номінальній і відмінній від номінальної напрузі;

ΔP_{cn} і ΔP_c – постійні втрати;

ΔP_{vn} і ΔP_v – змінні втрати;

α – коефіцієнт втрат.

Після перетворень отримаємо

$$q_* = \eta_n Q_*^2 + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha + 1)} \cdot \frac{(\alpha U_*^2 + Q_*^4 / U_*^4)}{Q_*}. \quad (18)$$

Із залежності (18) випливає, що зниження напруги викликає зростання питомої витрати електроенергії у вентиляційних установках, а її підвищення – невелике зниження (рис. 2).

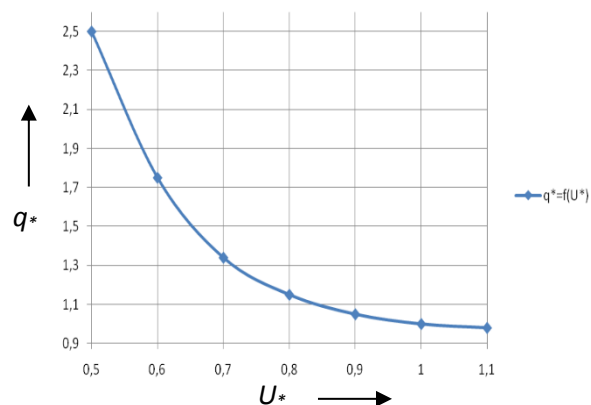


Рисунок 2 – Залежність питомої витрати електроенергії вентиляційних установок від напруги

Висновки: При відхиленні напруги продуктивність, тиск і потужність вентиляторів змінюються за складними алгоритмами. При зниженні напруги на 20 % їх продуктивність знижується до 3 %, тиск – до 5 %, потужність – до 8 %, а питома витрата електроенергії зростає на 15 %.

Список використаних джерел:

1. Аванесов В.М. Анализ структуры потерь электрической энергии в электроустановках при отклонении напряжения от оптимального значения / В.М. Аванесов, Е.В. Садков // Энергобезопасность в документах и фактах. – 2005. – №4. – С. 19–21.
2. Перова М.Б. Качество сельского электроснабжения: комплексный подход / Перова М.Б. – Вологда: Вологодский государственный технический университет, 1999. – 72 с.
3. Електропривод і автоматизація/ [Синявський О. Ю., Савченко В. В., Козирський В. В. та ін.]; за ред. О. Ю. Синявського. – К.: ФОП Ямчинський О. В., 2019. – 619 с.

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

Синявский А. Ю., Савченко В. В., Трутень Ю. М.

Аннотация: Проведено исследование влияния отклонения напряжения на технологические и энергетические характеристики вентиляционных установок. Получены зависимости производительности, давления, мощности вентиляторов и удельного расхода электроэнергии от напряжения. Установлено, что при снижении напряжения на 20 % их производительность снижается до 3 %, давление - до 5 %, мощность - до 8 %, а удельный расход электроэнергии возрастает на 15 %.

Ключевые слова: вентиляционная установка, мощность, давление, производительность вентилятора, удельный расход электроэнергии.

INFLUENCE OF VOLTAGE DIFFERENCE ON TECHNOLOGICAL AND ENERGY CHARACTERISTICS OF VENTILATION PLANTS

Sinyavsky O. Yu., Savchenko V. V., Trouten Yu. M.

Abstract: The effect of voltage deviation on the technological and energy characteristics of ventilation installations is investigated. Dependences of productivity, pressure, fan power and specific power consumption on voltage were obtained. It is established that with a voltage decrease of 20 % their productivity decreases to 3 %, pressure - to 5 %, capacity - to 8 %, and specific energy consumption increases by 15 %.

Keywords: ventilation unit, power, pressure, fan performance, specific power consumption.

Секція 3.

Жигулін О. А., к.т.н., доцент,
Борис В. В., ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний інститут»

Безпека праці та життєдіяльності при реалізації виробничих процесів в агроінженерії

Постановка проблеми. Актуальним є забезпечення безпеки виробничих бізнес-процесів в аграрному секторі економіки.

Огляд наукової літератури та публікацій. Калашнюк О. вважає, що шкідливими та небезпечними факторами при виконанні весняно-польових робіт є: технічна несправність тракторів і сільськогосподарських машин; виконання робіт в охоронних зонах ліній електропередач; виконання робіт на відкритому повітрі, при підвищеній або низькій температурі повітря; підвищений рівень шуму та вібрацій; підвищена забрудненість повітря пилом; наявність отрутохімікатів; ризик контакту з отруйними рослинами, небезпечними комахами та тваринами; схили полів, наявність перешкод у вигляді ям, ярів; рухомі агрегати; пожежна небезпека; нервово-психічні перевантаження [1].

Разом з тим, наведений перелік небезпек не охоплює усього їх спектру, що й послужило підставою для проведення спеціального дослідження.

Метою дослідження, результати якого представлені у статті, є узагальнення науково-практичних рекомендацій з використання комплексу заходів щодо безпеки праці й життєдіяльності при реалізації виробничих процесів в агроінженерії.

Виклад основного матеріалу.

Загальні особливості безпеки при роботі з сільсько-господарськими машинами наступні: 1. З метою запобігання порушенням, які можуть призвести до нещасних випадків та інших надзвичайних ситуацій, напередодні проведення весняно-польових робіт необхідно: призначити відповідальних осіб за організацію безпечної експлуатації обладнання та виконання робіт в структурних підрозділах; організувати та провести семінари-навчання працівників

безпечним методам роботи; провести інструктажі з охорони праці з усіма працівниками, зайнятими у виробничих процесах; забезпечити працівників спецодягом, засобами індивідуального захисту, аптечкою, питною водою та засобами пожежогасіння; визначити та обладнати місця для відпочинку, споживання їжі та куріння; не допускати до роботи осіб, які не пройшли медичний огляд, хворих, перевтомлених, осіб, які перебувають в нетверезому стані, та які не пройшли інструктажі та навчання з охорони праці; до виконання технологічних процесів не допускати машини і обладнання, які мають технічні несправності;

2. Причіп та навіску машин і обладнання на трактор необхідно виконувати удвох. Робітник, який здійснює зчіпку (навіску), не повинен стояти на шляху руху трактора до машин, а зчіпку починати тільки після сигналу тракториста;

3. Тракторист повинен вести трактор на пониженій передачі, на малих обертах двигуна, без ривків, слідкувати за зчіпками і весь час тримати ногу на педалі головної муфти зчеплення. З'єднувати причіпну сергу з причіпним пристроєм машин потрібно тільки при зупиненому тракторі і вимкненій передачі;

4. Сівалки і посадкові машини повинні мати: перила за спиною сівальника на висоті 1 м, якщо причіплені борони котки, шлейфи тощо; захисні огороження зубчатих і ланцюгових передач; пристосування для очищення робочих органів; — засоби двосторонньої сигналізації;

5. Пересування агрегатів до місця роботи і виконання робіт повинні виконуватися у відповідності з заздалегідь розробленими маршрутами й технологією, затвердженими керівником або відповідним головним спеціалістом господарства (підприємства), з якими повинні бути ознайомлені при проведенні інструктажу всі механізатори, які будуть брати участь у виконанні певного виду робіт;

6. При груповій роботі машин із числа працівників призначається старший: на машинно-тракторному агрегаті старший тракторист-машиніст; на самохідних комбайнах комбайнер; у виробничих приміщеннях (на виробничих майданчиках) — механік;

7. При роботі на ґрунтооброблювальних машинах можливі такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори: рухомі агрегати і машини;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

рухомі частини машин: причіпні (навісні) пристрої, робочі органи, пружини, механізми передачі руху, колеса тощо; робоча рідина гідросистеми; незакриті ями, колодязі, зрошувачі тощо; підвищена концентрація пилу, мінеральних добрив в повітрі робочої зони; несприятливі метеорологічні умови.

Комплексно питання безпеки розглядаються у «Правилах охорони праці у сільськогосподарському виробництві» (2018 р.) за 11 напрямками, зокрема це загальні положення та вимоги щодо виробничого обладнання та організації робочих місць, експлуатації сільськогосподарської техніки, під час одержання продукції рослинництва й тваринництва, під час утримання великої рогатої худоби, коней, свиней, птиці, в бджільництві, при гужових переїздах та перевезеннях.

З вимог щодо безпеки під час одержання продукції рослинництва особливо актуальними є безпечна та нешкідлива організація процесів: використання пестицидів та мінеральних добрив; обробіток ґрунту, сівба, садіння і догляд за посівами; збирання зернових, зернобобових та круп'яних культур; післязбиральне доробляння та зберігання зернових, зернобобових та круп'яних культур; збирання та заготівля соломи, сіна, сінажу і силосу; збирання та післязбиральне доробляння льону; вирощування та збирання цукрових буряків; вирощування, збирання та післязбиральне доробляння картоплі; закладання і вирощування багаторічних насаджень та збирання врожаю; виконання робіт у захищеному ґрунті; безпека при зрошувальному землеробстві.

З вимог щодо безпеки під час одержання продукції тваринництва актуальна безпечна та нешкідлива організація процесів приготування, навантажування, транспортування та роздавання кормів, доїння та первинного обробляння молока, транспортування, переганяння та випасання тварин, прибирання, видалення, обробляння та зберігання гною, утримання тварин та птиці, безпеки у бджільництві.

Аналіз стану виробничого травматизму в аграрній сфері показує, що основними причинами нещасних випадків виступають чинники: організаційні – 83,3%, технічні – 4,2%, психофізіологічні – 12,5%.

З організаційних чинників 45% нещасних випадків трапляються через порушення трудової й виробничої дисципліни та 30% внаслідок

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

недотримання правил безпеки руху. У нещасних випадках зі смертельними наслідками організаційна складова повністю охоплює усю їх сукупність.

Аналіз виробничого травматизму в аграрній сфері свідчить про те, що частіше травмуються робітники таких професій, як водій автотранспортних засобів, тракторист-машиніст, слюсар-ремонтник.

Більшість нещасних випадків (37,5%) трапляються у період з 11 до 13-ї години робочого дня, у суботу (25%) та у середу (20,8%). Найбільш травмонебезпечні місяці року: липень (20,8% травм), червень і листопад (по 16,7% травм).

Найвищий рівень виробничого травматизму спостерігався серед працівників віком від 40 до 50 років.

Зважаючи на цю статистику в галузі проводяться заходи, спрямовані на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози здоров'ю працівників, а саме: сільськогосподарським робітникам надаються консультації; проводяться семінари з підготовки та проведення комплексу весняно-польових робіт за участю керівників, агрономів та інженерів сільгосппідприємств, представників управлінь агропромислового розвитку районних державних адміністрацій, голів сільських та селищних рад, територіальних управлінь Держпраці; організуються наради на теми: «Підготовка заходів з проведення весняно-польових робіт», «Про стан охорони праці на сільськогосподарських підприємствах», «Семінар-наради з дотримання вимог безпеки під час проведення весняно-польових робіт», «Заходи профілактики виробничого травматизму при проведенні ремонтних та польових робіт»; в обласних та районних газетах, на сайтах районних державних адміністрацій розміщуються статті з питань профілактики виробничого травматизму, соціального захисту потерпілих від нещасних випадків та професійних захворювань на підприємстві; проводяться виступи на радіо з актуальних питань щодо безпечного проведення весняно-польових робіт, медичних оглядів, вимог безпеки під час застосування хімічних речовин, безпечної експлуатації сільгосптехніки та ризиків виробничого травматизму; вивчається та

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

поширюється позитивний досвід профілактичної роботи на підприємствах; впроваджуються системи управління охороною праці на підприємствах, розробляються десятки нормативних актів про охорону праці (інструкції з охорони праці при виконанні робіт з пестицидами та агрохімікатами, для тракториста-машиніста сільськогосподарського виробництва та інші, посадові інструкції, робочі інструкції в частині обов'язків, прав та відповідальності з охорони праці, положення), розроблюються профілактичні заходи, механізми їх реалізації і впровадження, вносяться пропозиції щодо підвищення безпеки виробництва на підприємствах аграрної сфери.

Висновки:

1. Комплексно проблеми безпеки виробничих процесів в агроінженерії вирішуються за допомогою правил охорони праці у сільсько-господарському виробництві, які періодично оновлюються;
2. Профілактивні заходи суттєво підвищують безпеку виробничих процесів в агроінженерії.

Література:

1. Калашнюк О. Вимоги безпеки праці при проведенні весняних польових робіт. URL: <http://oppb.com.ua/content/vymogy-bezpeky-praci-pry-provedenni-vesnyanyh-polovyh-robit>
2. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1090-18>

Жигулін О. А., к.т.н., доцент,
Борис В. В., ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний інститут»

Безпека праці та життєдіяльності в енергоустановках

Постановка проблеми. Актуальним є забезпечення безпеки праці в енергоустановках.

Огляд наукової літератури та публікацій.

Відомі нормативні акти з безпеки праці при експлуатації електроустановок. Роботи в діючих електроустановках, як до так і вище 1000 В входять до переліку робіт з підвищеною небезпекою, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26 січня 2005 р. № 15. Тому підприємство, що має на меті виконувати обслуговування, експлуатацію та монтаж електроустановок повинно отримати від територіального управління Держпраці відповідний дозвіл на проведення робіт з підвищеною небезпекою відповідно до порядку, затвердженого Постановою КМУ від 26 жовтня 2011 р. № 1107. Проведення робіт в електроустановках регламентується НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», що встановлюють заходи безпеки при експлуатації, будівництві та монтажі електроустановок споживачів та НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок», що встановлюють заходи безпеки при експлуатації, будівництві та монтажі електроустановок Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Ці нормативно-правові акти схожі, проте деякі розділи в них все ж таки містять суттєві відмінності в організації робіт з обслуговування електроустановок.

Технологія виконання робіт в електроустановках споживачів встановлюється «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів», затвердженими наказом Міністерства палива та енергетики України від 25 липня 2006 р. № 2588 зі змінами, внесеними наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 13 лютого 2012 р. № 91, а також інструкціями з технічної експлуатації заводів виробників електрообладнання та інструкціями з

експлуатації розробленими на підприємствах, що експлуатують ці електроустановки.

Інші нормативні документи, як з охорони праці так із технології виконання робіт, яки розробляються на підприємствах відповідно до вимог вказаних вище нормативно-правових актів, називаються місцевими або локальними.

Разом з тим, серед перелічених вказівок відсутні ті, які стосуються енергоустановок, що й послужило підставою для проведення спеціального дослідження.

Метою дослідження, результати якого представлені у статті, є узагальнення науково-практичних рекомендацій з безпеки праці в енергоустановках.

Виклад основного матеріалу. Поняття *«безпека праці та життєдіяльності в енергоустановках»* було сформовано із понять «безпека життєдіяльності», «охорона праці», «техніка безпеки», «енергоустановка». При цьому від третього поняття відмовилися, а інші об'єднали в одне. Дана трансформація пов'язана з підвищенням рівня природних, техногенних й соціально-політичних небезпек у ХХІ столітті. Вважається, що нейтралізувати їх дію можливо тільки через об'єднання зусиль усіх служб безпеки (охорони праці, пожежна, рятувальна, цивільного захисту, медицини катастроф т. ін.). Дана обставина привела до створення в Україні єдиної рятувальної служби (Державна служба України з надзвичайних ситуацій – ДСНС), яка підпорядковується Міністерству внутрішніх справ та з 2013 року додержується вимог Кодексу цивільного захисту України й інших нормативно-правових актів.

Безпека праці є складовою загальної тенденції розвитку людини в інформаційному суспільстві. Індекс людського розвитку має 3 складові: 1) прожити довге повноцінне життя (українці у 2017 році жили 71,1 років); 2) мати доступ до інформації (очікувана кількість років навчання – 15,3); 3) достатній рівень валового національного доходу на душу населення (7,361). Завдяки освіті Україна має високий рівень індексу людського розвитку (0,743), що може бути перетвореним на її конкурентоспроможність.

Без знань про безпеку праці неможливо виконати життєву місію та прожити довге повноцінне життя. Ця обставина повинна мотивувати суб'єктів за інтересами у межах внутрішнього й зовнішнього середовища підприємства до вивчення та нейтралізації дії загроз і небезпек (рис. 1).

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

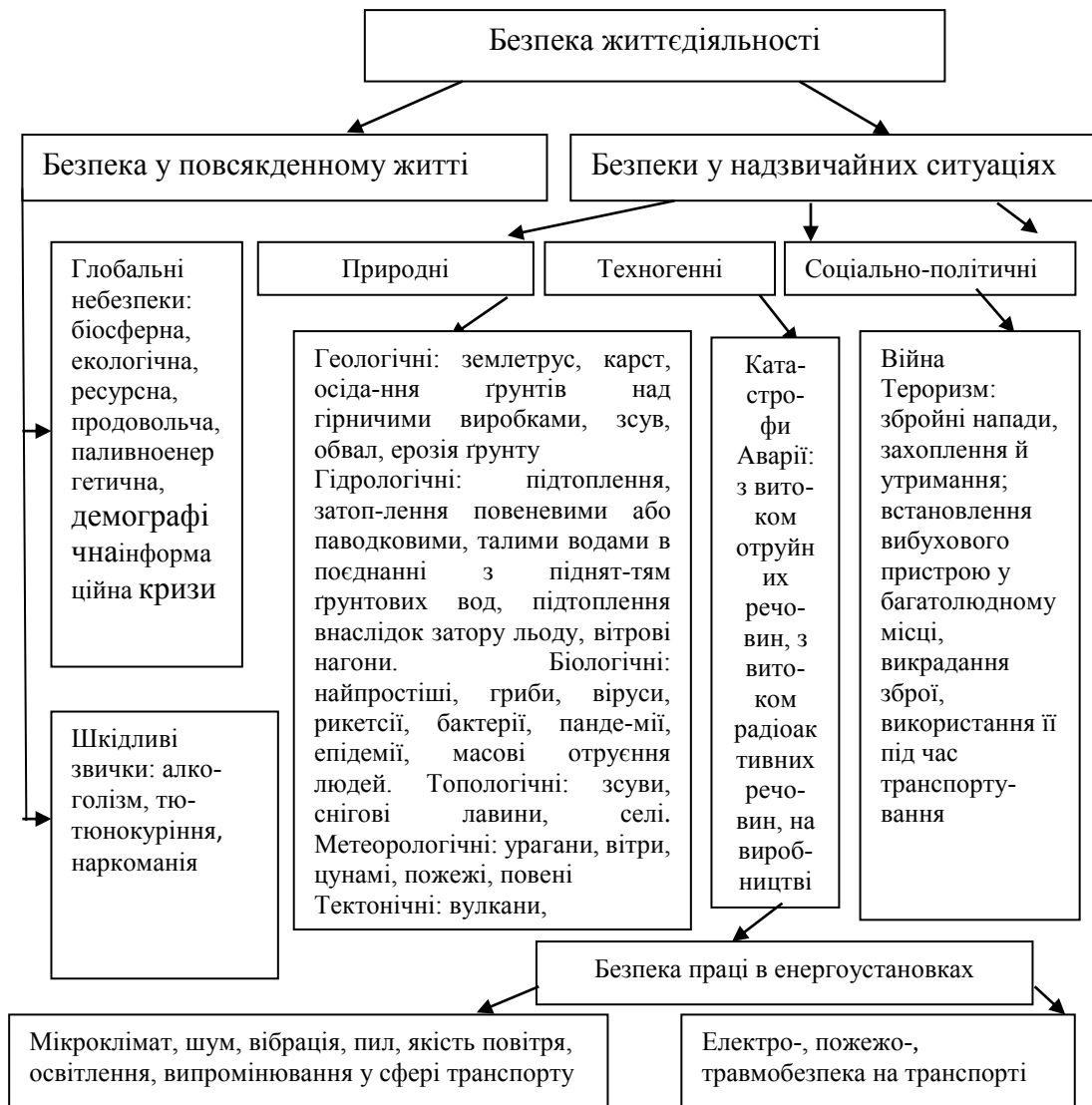


Рис. 1. Структура безпеки життєдіяльності й праці в енергоустановках

Закон України «Про електроенергетику» указує на особливості умов праці в електроенергетиці. Працівники, які забезпечують виробничі процеси в електроенергетиці, зобов'язані проходити спеціальну підготовку і перевірку знань (атестацію) згідно із законодавством, включаючи нормативно-правові акти центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики в електроенергетичному комплексі, інших центральних

органів виконавчої влади. Перелік таких спеціальностей і посад затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері промислової безпеки та охорони праці, за погодженням із центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики в електроенергетичному комплексі. Допуск до роботи працівників електроенергетики, які не пройшли відповідної підготовки, забороняється. Перевірка знань (атестація) персоналу провадиться за рахунок коштів власників об'єктів електроенергетики. Працівникам основних професій, зайнятим на підприємствах електроенергетики, може встановлюватися надбавка до тарифної ставки чи посадового окладу за безперервний стаж роботи в електроенергетиці відповідно до порядку, що затверджується Кабінетом Міністрів України, з віднесенням витрат на валові витрати виробництва та обігу. Персонал енергетичних установок, який перебуває в зоні впливу радіаційного, теплового і електромагнітного випромінювання, а також інших шкідливих і небезпечних факторів, підлягає спеціальному медичному обстеженню та обов'язковому страхуванню за рахунок коштів підприємств.

Закон України «Про альтернативні джерела енергії» пояснює терміни «енергоустановка», «види енергії», а саме: аеротермальна енергія – енергія, що накопичена в формі теплової енергії у повітряному середовищі; альтернативні джерела енергії – відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів; альтернативна енергетика – сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії; геотермальна енергія – енергія, що накопичена у формі теплової енергії під твердим шаром земної поверхні; гідротермальна енергія – енергія, що накопичена у формі теплової енергії в поверхневих водах; енергія, вироблена з

альтернативних джерел, – електрична, теплова та механічна енергія, яка виробляється на об'єктах альтернативної енергетики і може виступати товарною продукцією, призначеною для купівлі-продажу; об'єкти альтернативної енергетики – енергогенеруюче та інше обладнання, що виробляє енергію за рахунок використання альтернативних джерел енергії, частка яких становить не менш як 50 відсотків від встановленої потужності всіх задіяних на об'єкті джерел енергії; сфера альтернативних джерел енергії – галузь діяльності, що пов'язана з використанням альтернативних джерел енергії для виробництва, постачання, транспортування, зберігання, передачі та споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел; відновлювані джерела енергії – відновлювані невикопні джерела енергії, а саме енергія сонячна, вітрова, аеротермальна, геотермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів; вітрова електростанція – група вітрових електричних установок або окрема вітрова електроустановка, устаткування і споруди, розташовані на певній території, які функціонально пов'язані між собою і становлять єдиний комплекс, призначений для виробництва електричної енергії шляхом перетворення кінетичної енергії вітру в електричну енергію; вітрова електроустановка – електрична установка, що перетворює кінетичну енергію вітру в електричну енергію;

Основним законодавчим актом з питань безпеки праці для жителів України є Закон України «Про охорону праці», прийнятий 14.10.92 р. та переглянутий і затверджений Президентом України в новій редакції 21 листопада 2002 р. Він визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює (за участю відповідних державних органів) відносини між власником підприємства, установи чи організації або уповноваженим ним органом (далі – власник) і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

ДСТУ – державні стандарти України (почали розроблятися з 1992 року), наприклад, ДСТУ 2267-93 «Вироби електротехнічні. Терміни та визначення»: електричний пристрій, номінальне значення параметра електротехнічного виробу (пристрою); ДСТУ 3465 - 96 «Системи електропостачальні загального призначення. Терміни та визначення»: електропостачальна система загального призначення; ДСТУ ІЕС 60287-(1-1 – 1-3):2009 «Кабелі електричні. Обчислення номінальної сили струму»; ДСТУ ІЕС 61140:2005 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання»; ДСТУ 3225-95 «Розділові трансформатори і безпечні розділові трансформатори. Технічні вимоги»; ДСТУ 4237-1-2:2014 Вогневі випробування електричних та волоконно-оптичних кабелів. Частина 1-2. Випробування на вертикальне поширювання полум'я одиничного ізолюваного проводу або кабелю. Метод випробування полум'ям попередньо змішаного типу потужністю 1 кВт (ІЕС 60332-1-2:2004, MOD) ДСТУ 4499-1:2005 Системи кабельних коробів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування ДСТУ 4549-1:2006 Системи кабельних трубопроводів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування (ІЕС 61386-1:1996; ІЕС 60423:1993, MOD) ДСТУ 4754:2007 Системи кабельних лотоків і драбин. Загальні вимоги та методи випробування (ІЕС 61537:2001, MOD) ДСТУ-П 7292:2012 Устаткування комплектних розподільних пристроїв низьковольтне. Частина 2. Особливі вимоги до систем збірних шин (шинопроводів) та методи випробування (ІЕС 60439-2:2005, MOD) ДСТУ ІЕС 60287-1-3:2009 Кабелі електричні. Обчислення номінальної сили струму. Частина 1-3. Співвідношення для обчислення номінальної сили струму (коефіцієнт навантаження 100 %) і обчислення втрат; розподіл струму між паралельними одножильними кабелями і обчислення втрат від циркуляційного струму (ІЕС 60287-1-3:2002, IDT) ДСТУ ІЕС 60331-21:2008 Випробування електричних кабелів вогнем. Цілісність кіл. Частина 21. Методика випробування. Кабелі номінальною напругою до 0,6/1,0 кВ включно (ІЕС 60331-21:1999, IDT) ДСТУ ІЕС 60439-1:2003 Устаткування комплектних розподільних пристроїв низьковольтне. Частина 1. Устаткування, що пройшло випробування типу повністю чи частково (ІЕС 60439-1:1999, IDT); ДСТУ EN 50086-1:2004 Системи

кабелепроводів для електричних установок. Частина 1. Загальні технічні вимоги (EN 50086-1:1993, IDT) ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (IEC 62305-1:2010, IDT) ДСТУ IEC 62305-2:2012 Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками (EN 62305-2:2011, IDT) ДСТУ EN 62305-3:2012 Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні руйнування споруд та небезпека для життя людей (EN 62305-3:2011, IDT) ДСТУ EN 62305-4:2012 Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах (EN 62305-4:2011, IDT)

ГОСТ 12 Х. XXX – XX. ССБТ (прийняті за часів СРСР) – міжнародні стандарти безпеки праці (наприклад, ГОСТ 18410-73 «Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией. Технические условия»); ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания (Короткі замикання в електроустановках. Методи розрахунку електродинамічної і термічної дії струму короткого замикання); ГОСТ 30331.2-95 (МЭК 364-3-93) «Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики»; ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)»; ГОСТ 12.1.030-81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»; ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) (Ступені захисту, що забезпечуються оболонками (Код IP) ГОСТ 15845-80 Изделия кабельные. Термины и определения (Вироби кабельні. Терміни та визначення);

ДСанПіН – державні санітарні правила і норми, наприклад, ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів;

ДБН – державні будівельні норми, наприклад, ДБН В.2.5-27-2006 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд»; ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва; ДБН В.2.2-9-2009 Будинки і споруди. Громадські будинки і споруди. Основні положення ДБН В.2.2-24:2009 Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків; ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та

побутового призначення; ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення;

НАПБ – нормативні акти з пожежної безпеки, наприклад, НАПБ 05.028-2004 Протипожежний захист енергетичних підприємств, окремих об'єктів та енергоагрегатів. Інструкція з проектування і експлуатації;

ПУЕ – правила улаштування електроустановок;

Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів встановлюють основні організаційні й технічні вимоги до експлуатації електроустановок та електрообладнання споживачів і направлені на забезпечення надійної, безпечної та раціональної експлуатації електроустановок.

Правила безпечної експлуатації електроустановок містять рекомендації безпеки при експлуатації діючих електроустановок, електричних станцій, електричної частини ТАВ (теплова автоматика, теплотехнічне вимірювання і захист, засоби дистанційного керування, сигналізації і технічні засоби автоматизованих систем керування), ЗДТУ (засоби диспетчерського і технологічного керування), районних котелень, що обслуговуються споживачами, під час виконання в них монтажних, налагоджувальних, випробувальних, ремонтних і будівельних робіт. Викладено основні вимоги щодо убезпечення працівників під час експлуатації електроустановок.

Загальні положення вказують на галузь застосування та організацію безпечної експлуатації електроустановок. Електроустановка – це установка, в якій виробляється, перетворюється, передається, розподіляється, споживається електрична енергія. Електрообладнання – це пристрої, в яких виробляється, трансформується, перетворюється, розподіляється електроенергія; комутаційні апарати в розподільчих пристроях електроустановок; всі види захисту електроустановок.

Забезпечується безпека працівників: оперативних (чергові), ремонтних, електро-технічних (працівники, посада або професія яких пов'язана з обслуговуванням електроустановок, що склали іспит з Правил безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів і

мають групу з електробезпеки), електротехнологічних (працівники, посада або професія яких пов'язана з експлуатацією електротехнічної частини виробничого обладнання, обов'язки котрих не стосуються обслуговування його електроприводу). Керівник підприємства зобов'язаний забезпечити утримання, експлуатацію і обслуговування електроустановок відповідно до вимог чинних нормативних документів. Для цього він повинен:

- призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електрогосподарства з числа інженерно-технічних працівників, які мають електротехнічну підготовку і пройшли перевірку знань у встановленому порядку (далі - особа, відповідальна за електрогосподарство);

- забезпечити достатню кількість електротехнічних працівників;

- затвердити Положення про енергетичну службу підприємства, а також посадові інструкції і інструкції з охорони праці;

- встановити такий порядок, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, вели ретельні спостереження за дорученим їм обладнанням і мережами оглядом, перевіркою дії, випробуванням і вимірюванням;

- забезпечити перевірку знань працівників у встановлені строки;

- забезпечити проведення протиаварійних, приймально-здавальних і профілактичних випробувань та вимірювань електроустановок згідно з правилами і нормами (ПТЕ);

- забезпечити проведення технічного огляду електроустановок.

Фахівці служб охорони праці зобов'язані контролювати безпечну експлуатацію електроустановок і повинні мати групу IV з електробезпеки.

Основні вимоги безпеки під час обслуговування електроустановок полягають у наступному:

1. Засоби захисту повинні бути справні, випробувані і задовольняти вимоги Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках. М.: Энергоатомиздат, 1987;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

2. Первинні засоби пожежогасіння, які застосовуються в електроустановках, мають відповідати Правилам пожежної безпеки в Україні;

3. Машини, механізми, пристосування і інструмент, що застосовуються в електроустановках, повинні бути справні і випробувані відповідно до чинних нормативних документів і строків;

4. Встановлюються вимоги до працівників, оперативного обслуговування, виконання робіт. Роботи в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяються на три категорії:

- зі зняттям напруги;

- без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них;

- без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою.

До робіт, які виконуються зі зняттям напруги, належать роботи, що проводяться в електроустановці (або її частині), в якій зі струмовідних частин знято напругу і доступ в електроустановки (або їх частини), що перебувають під напругою, унеможливлено. До робіт, які виконуються без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах.

Під час роботи в електроустановках напругою до 1000 В без зняття напруги на струмовідних частинах чи поблизу від них необхідно:

- обгородити розташовані поблизу робочого місця інші струмовідні частини, що перебувають під напругою, і до яких можливий випадковий дотик;

- працювати в діелектричному взутті чи стоячи на ізолювальній підставці або на діелектричному килимі;

- застосовувати інструмент із ізолювальними руків'ями (у викруток, крім того, має бути ізольований стрижень);

- за відсутності такого інструменту слід користуватися діелектричними рукавичками.

Під час виконання робіт без зняття напруги на струмовідних частинах за допомогою ізолювальних засобів захисту необхідно:

- тримати ізолювальні частини засобів захисту за руків'я до обмежувального кільця;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

розміщувати ізолювальні частини засобів захисту так, щоб не виникла небезпека перекриття по поверхні ізоляції між струмовідними частинами двох фаз чи замикання на землю;

- користуватися тільки сухими і чистими ізолювальними частинами засобів захисту з непошкодженим лаковим покриттям.

В разі виявлення порушень лакового покриття чи інших несправностей ізолювальних частин засобів захисту користування ними забороняється.

В процесі виконання робіт біля необгороджених струмовідних частин забороняється розташовуватися таким чином, щоб ці частини знаходилися позаду чи з двох боків.

Заносити довгі предмети (труби, драбини тощо) та працювати з ними в РУ (розподільче устаткування), в яких унеможливлено випадковий дотик до частин, що перебувають під напругою, потрібно вдвох під постійним наглядом керівника робіт.

Роботу із застосуванням драбин виконують два працівники, один з яких перебуває знизу. Стоячи на ящиках та інших сторонніх предметах виконувати роботи забороняється.

Працівникам слід пам'ятати, що після зникнення напруги з електроустановки вона може бути подана знову без попередження.

Встановлення і зняття запобіжників, як правило, проводиться за знятої напруги. Під напругою, але без навантаження допускається знімати та встановлювати запобіжники на приєднаннях, в схемі яких відсутні комутаційні апарати, що дозволяють зняти напругу. Під напругою і під навантаженням в освітлювальних мережах і у вторинних колах допускається знімати і встановлювати запобіжники трансформаторів напруги, запобіжники пробкового типу. Під час зняття і встановлення запобіжників під напругою необхідно користуватися:

- в електроустановках напругою понад 1000 В ізолювальними кліщами (штангою), діелектричними рукавичками та захисними окулярами (маскою);

- в електроустановках до 1000 В - ізолювальними кліщами чи діелектричними рукавичками, а в разі наявності відкритих плавких вставок також і захисними окулярами (маскою).

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Вимикати і вмикати роз'єднувачі, та вимикачі напругою понад 1000 В з ручним приводом слід в діелектричних рукавичках.

В темний час доби ділянки робіт, робочі місця і підходи до них повинні освітлюватися. Освітленість має бути рівномірною, без засліплювальної дії на працівників освітлювальних пристроїв. Забороняється виконання робіт в неосвітлених місцях.

Всі працівники, які перебувають в приміщеннях з діючим електрообладнанням електростанцій і підстанцій (за винятком щитів керування релейних та їм подібних приміщень), в ЗРУ (закрите розподільче устаткування), ВРУ (відкрите розподільче устаткування), в колодязях, тунелях та траншеях, а також на ПЛ, зобов'язані користуватися захисними касками.

Під час виконання земляних, зварювальних, підривних робіт, робіт із застосуванням спеціальних підіймачів, вантажопідіймальних, землерийних машин та інших механізмів в охоронній зоні діючих ПЛ (повітряна лінія електропередавання) і КЛ (кабельна лінія електропередавання) слід керуватися відповідними Правилами і нормами безпечного виконання цих видів робіт (Правила охорони електричних мереж, затверджені постановою Кабінету Міністрів України 04.03.97 N 209 (209-97-п), СНиП III-4 80; Правила будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України 16.12.93 N 127).

Виконання робіт в електроустановках з використанням спеціальних пристосувань, машин та механізмів слід провадити за технологічними картами.

Технологічні карти та ППР узгоджуються з посадовими особами, які безпосередньо відповідають за безпечну експлуатацію цих пристосувань, машин і механізмів, та службою охорони праці підприємства.

Організаційними заходами, якими досягається безпека робіт в електроустановках, є:

- затвердження переліку робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації;
- призначення осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

- оформлення робіт нарядом, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- підготовка робочих місць;
- допуск до роботи;
- нагляд під час виконання робіт;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв в роботі та її закінчення.

Для підготовки робочого місця до роботи, яка вимагає зняття напруги, слід вжити у вказаному порядку таких технічних заходів:

- здійснити необхідні відключення і вжити заходів, що перешкоджають помилковому або самочинному ввімкненню комутаційної апаратури;
- вивісити заборонні плакати на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою;
- перевірити відсутність напруги на струмовідних частинах, які слід заземлити для захисту людей від ураження електричним струмом;
- встановити заземлення (ввімкнути заземлювальні ножі, встановити переносні заземлення);
- обгородити, за необхідності, робочі місця або струмовідні частини, що залишилися під напругою, і вивісити на огороженнях плакати безпеки.

Залежно від місцевих умов, струмовідні частини обгородити до чи після їх заземлення. У виняткових випадках короточасні роботи, що не терплять зволікань, з усунення несправностей устаткування, які можуть призвести до аварії, допускається виконувати без наряду за розпорядженням із записом в оперативний журнал.

Вимоги безпеки при обслуговування повітряних ліній електропередач складаються з роботи на опорах, кабельних лініях електропередачі (земляні роботи, прокладання, перекладання кабелів і перенесення муфт), в підземних спорудах (колодязях), з паяльною лампою, на комутаційних апаратах і комплектному розподільчому устаткуванні, під час обслуговування електродвигунів (під час роботи, пов'язаної з доторканням до струмовідних частин електродвигуна або до частин електродвигуна, що обертаються, і механізму, який вони приводять у рух, необхідно зупинити електродвигун і на його

пусковому пристрої або ключі керування вивісити плакат «Не вмикати! Працюють люди». Під час роботи на електродвигуні заземлення встановлюється на кабелі або на його приєднанні в РУ) з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками, із застосуванням ручного електрифікованого інструменту (з заземленням або подвійною ізоляцією), розподільчих трансформаторів безпеки, перетворювачів), в електроустановках, пов'язані з підйманням на висоту (коли немає можливості закріпити строп запобіжного поясу за конструкцію або опору, слід користуватися страхувальним канатом), із застосуванням механізмів і вантажопідіймальних машин, що виконуються в електроустановках (слід виконувати у відповідності з вимогами Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів, Правил безпеки при роботі з інструментом і пристосуваннями, забороняється встановлювати стрілові вантажопідіймальні крани та працювати на них під проводами ПЛ, що перебувають під напругою, крім випадку, передбаченого ГОСТ 12.1.013-78. Під час виконання робіт з телескопічної вишки - гідропідйомника слід стояти на дні корзини - кошиці і закріпитися стропами запобіжного паска).

Правила безпеки під час виконання окремих видів робіт в електроустановках спеціального призначення застосовуються, коли обслуговуються електродні котли, електрофільтри, проводиться чищення і обмивання ізоляторів, проводиться експлуатація електроустановки у вибухонебезпечних зонах - експлуатувати електрообладнання загального призначення забороняється, електроустановки в пожежонебезпечних зонах - електроустановки в пожежонебезпечних зонах будь-яких класів в разі необхідності повинні мати апарати, що відключають частково або повністю технологічне і сантехнічне устаткування у випадках аварій і пожеж.

Опосвідчення стану безпеки електроустановок проводиться раз на три роки.

Висновки:

1. Безпека праці в енергоустановках охоплює комплекс заходів щодо безпечної експлуатації обладнання з вироблення, передавання й використання різних видів енергії;
2. Існує реєстр нормативних актів з безпеки праці в енергоустановках, який постійно оновлюється.

Література:

1. Закон України об охроне труда. Ведомости Верховного Совета Украины. 1992. №49. 2 декабря.
2. Державний реєстр нормативних актів з охорони праці. Офіційний веб-сайт Держпраці України.
URL:<http://dnop.gov.ua/index.php/uk/normativna-baza/pokazhchik-npaor-28-12-2012>
3. Закон України «Про електроенергетику».
4. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
5. Правила виконання оперативних перемикань.
6. Класифікація приміщень.
7. Допустимі напруги дотику і струми через людину. Буквено-цифрове і колірне позначення шин в електроустановках. Розташування шин в розподільних пристроях.
8. Правила охорони електричних мереж напругою до 1000 В.
9. Правила охорони електричних мереж напругою понад 1000 В.
10. Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок.
11. Правила застосування та випробування засобів захисту, які використовуються в електроустановках.
12. Настанови щодо захисту персоналу, який обслуговує розподільні пристрої й повітряні лінії електропередачі змінного струму напругою 400, 500 і 750 кВ, від дії електричного поля.
13. Про застосування у відкритих розподільних пристроях 330 кВ засобів захисту обслуговуючого персоналу від впливу електричного поля.
14. Інструкція по експлуатації індивідуальних екрануючих комплектів спецодягу для роботи в електроустановках напругою 400, 500 і 750 кВ частотою 50 Гц.

15. Санітарні норми і правила захисту населення від впливу електричного поля, що створюється повітряними лініями електропередачі змінного струму промислової частоти.

16. Інструкція першої допомоги у зв'язку з нещасним випадком під час обслуговування електротехнічного обладнання.

17. Жигулін О. А. Конкурентоспроможність системи управління охороною праці в аграрній сфері України: навч. посібн. Ніжин. 2015. 162 с.

18. Жигулін О. А. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів технічних та економічних спеціальностей вищих навчальних закладів України. Ніжин, 2019. 87 с.

Жигулін О. А., к.т.н., доцент,
Борис В. В., Жигуліна Н. О. ВП НУБіП
України «Ніжинський агротехнічний
інститут»

Безпека праці та життєдіяльності в Україні

Постановка проблеми. Актуальним є забезпечення безпеки праці та життєдіяльності в Україні.

Огляд наукової літератури та публікацій. Останнім часом накопичено певний досвід із зазначеної проблеми. У розвиток безпеки життєдіяльності як сучасної науки значний внесок зробили Я. Бедрій, Л. Гладка, В. Джигирей, М. Захарченко, Н. Заверуха, В. Зацарний І. Миценко, В. Лапін. Ці дослідники є авторами посібників, які широко використовуються у навчальному процесі. Розв'язанням питань, пов'язаних із викладанням безпеки життєдіяльності у вищій школі, займаються В. Бегун, С. Дикань, В. Заплатинський, Б. Житар, В. Захматов, І. Науменко, А. Пятова, В. Русін, В. Свистунов.

У рамках інтеграції України до Європейського Союзу, підтримки положень Болонської декларації зміст освіти у галузі охорони праці вимагає переосмислення, певних змін стосовно нових вимог і напрямків розвитку держави в цілому. Визначенню та обґрунтуванню змісту професійної підготовки у галузі охорони праці присвячено праці Е. Абільтарової. Питаннями соціальної екології, пошуком ефективних механізмів розвитку охорони праці та безпеки життєдіяльності опікуються науковці М. Астахова, Н. Середа, Т. Павленко. Питання методики проведення лекцій з охорони праці розглядається у працях Р. Сабарно, В. Огірцова, А. Саркісова. Проблемам підготовки кадрів із питань цивільного захисту та охорони праці відповідно до вимог кредитно-модульної системи присвячено праці Я. Семчук, О. Малишевської, Р. Борисюк, О. Гавриленко та ін. Про необхідність формування цілісної системи навчання та перевірки знань із проблем охорони праці та безпеки життєдіяльності, організацію якісної підготовки та перепідготовки працівників йдеться у наукових дослідженнях Л. Покроєвої.

Метою дослідження, результати якого представлені у статті, є узагальнення теоретико-методологічних засад та науково-практичних рекомендацій з забезпечення безпеки праці та життєдіяльності.

Виклад основного матеріалу. Безпека праці та життєдіяльності є складовими загальної тенденції розвитку людини в інформаційному суспільстві. Індекс людського розвитку має 3 складові: 1) прожити довге повноцінне життя (українці у 2017 році жили 71,1 років); 2) мати доступ до інформації (очікувана кількість років навчання – 15,3); 3) достатній рівень валового національного доходу на душу населення (7,361). Завдяки освіті Україна має високий рівень індексу людського розвитку (0,743), що може бути перетвореним на її конкурентоспроможність.

Без знань про безпеку праці та життєдіяльності неможливо виконати життєву місію та прожити довге повноцінне життя. Ця обставина повинна мотивувати суб'єктів за інтересами у межах внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства до вивчення та нейтралізації дії загроз та небезпек.

Життя – це особлива форма існування матерії, вища по відношенню до фізичних і хімічних форм, що характеризується здатністю до розвитку, різних форм руху, самовідтворення (розмноження), росту, можливістю пристосування до навколишнього середовища, наявністю керованих біохімічних реакцій, подразливістю.

Суттєвим моментом життя є постійний обмін окремого суб'єкта або певної системи речовиною, енергією та інформацією з оточуючого його зовнішнього середовища. Життя може існувати лише в процесі руху через живе тіло потоків речовини, енергії та інформації. Невід'ємною властивістю усього живого є активність, тобто термін «життя» вже деякою мірою передбачає активну діяльність.

Діяльність – форма взаємодії суб'єкта з навколишнім середовищем, що передбачає його зміну та перетворення.

Життєдіяльність – процес існування людини в просторі й часі, що передбачає активну взаємодію з навколишнім середовищем.

Людина не лише пристосовується до навколишнього середовища, а й трансформує його для задоволення власних потреб, активно взаємодіє з ним, завдяки чому і досягає свідомо поставленої

мети, що виникла внаслідок прояву у неї певної потреби. Початковими джерелами активності людини слугують її інтереси і потреби. Експерти ООН на підставі статистичних і теоретичних даних віднесли до основних інтересів, життєво важливих для кожної людини: життя, здоров'я, добробут, доступ до інформації. Розташувавши базові потреби людини в ієрархічному порядку А. Маслоу встановив, що потреби більш високого рівня виникають тільки після задоволення потреб нижчого рівня.

В цьому плані безпека є першою з властивих людині потреб. Таким чином, наступні потреби людини не тільки з'являються після задоволення потреби у безпеці, але й сприяють більш повному їх задоволенню.

Безпека життєдіяльності – це галузь науково практичних знань про збереження життя і здоров'я людини, яка покликана формувати світоглядні засади гармонійних стосунків людини з природою, технікою та суспільством, виявляти, ідентифікувати і прогнозувати ризик виникнення різного роду небезпек, розробляти системи захисту від них.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Наведемо категорійно-понятійний апарат з безпеки життєдіяльності.

Безпека – це відсутність недопустимого ризику, пов'язаного з можливістю завдання будь-якої шкоди.

Небезпека – явище, процес, об'єкт, суб'єкт, властивість або їх сукупність, які здатні за певних умов спричинити небажані наслідки.

Безпека життєдіяльності людини – відсутність недопустимого ризику, пов'язаного з можливістю завдання шкоди організму людини в будь-яких умовах її існування.

Ризик – усвідомлена можливість виникнення події з певними небажаними наслідками (вірогідність 10^{-6}). Термін «ризик» вживається з доповненням (чого?), наприклад, ризик отруєння тощо.

Небезпечна ситуація — процес реалізації небезпеки або певна сукупність небезпек та умов існування, яка обов'язково призводить до небажаного наслідку, якщо не вжити превентивних заходів.

Аварійна ситуація — різновид небезпечної ситуації, що об'єктивно вимагає термінових технічних та організаційних превентивних заходів.

Шкідливий чинник — певний вид негативного впливу під час дії небезпечної ситуації. Види шкідливих чинників, для людини зокрема, — це умови існування, відмінні від нормальних: тиск, температура, фізико-хімічний склад атмосфери або їжі, рівень електромагнітного випромінювання, психологічний подразник тощо.

Вражаючий чинник — певний комплекс заходів і засобів, метою якого є збереження життя та дієздатності певної особи й який може бути реалізованим без її активної участі.

Середовище життя людей (навколишнє середовище) включає у свій склад природне, штучне і соціальне середовище життя і суспільну діяльність людини.

Параметри середовища — забезпечення комфортних умов проживання людей.

Штучне середовище — все те, що створено виробничою діяльністю людини для забезпечення життя (будівлі, споруди, транспортні та повітряні комунікації, системи енергопостачання тощо).

Людина — вищий ступінь розвитку живих організмів на Землі.

Кожна людина повинна виконати певну життєву місію. Мотивацією до безпеки праці та життєдіяльності є те, що вони забезпечують саморозвиток або виконання людиною життєвої місії. Суспільство розвивається, якщо люди займаються діяльністю за призначенням (класи: робочий, підприємець, адміністратор, інтелігент-науковець). Ще треба, щоб сфера діяльності відповідала типу особистості людини (методика ТАРТ).

Структура комплексного управління безпекою праці та життєдіяльності наведена на рис. 1.

Кабінет Міністрів України: визначає функції міністерств з питань безпечної життєдіяльності населення України, затверджує

національні програми щодо поліпшення стану безпеки; визначає порядок створення і використання фондів.

Міністерства та центральні органи державної виконавчої влади а саме Міністерство охорони здоров'я (МОЗ), Міністерство соціальної політики України (Мінсоцполітики), Міністерство внутрішніх справ України (МВС), Державна служба статистики України (Держстат), Прокуратура України, Мін'юст, Укртрансбезпека, Держпродспоживслужба, Державна служба України з питань праці (Держпраці), Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), Держсоцслужба, Державне агентство України з управління зоною відчуження (ДАЗВ), Держархбудінспекція, Держекоінспекція, Держенергонагляд, Держатомрегулювання, Місцеві державні адміністрації, Місцеві Ради народних депутатів, Судові органи здійснюють управління безпекою праці.

На підприємстві введено інструктажі й з охорони праці, й з безпеки життєдіяльності

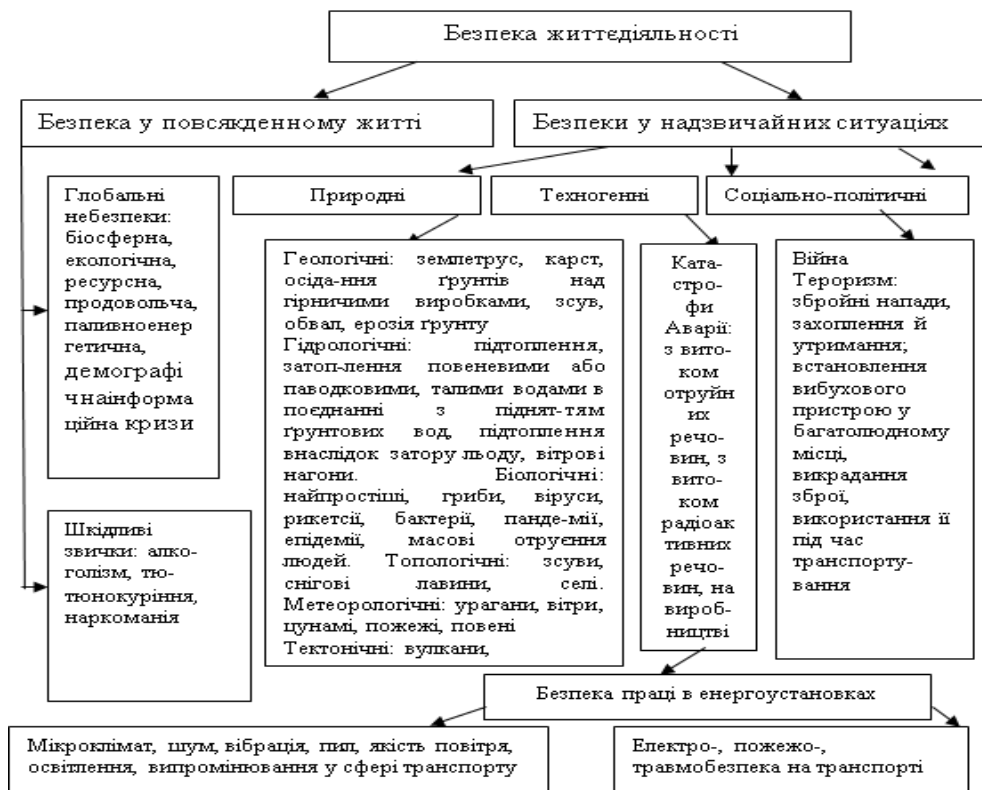


Рис. 1. Структура комплексного управління безпекою праці та життєдіяльності

Державне управління безпекою праці та життєдіяльності здійснюється міністерства, місцеві адміністрації й ради народних депутатів т. ін. (рис. 2).



Рис. 2. Державне управління безпекою праці та життєдіяльності

Найбільший вплив в Україні здійснюють Держпраці на безпеку праці, а ДСНС – на безпеку життєдіяльності.

Державна служба України з питань праці (Держпраці) — центральный орган виконавчої влади України, утворений 10 вересня 2014 р. Постановою Кабінету Міністрів № 442 шляхом злиття Державної служби гірничого нагляду та промислової безпеки, Державної інспекції з питань праці.

Держпраці реалізує державну політику у сферах промислової безпеки, охорони праці, гігієни праці, здійснення державного гірничого нагляду, а також з питань нагляду та контролю за додержанням законодавства про працю, зайнятість населення, загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності, у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності, на випадок безробіття в частині призначення, нарахування та виплати допомоги, компенсацій, надання соціальних послуг та інших видів матеріального забезпечення з метою дотримання прав і гарантій застрахованих осіб. Діяльність цього органу спрямовується і координується Кабінетом Міністрів через Міністра соціальної політики.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Держпраці здійснює свої повноваження безпосередньо та через утворені в установленому порядку територіальні органи. Останні утворені шляхом реорганізації відповідних органів колишнього Держгірпромнагляду. Держпраці очолює Голова, якого призначає на посаду та звільняє з посади Кабінет Міністрів України за поданням Прем'єр-міністра України, внесеним на підставі пропозицій Міністра соціальної політики.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) – один з центральних органів виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики в сферах цивільного захисту, захист населення і територій від надзвичайних ситуацій та запобігання їх виникненню, ліквідацію надзвичайних ситуацій, рятувальної справи, гасіння пожеж, пожежну та техногенну безпеку, діяльність аварійно-рятувальних служб, профілактику травматизму невиробничого характеру, а також гідрометеорологічної діяльності.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій утворена шляхом реорганізації Міністерства надзвичайних ситуацій і Державної інспекції техногенної безпеки України. З 25 квітня 2014 діяльність Служби спрямовується і координується Кабінетом міністрів через Міністра внутрішніх справ.

Ці та інші міністерства та відомства в межах своєї компетенції: здійснюють єдину науково-технічну політику в галузі безпеки життєдіяльності людини; розробляють і реалізують комплексні заходи та здійснюють методичне керівництво діяльністю підприємств щодо поліпшення безпеки, гігієни праці і виробничого середовища в галузі; фінансують витрати на опрацювання і перегляд нормативних актів; організовують навчання і перевірку знань з безпеки керівниками і спеціалістами галузі; створюють при необхідності професійні аварійно-рятувальні формування; здійснюють відомчий контроль за станом безпеки життєдіяльності людини.

Найбільшу кількість пов'язаних з управлінням безпекою питань доводиться вирішувати ***Місцевим державним адміністраціям, місцевим Радам народних депутатів (у межах відповідної території):*** забезпечують реалізацію державної політики в галузі безпеки; формують заходи з питань безпеки, гігієни праці і

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

виробничого середовища, що мають міжгалузеве значення; здійснюють контроль за дотриманням нормативних актів щодо безпеки.

Управління передбачає: 1. Моніторинг, контроль, експертизу умов життєдіяльності людей; 2. Запобігання виникнення небезпечних та надзвичайних ситуацій; 3. Ліквідацію негативних наслідків надзвичайних ситуацій; 4. Дії спрямовані на покращання умов життєдіяльності та розвиток людей.

Запобігання виникнення небезпечних та несприятливих умов життєдіяльності передбачає підготовку і реалізацію комплексу правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і інших заходів, спрямованих на регулювання умов і параметрів норм життєдіяльності, проведення оцінки рівня ризику, своєчасне реагування на зміну умов життєдіяльності на основі даних моніторингу, експертизи, контролю і прогнозу і недопущення переростання цих змін у небезпечні та несприятливі умови.

Ліквідація негативних наслідків передбачає скоординовані дії всіх структурних органів системи управління безпекою життєдіяльності по реалізації заздалегідь розроблених планів.

Основні завдання та функції державної системи управління наступні: планування робіт; розробка, прийняття і відміна нормативних актів; професійний відбір; реєстрація і облік; експертиза; ліцензування та сертифікація; управління фондами; узгодження і видача дозволів, наукове забезпечення, міжнародне співробітництво; забезпечення безпеки обладнання, будівель та споруд; забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці, санітарно-побутового обслуговування, лікувально-профілактичного і медичного обслуговування; розслідування та облік нещасних випадків, захворювань, аварій; пропаганда культури безпеки.

У теперішній час організаційно проблеми управління охороною праці та безпекою життєдіяльності розглядаються комплексно, як управління безпекою праці та життєдіяльності.

Висновки:

1. В Україні діє система управління безпекою праці та життєдіяльності;

2. Дана система охоплює усю сукупність навчальних закладів і суб'єктів господарювання комплексом інструктажів, заходів та видів навчання щодо поводження у небезпечних або шкідливих виробничих та надзвичайних ситуаціях.

Література:

1. Безпека життєдіяльності, цивільна оборона та охорона праці : Інтегрована навчальна програма. К. : Освіта України, 2005. 24 с.

2. Биков В. І. Удосконалення процесу викладання дисципліни «Безпека життєдіяльності» у вищих закладах освіти. Безпека життєдіяльності. 2007. № 5. С. 38-39.

3. Кобилянський О. В. Проблеми підготовки спеціалістів з безпеки життєдіяльності у вищих навчальних закладах. Гуманізм та освіта : матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф., 11-13 червня 2006 р. Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2006.

4. Кузнецов В. Концепція освіти з напрямку «Безпека життя і діяльності людини». Інформаційний вісник «Вища освіта». К.: Видавництво науково-методичного центру вищої освіти МОНУ, 2001. № 6. С. 6-17.

5. 1. Жигулін О. А. Конкурентоспроможність системи управління охороною праці в аграрній сфері України: Навчальний посібник. Ніжин, 2015. 164 с.

6. Жигулін О. А., Крачковський С. І. Активна система управління пожежною безпекою підприємницьких структур агробізнесу. Збірник наукових праць Ніжинського агротехнічного інституту. Вип. 10. Ніжин, 2018. С. 272–297.

7. Жигулін О. А., Тонконог Д.В. Результативне управління безпекою праці й життєдіяльності в Україні. Збірник наукових праць Ніжинського агротехнічного інституту. Вип. 11. Ніжин, 2019. С. 120–132.

8. Жигулін О. А. Методичні вказівки до практичних занять та самостійного вивчення дисциплін «Охорона праці та безпека життєдіяльності», «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці» для студентів технічних, економічних спеціальностей денної та заочної форми навчання. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2018. 183 с.

Жигулін О. А. к.т.н., доцент,
Борис В. В., Дорош Я. О. ВП НУБіП
України «Ніжинський агротехнічний
інститут»

Логістика в управлінні матеріальними й інформаційними потоками для підвищення конкурентоспроможності підприємницьких структур агробізнесу

Постановка проблеми. Актуальним є використання логістики для прискорення бізнес-процесів в аграрному секторі економіки.

Огляд наукової літератури та публікацій.

Використанню логістики у механізації суб'єктів агробізнесу присвячені праці Кальченко А. Г., С. А. Бєлих, Н. К. Васильєвої, Т. В. Косаревої, Я. Б. Олійника, В. І. Перебийноса, О. В. Шматок т. ін. У спрощеному вигляді результати реалізації логістичної діяльності представляються у логістичному міксу «8R» або «8П»: забезпечення доставки потрібного продукту потрібної якості та кількості потрібному споживачеві в потрібне місце на потрібний час за потрібної вартості послуги та потрібного рівня логістичного сервісу [1, 3].

Кальченко А. Г. акцентує увагу науковців на те, що 98 % часу виробництва товару припадає на проходження його каналами матеріально-технічного забезпечення (доставка сировини, транспортування готової продукції і зберігання), що складає 13 % вартості валового національного продукту країни. Структура цих витрат така: на транспортування припадає 41 % зазначених витрат, на зберігання товару – 21 %, на матеріальні запаси – 23 %, на адміністративні витрати – 15 %. Пошук шляхів скорочення витрат відбувається у напрямі вдосконалення управління постачанням, збутом та зберіганням товарів, покращенням маркетингової діяльності, поглибленням взаємодії постачальників, споживачів та посередників, удосконаленням технології руху матеріальних потоків. На думку автора, концепція інтеграції саме цих процесів і має назву «логістика» [2]. На нашу думку, головним із перелічених процесів є задоволення

інтересів споживача, який не бажає оплачувати виконання непродуктивних операцій.

Метою дослідження, результати якого представлені у статті, є узагальнення теоретико-методологічних засад та науково-практичних рекомендацій з використання логістики як чинника підвищення конкурентоспроможності підприємницьких структур агробізнесу.

Виклад основного матеріалу. Методологічною основою наскрізного управління матеріальними і інформаційними потоками є системний підхід (рис. 1).

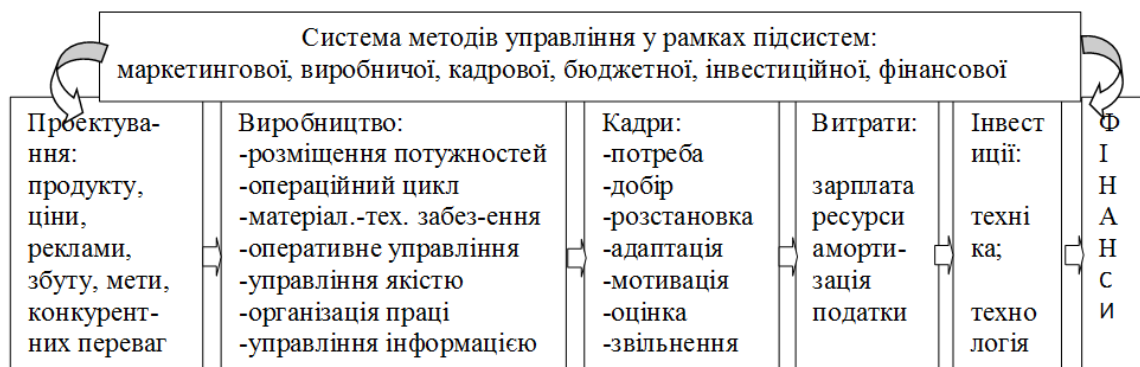


Рис. 1. Етапи проектування системи управління бізнес-процесами підприємства

Системний підхід означає, що кожна система є інтегрованим цілим, що дозволяє представити об'єкт, який досліджується, як комплекс взаємозв'язаних підсистем, об'єднаних загальною **метою**, розкрити його інтегративні якості, внутрішні і зовнішні зв'язки. Ухвалення управлінських рішень без урахування загальних цілей функціонування системи та вимог, які до неї висуваються, може бути частковим або навіть помилковим.

Пояснення системного логістичного управління проведемо на прикладі дрібнооптового торгового підприємства, яке забезпечує роздрібну торгівлю продуктами харчування:

1 етап. **Продуктом** є посередницькі послуги замовлення у виробників крупних партій, зберігання та транспортування дрібнооптовими партіями продуктів харчування на підприємства роздрібної торгівлі. Асортимент складається з 324 найменувань

товарів, які розподілені на 2-і товарні номенклатури (кондитерські вироби та спеції). **Ціна** на послуги встановлюється у межах 7-9 % від продажної ціни. Продажну ціну та **рекламу** товарів здійснюють виробники товарів через засоби масової інформації та безпосередньо при продажу товарів. Схема **збуту**: виробник-посередник-роздрібний продавець. **Мета** бізнесу формується як головна потреба клієнтів + етап розвитку бізнесу: відкриття дрібнооптової компанії для задоволення потреб клієнтів у асортименті кондитерських виробів та спецій підвищеного попиту, які поставляються регулярно щодня партіями за ринковими цінами. **Перевагами** є конкурентні ціни та регулярне постачання;

2 етап. Виробничі потужності складаються з 2-х неопалювальних складів, офісу, відділу ПК та 10 вантажних автомобілів ГАЗ (рис. 2).

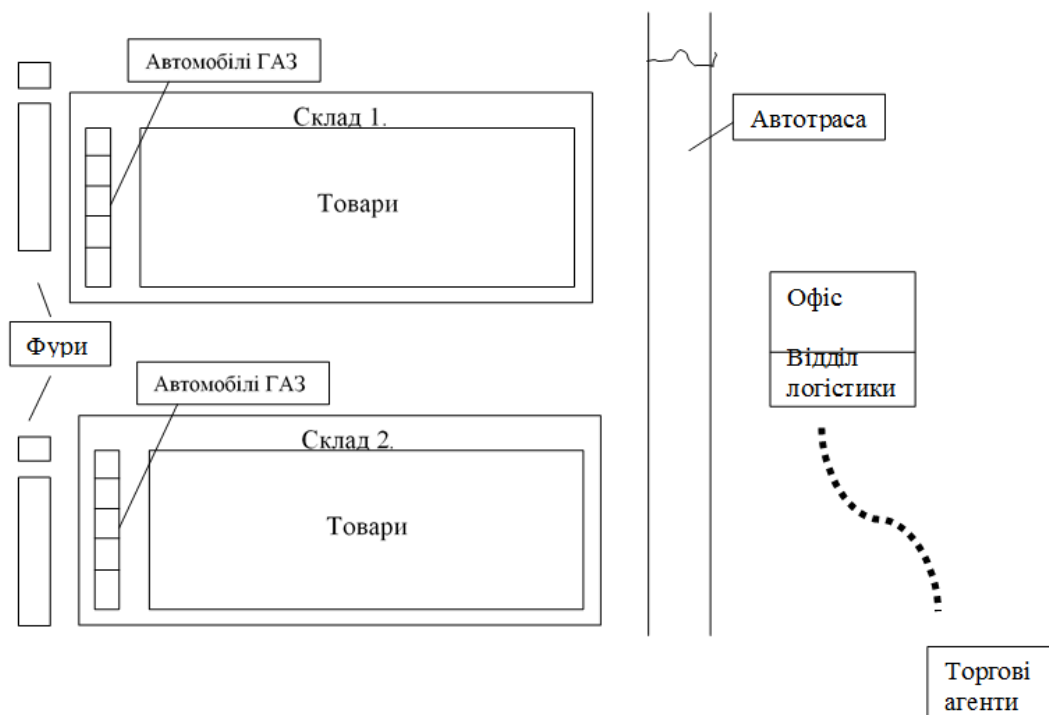


Рис. 2. Розміщення виробничих потужностей

Матеріально-технічне забезпечення організується по договорах з постачальниками. **Оперативне управління** здійснює логіст, який відповідає за ритмічне виконання операцій 3 стадії операційного циклу. Він відслідковує виконання робіт та усуває

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

наслідки непередбачених обставин (відсутність світла, води, поставки запасних частин, паливно-мастильних матеріалів, товарів, кадрів т. ін.).

Операційний цикл складається з 3-х стадій (1-підготовча, 2-організації роботи, 3-надання послуг та збут) та 17 операцій (рис. 3).

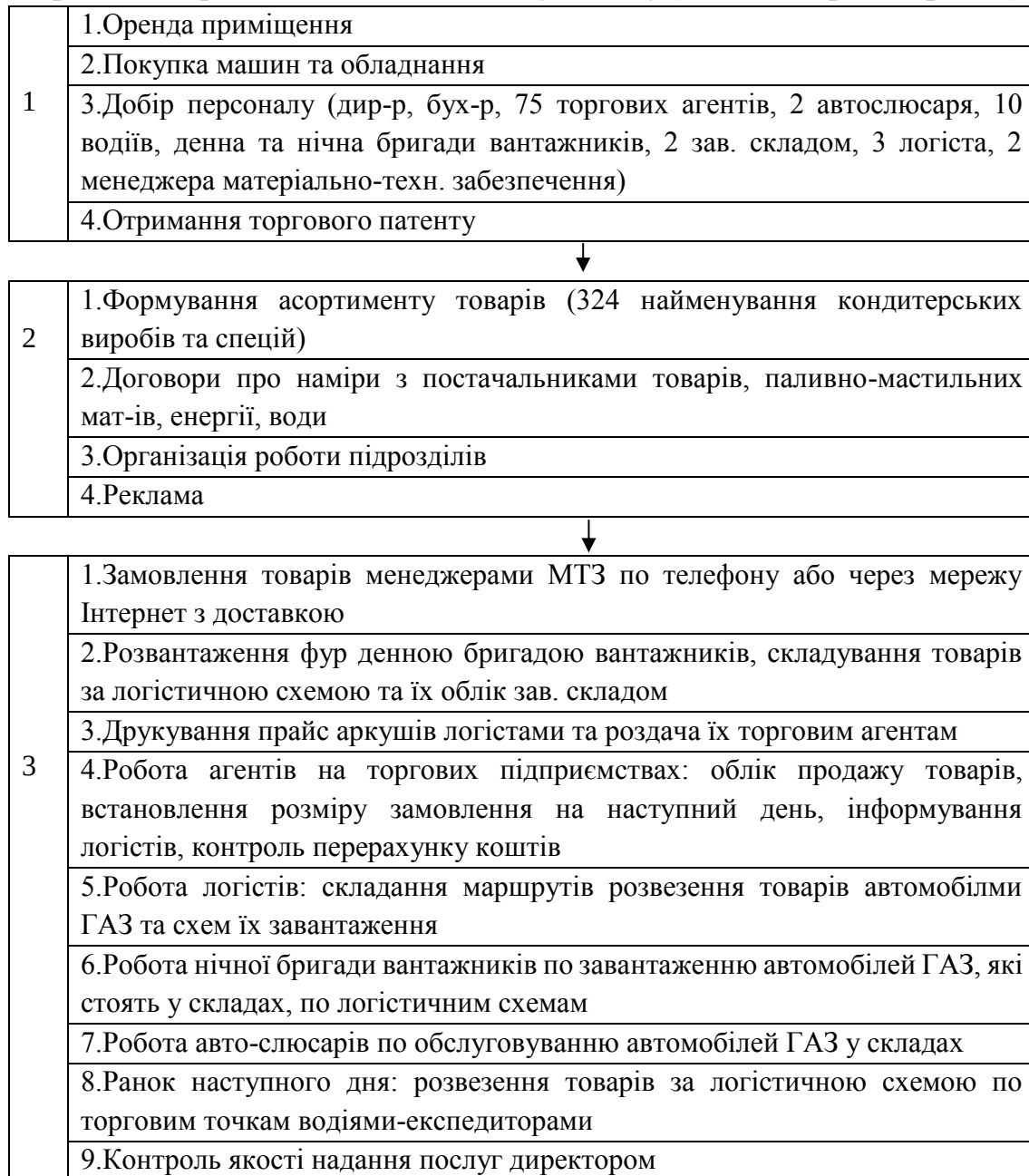


Рис. 3. Операційний цикл підприємства

Управління якістю послуг здійснюють завідуючі складами, бригадири вантажників й логісти, а контролюють даний процес торгові

агенти (з'ясовують у клієнтів їх побажання). *Організація праці* націлена на суміщення професій й виконання напружених норм виробітку. *Управління інформацією* здійснюється за витягуючою технологією (аналог японської технології «кан-бан»).

Принципова відмінність «виштовхуючої» й «витягуючої» технологій полягає у напрямі інформаційних й матеріальних потоків. Перша передбачає затарювання складів товарами й «виштовхування» їх на ринок (щоденна пропозиція клієнтам взяти товари на реалізацію). Недоліком її є обмеження виробничої потужності складів товарами низького попиту, що унеможлиблює оперативне задоволення потреби клієнтів у товарах підвищеного попиту в достатній кількості. Дана обставина веде до відмови клієнтів від співпраці на скорочення частки підприємства на ринку. Друга технологія (див. рис.2, 3) передбачає оперативне встановлення рівня попиту на кожний товар під час щоденного обстеження стану складів клієнтів торговими агентами та заказ тільки товарів підвищеного попиту, які доставляються швидко (на наступний день) з подальшою підтримкою потрібної кількості. Результатом є висока продуктивність усіх операцій операційного циклу. Непроодуктивні операції зведені до мінімуму, що дає можливість зменшувати ціну без зниження споживчої привабливості послуг.

Варіантами організації кан-бан є:

у супермаркеті кеш і кері (МЕТРО) – використовується робота не торгових агентів, а працівників торгового залу, які щодня отримують роздруковану таблицю свого асортименту, в якій вказані товари, що скінчуються, й запропонований обсяг партії для поповнення, розрахований на основі прогнозу за останні 2 тижні продажів. Працівник або закреслює запропоновані нулі, або дописує нові й опускає аркуш у скриньку. Інформація логістами через корпоративну мережу з усіх 550 підприємств в Україні вводиться у інтегруючий комп'ютер (м. Київ), обробляється й посилається постачальникам на відправку партії товарів певного розміру;

на машинобудівному підприємстві об'єднання груп операцій в напів-автоматизовану виробничу ячейку, яка отримує зі складу готової продукції карту кан-бан про відгрузку (наприклад, контейнера з 20-ма лівосторонніми кронштейнами для рульового колеса), швидко

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

відновлює мінімальний запас, при цьому відсутні «заморожені» запаси напівфабрикатів й сировини між операціями;

в ресторані шеф-повар має під рукою основні компоненти для готування будь-якого відомого у світі блюда, а музиканти можуть заспівати будь-яку пісню;

на агротуристичному підприємстві оператор-логіст формує в режимі реального часу тур-пакет злюбих відомих у світі складових агротуристичних послуг.

Загальною вимогою в усіх варіантах є економія часу й грошей на виконання непродуктивних операцій. Японська фірма Тойота досягла у цьому напрямі найкращого результату через повну відмову від складів у технології «точно-вчасно»:

-організована домовленість з постачальниками комплектуючих частин й агрегатів до автомобілів на поставку кожні пів-години невеликих партій (наприклад, 12 двигунів для Тойота);

-двигуни йдуть не на склад, а на складальний конвеєр й монтуються в автомобіль;

-зібраний автомобіль іде не на склад готової продукції, а споживачеві, який проплатив його вартість.

Перевагою є економія витрат на склад та «заморожену» продукцію й напівфабрикати, а також можливість оперативного: усунення дефектів конструкції (дефектна партія у 12 двигунів іде не на ремонт, а на переплавку) та переходу на випуск машин інших моделей (якщо попит на тойоту знизився, то через пів-години починається випуск міцубісі).

Слід відмітити, що системний підхід не існує у вигляді строгої методологічної концепції. Швидше за все, це сукупність пізнавальних правил, послідовне дотримання яких дозволяє визначеним способом зорієнтувати конкретні дослідження.

При формуванні виробничих систем повинні враховуватися такі принципи (основні правила) системного підходу:

– принцип послідовного просування по етапах створення системи. Дотримання цього принципу означає, що система спочатку повинна досліджуватися на макрорівні, тобто у взаємовідносинах з

навколишнім середовищем, а потім на мікрорівні, тобто усередині своєї структури;

– принцип узгодження інформаційних, надійнісних, ресурсних та інших характеристик проєктованих систем;

– принцип відсутності конфліктів між цілями окремих підсистем і цілями всієї системи.

Етапи аналізу й проєктування виробничих систем:

1. Проблемна орієнтація.

Визначення проблем на підставі аналізу цілей як всієї системи, так і її різних підсистем. Після того як проблема сформульована й знайдене її місце в загальній системі, для її вирішення можна застосовувати різні методи аналізу.

2. Формування схеми потоків (матеріальних, енергетичних, інформаційних і т.ін.). Розробка схеми руху матеріалів, енергії, інформації. Графічне відображення проєктованої системи.

3. Конструювання математичної моделі системи.

4. Формування окремих компонентів системи (підсистем, зв'язків, блоків).

Організаційна структура, що створюється на основі системного підходу, яка враховує потоки матеріалів, енергії, інформації і охоплює центри прийняття рішень, повинна перетинати традиційні організаційні границі, що опираються на функціональну спеціалізацію підрозділів.

5. Формування інформаційно - управлінської підсистеми. Визначення центрів керівництва. Побудова інформаційно-управлінської підсистеми.

6. Забезпечення ефективності системи відповідно до критеріїв: простота, гнучкість, надійність, економічність, зручність експлуатації.

Професійні назви робіт містяться у Класифікаторі Професій - КП з кодами: «Менеджер (управитель) з логістики» — 1475.4 і «Логіст» — 2419.2.

Відповідно до прийнятої системи класифікації професій та її кодування зазначені професійні назви робіт належать до різних професійних угруповань: у першому випадку — це «Менеджери

(управителі) з питань комерційної діяльності та управління», у другому — «Професіонали у сфері маркетингу, ефективності господарської діяльності, раціоналізації виробництва, інтелектуальної власності та інноваційної діяльності».

З огляду на те, що основними критеріями класифікації професій у КП виступають робота та кваліфікація, розглянемо відмінності на рівні кваліфікаційних характеристик. Кваліфікаційна характеристика професії «Менеджер (управитель) з логістики» міститься у розділі 1 «Професії керівників, професіоналів, фахівців та технічних службовців, що є загальними для всіх видів економічної діяльності» випуску 1 ДКХП.

Кваліфікаційну характеристику професії «Логіст» не розроблено, тому будемо розглядати опис цієї професії на відповідних матеріалах Міжнародної стандартної класифікації професій 2008 р. (ISCO-08). До ключових завдань та обов'язків менеджера з логістики належать такі:

- визначає логістичну стратегію підприємства;
- приймає рішення щодо вибору на довгостроковій основі постачальників, каналів збуту/постачання та розподілення продукції;
- розробляє перспективні, поточні та оперативні плани логістичної діяльності, проектує матеріальні потоки протягом повного логістичного ланцюжка;
- координує діяльність різних підрозділів підприємства та інших підприємств і організацій щодо забезпечення ефективного просування товарів і послуг у сферах виробництва та обігу, розв'язує конфліктні ситуації, знаходить компроміси для погодження інтересів різних ланок логістичної системи з метою досягнення загальносистемних цілей;
- проводить переговори, забезпечує укладання договорів і організовує контроль за їх виконанням з метою управління інтегрованими потоками;
- розробляє стратегію управління запасами на виробництві та у сфері товарного обігу;
- оцінює економічний ефект від прийняття логістичних рішень та конкурентоспроможність підприємства;
- забезпечує розроблення логістичної інформаційної системи.

До ключових завдань та обов'язків логіста належать такі:

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

-аналізує мету, стратегію та плани підприємства у сфері логістики, визначає найбільш вигідних постачальників сировини, матеріалів, послуг;

-розраховує найвигідніший спосіб транспортування вантажу, визначає його маршрут, здійснює моніторинг своєчасної доставки та належного виконання транспортних послуг;

-контролює роботу складського господарства, якість зберігання товарів на складах, визначає заходи щодо підвищення ефективності роботи складів, розраховує нормативи товарних запасів, чисельність персоналу на складах;

-бере участь у визначенні нових ринків збуту/постачання, формуванні цінової та сервісної політики, асортименту товарів (послуг), запровадженні нових інформаційних технологій, алгоритмів та пакетів прикладних програм тощо.

Менеджер з логістики — це керівник, який здійснює стратегічне управління матеріальними, фінансовими, інформаційними потоками та ресурсами підприємства, а логіст — це професіонал, який оптимізує процеси збуту/постачання, транспортування, складування товарів, продукції тощо з метою мінімізації відповідних витрат підприємства.

Фізичний розподіл товарів сільськогосподарського виробництва проводиться у напрямі 4-х потоків вантажів: зерновий; овочевий; кормовий; добрив. Логістика механізації сільськогосподарського виробництва має структуру, наведену в табл. 1.

Таблиця 1

Механізація технологічних процесів у рослинництві

Групи процесів	Процеси та види механізації
1	2
1.Комплектування машино-тракторних агрегатів	Проектування (комп'ютерне проектування) Підвищення продуктивності Шляхи зменшення витрат на паливо і мастильні матеріали, працю під час виконання механізованих робіт

2. Використання транспортно-навантажувальних засобів	Транспортне обслуговування збиральних агрегатів 2.2. Розрахунок кількості автомобілів для обслуговування зернозбиральних комбайнів Комплектування тракторних транспортних агрегатів Використання автомобілів
3. Машинне виробництво продукції	Технології вирощування сільськогосподарських культур Структура і розрахунок технологічних карт Шляхи підвищення ефективності та екологічності механізованих технологій Енергетичний аналіз механізованих технологій: 3.1. Мета і завдання енергетичного аналізу 3.2. Розрахунки енергоємності та ефективності механізованих технологій виробництва сільськогосподарської продукції 3.3. Новітні техніко-технологічні рішення для різних систем обробітку ґрунту і сівби під час вирощування зернових культур 3.4. Організація роботи машинно-тракторних агрегатів 3.4.1. Операційна технологія виконання механізованих робіт 3.4.2. Управління якістю польових робіт

Продовження табл. 1

1	2
4.Комплексна механізація вирощування та збирання культур	4.1. Механізований технологічний процес виробництва зернових та зерно-бобових культур 4.2. Механізований технологічний процес виробництва круп'яних культур 4.3. Механізований технологічний процес виробництва технічних культур 4.3.1. Механізований технологічний процес виробництва цукрового буряку 4.3.2. Механізований технологічний процес виробництва соняшнику 4.3.3. Механізований технологічний процес виробництва ріпака 4.3.4. Механізований технологічний процес виробництва сої 4.3.5. Механізований технологічний процес виробництва льону 4.3.6. Механізований технологічний процес виробництва хмелю 4.4. Механізований технологічний процес виробництва кормових культур 4.4.1. Механізований технологічний процес виробництва однорічних культур 4.4.2. Механізований технологічний процес виробництва багаторічних трав технологічний процес виробництва кукурудзи на силос 4.5. Механізовані технологічні процеси виробництва овочевих культур 4.5.1. Механізований технологічний процес виробництва картоплі 4.5.2. Механізований технологічний процес виробництва моркви 4.5.3. Механізований технологічний процес виробництва цибулі 4.5.4. Механізований технологічний процес виробництва капусти 4.5.5. Механізований технологічний процес виробництва томатів

	4.5.6. Механізований технологічний процес виробництва огірків 4.6. No-till – альтернативна технологія сучасності
5.Точне землеробство	5.1. Точне землеробство в управлінні агробіологічним потенціалом поля 5.2. Карт-технологія 5.3. Сенсор-технологія 5.4. Збір і аналіз місцевизначених параметрів поля 5.5. Визначення вмісту поживних елементів у ґрунті 5.6. Картограми місцевизначених параметрів ґрунту 5.7. Картографування урожайності зернових 5.8. Технології змінних норм внесення технологічних матеріалів 5.9. Система точного землеробства AMS John Deere
6.Комплектування машино-тракторного парку	6.1. Комплектування машинно-тракторного парку 6.1.1. Розрахунок потреби в техніці 6.1.2. Визначення обсягу та строків проведення робіт у рільництві 6.1.3. Визначення комплексу машин для виконання циклу взаємозв'язаних операцій під час комплектування складу машинно-тракторного парку 6.1.4. Визначення комплексу машин для виконання циклу взаємозв'язаних операцій під час розробки плану використання машинно-тракторного парку 6.1.5. Визначення оптимального розподілу обсягу робіт між агрегатами 6.1.6. Побудова графіка використання тракторів 6.1.7. Побудова графіка використання сільськогосподарських машин 6.2. Аналіз використання машинно-тракторного парку

	6.3. Інженерна служба 6.4. Контроль роботоздатності і технічне діагностування машин 6.4.1. Роль технічної діагностики в системі технічного обслуговування і підвищенні надійності роботи машин 6.4.2. Класифікація методів діагностування техніки 6.5. Технологія технічного обслуговування машин
	6.6. Періодичність технічного обслуговування тракторів і сільськогосподарських машин 6.7. Забезпечення машинно-тракторного парку нафтопродуктами 6.7.1. Призначення і загальна організація нафто господарства 6.7.2. Нафтосховища, вибір місткостей для зберігання та облік пально-мастильних матеріалів 6.8. Організація і технологія зберігання машин 6.8.1. Зношення машин у неробочий період 6.8.2. Загальні правила зберігання машин
7. Автоматизація сільськогосподарського виробництва	Автоматичні системи керування глибиною оранки Автоматичний пристрій для керування фрезою Автоматизація посівних машин Автоматизація збиральних машин Автоматизація зерноочисних та сортувальних машин Системи автоматичного водіння тракторів Сучасні навігаційні GPS системи

Джерело: розробка автора з використанням праці [5].

Наприклад, механізований технологічний процес виробництва зернових та зернобобових культур складається з вибору подрібнювачів, розкидачів, луцильників, культиваторів, плоскорізів-глибокорозпушувачів та широкозахватних культиваторів-плоскорізів, плугів загального призначення, які обладнують кільчасто-шпоровими котками для прикочування сухого чи боронами для вирівнювання

вологого ґрунту, оборотних плугів, борон, шлейф-борон, вирівнювачів, культиваторів, протруювачів або комплексів обладнання для протруювання та інкрустування, сівалок (пневматичних широкозахватних, уні-версальних пневматичних, стерньових) і обприскувачів, просапних культиваторів, штангових обприскувачів, жаток, зернозбиральних комбайнів, зерноочисних і зерноочисно-сушильних комплексів та машин, підбирачів-ущільнювачів, скиртоутворювачів.

Комплекси машин обґрунтовані за методикою з використанням ПЕОМ за двома критеріями: мінімумом затрат робочого часу та приведених витрат. До складу комплексу машин, обґрунтованого за критерієм затрат робочого часу, входить високопродуктивна, у тому числі й іноземна, але дорога техніка, а приведених витрат – менш продуктивна, але дешевша техніка.

Логістичний контроль даного процесу полягає у тому, що у телефон, планшет або на ПК записується інформація з літературних джерел (наприклад, Рудь А. В., Бендера І. М., Войтюк Д. Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підручник у 2 т : Т 2. Київ : Агроосвіта, 2012. 434 с.) щодо умов вибору засобів механізації сільськогосподарських робіт, яка порівнюється з реально підібраним комплексом.

В агрохолдингу контур Управління логістикою ERP-системи управління (Enterprise Resource Planning System—корпоративна інформаційна система) дозволяє вирішувати завдання комплексного інформаційного, аналітичного, експертного, прогнозного, оптимізаційного забезпечення логістичних процесів в частині виконання наступних виробничих процесів:

- планування основних напрямів власного виробництва;
- планування продажів сільськогосподарської продукції;
- планування потреб в матеріальних ресурсах (обсяги орендованого парку технологічного транспорту);
- планування закупівель посівного матеріалу, добрив, запчастин до агротехніки, паливно-мастильних матеріалів;
- планування оптимальних маршрутів доставки;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

- планування оптимального розташування місць сезонного зберігання сільськогосподарської продукції;
- планування структури посівних площ на наступний сезон з урахуванням фінансових показників звітного періоду;
- складання оперативних планових розкладів руху технологічного транспорту з прив'язкою до графіка роботи переробних потужностей агрохолдингу, стану одиниць технологічного транспорту, метеопрогнозів;
- агрегована оцінка стану працездатності технологічного транспорту з можливістю деталізації по кожному виду і окремій одиниці;
- візуалізація переміщень об'єктів технологічного транспорту в режимі реального часу і порівняння її з плановими показниками;
- контроль за швидкістю переміщення техніки при виконанні польових робіт;
- управління маршрутами в режимі реального часу з метою ефективного вирішення логістичних завдань;
- моніторинг виконання оперативних планових розкладів;
- моніторинг відповідності планової вантажопідйомності одиниці технологічного транспорту та фактичного заповнення сільськогосподарською продукцією (впровадження системи моніторингу фактичного заповнення одиниці технологічного транспорту);
- моніторинг планових і фактичних витрат паливно-мастильних матеріалів на одиницю технологічного транспорту (впровадження системи моніторингу за фактичними витратами паливно-мастильних матеріалів);
- формування статистичних і аналітичних звітів, отримання прогнозних і фактичних значень найбільш вагомих фінансових і виробничих показників, що дозволяють в режимі реального часу аналізувати фінансові та виробничі показники реального фінансового стану агропромислового підприємства з різним ступенем дискретності (добу, тиждень, місяць, квартал, рік);
- мінімізація товарних, фінансових, матеріальних втрат при реалізації логістичних процесів агрохолдингу;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

- прийняття і реалізація оптимальних управлінських рішень.

Підвищення співвідношення «привабливість споживчих якостей / ціна кінцевого продукту» є основним орієнтиром у використанні логістики підприємницькими структурами агробізнесу.

У модуль *«Оптимізація логістичних процесів в агропромисловому підприємстві»* повинні входити такі структурні компоненти:

- компонента зберігання даних по транспортному парку (власному і орендованому), по: виробничим, переробним об'єктам та об'єктам зберігання;

- компонента супроводу наскрізний геоінформаційної системи;
- компонента планування оптимальних маршрутів доставки ТП;
- компонента стратегічного планування територій та маршрутів;
- компонента GPS-моніторингу виконання маршруту доставки вантажу в режимі реального часу, порівняння і аналіз показників «план - факт» з можливістю використання даних від відеореєстраторів, розташованих в одиницях ТТ і даних від засобів бортової діагностики автотракторних засобів;

- компонента формування статистичних і аналітичних звітів, що дозволяють в режимі реального часу здійснювати аналіз різних поточних оперативних показників в порівнянні з плановими фінансово-економічними показниками.

Технологія «точно-вчасно» використовується при транспортуванні продуктів фрукто-овочевої групи з поля на прилавки супермаркетів.

Висновки: 1. Логістичний підхід до управління конкурентоспроможністю підприємницьких структур агробізнесу полягає в оптимізації вантажопотоків;

2. Метою оптимізації вантажопотоків є задоволення потреб споживачів, які не бажають оплачувати непродуктивні операції на підприємствах агробізнесу;

3. Підвищення співвідношення «привабливість споживчих якостей / ціна кінцевого продукту» є головним орієнтиром у використанні логістики підприємницькими структурами агробізнесу.

Напрямом подальших досліджень може бути створення банку методів впровадження логістичного підходу до управління конкурентоспроможністю підприємницьких структур агробізнесу.

Перелік посилань:

1. Академічний тлумачний словник української мови. URL: <http://sum.in.ua/s/mekhanizacija>
2. Логістика. Кальченко А. Г. URL: <http://studentbooks.com.ua/content/view/-126/76/1/20/>
3. Шматок О.В. Аграрна логістика в Україні. URL: file:///C:/Users/HP/Down-loads/gt_2012_18_40.pd
4. Жигулін О. А. Людино-центричний підхід до управління конкурентоспроможністю сільськогосподарських підприємств. Економіка АПК, 2018. № 10. С. 57-63.
5. Рудь А. В., Бендера І. М., Войтюк Д. Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підручник у 2 т : Т 2. Київ : Агроосвіта, 2012. 434 с.

Жигулін О. А., к.т.н., доцент,
Борис В. В., Жигуліна Н. О.
ВП НУБіП України «Ніжинський
агротехнічний інститут»

Безпека транспортних засобів в Україні

Постановка проблеми. Актуальною є безпечна експлуатація й обслуговування автомобільного транспорту.

Огляд наукової літератури та публікацій.

Інформація щодо безпеки на транспорті міститься у Правилах охорони праці на автомобільному транспорті, де безпека транспортних засобів представлена вимогами до: 1) безпеки території, виробничих і допоміжних приміщень, споруд; 2) паливозаправних пунктів, постів випуску і зливу газу; освітлення і електробезпеки; 3) санітарно-побутових приміщень; 4) обладнання транспортних засобів; 5) *обладнання транспортних засобів, двигуни яких працюють на газовому паливі*; 6) *обладнання спеціалізованих транспортних засобів (автоцистерни т. ін.)*; 7) устаткування (підйомники, домкрати), пристроїв, інструменту; *конвеєрів*; 8) *спеціалізованого устаткування, пристроїв (мийні установки, переносні драбини)*; 9) зберігання транспортних засобів; 10) технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів; 11) робіт на верстатах; 12) експлуатації транспортних засобів; 13) навантаження, розвантаження та перевезення вантажів [1].

Разом з тим, у даних правилах відсутній зв'язок між безпекою праці та життєдіяльності, що й послужило основою проведення спеціального дослідження.

Метою дослідження, результати якого представлені у статті, є узагальнення теоретико-методологічних засад та науково-практичних рекомендацій з безпеки праці та життєдіяльності на автомобільному транспорті.

Виклад основного матеріалу. Поняття «*безпека транспортних засобів*» було сформовано із понять «безпека життєдіяльності», «охорона праці», «транспортні засоби», «техніка безпеки». При цьому

від останнього поняття відмовилися, а три інших об'єднали в одне. Дана трансформація пов'язана з підвищенням рівня природних, техногенних й соціально-політичних небезпек у ХХІ столітті. Вважається, що нейтралізувати їх дію можливо тільки через об'єднання зусиль усіх служб безпеки (охорони праці, пожежна, рятувальна, цивільного захисту, медицини катастроф т. ін.). Дана обставина привела до створення в Україні єдиної рятувальної служби (Державна служба України з надзвичайних ситуацій – ДСНС), яка у своїй діяльності співпрацює із Державною службою України з безпеки на транспорті (Укртрансбезпека).

Безпека транспортних засобів є складовою загальної тенденції розвитку працівників в інформаційному суспільстві. Індекс людського розвитку має 3 складові: 1) прожити довге повноцінне життя (українці у 2017 році жили 71,1 років); 2) мати доступ до інформації (очікувана кількість років навчання – 15,3); 3) достатній рівень валового національного доходу на душу населення (7,361). Завдяки освіті Україна має високий рівень індексу людського розвитку (0,743), що може бути перетвореним на її конкурентоспроможність.

Без знань про безпеку виробничих процесів (у тому числі й транспортних засобів) неможливо виконати життєву місію та прожити довге повноцінне життя (рис. 1). Ця обставина повинна мотивувати суб'єктів за інтересами у межах внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства до вивчення та нейтралізації дії загроз та небезпек.

Життя — це особлива форма існування матерії, вища по відношенню до фізичних і хімічних форм, що характеризується здатністю до розвитку, різних форм руху, самовідтворення (розмноження), росту, можливістю пристосування до навколишнього середовища, наявністю керованих біохімічних реакцій, подразливістю.

Суттєвим моментом життя є постійний обмін окремого суб'єкта або певної системи речовиною, енергією та інформацією з оточуючою його зовнішньою природою. Життя може існувати лише в процесі руху через живе тіло потоків речовини, енергії та інформації. Невід'ємною властивістю усього живого є активність, тобто термін «життя» вже деякою мірою передбачає активну діяльність.

Діяльність — форма взаємодії суб'єкта з навколишнім середовищем, що передбачає його зміну та перетворення.
Життєдіяльність — процес існування людини в просторі й часі, що передбачає активну взаємодію з навколишнім середовищем.



Рис. 1. Структура безпеки життєдіяльності й транспортних засобів

Людина не лише пристосовується до навколишнього середовища, а й трансформує його для задоволення власних потреб, активно взаємодіє з ним, завдяки чому і досягає свідомо поставленої мети, що виникла внаслідок прояву у неї певної потреби. Початковими джерелами активності людини слугують її інтереси і потреби. Експерти ООН на підставі статистичних і теоретичних даних віднесли до основних інтересів, життєво важливих для кожної людини: життя, здоров'я, добробут, доступ до інформації. Розташувавши базові

потреби людини в ієрархічному порядку (рис. 2) А. Маслоу встановив, що потреби більш високого рівня виникають тільки після задоволення потреб нижчого рівня.



Рис. 2. Схема ієрархії і взаємодії базових потреб людини [2].

У цьому плані безпека є першою з властивих людині потреб. На схемі двосторонній зв'язок природних потреб і потреби у безпеці позначений двома стрілками. Пряма стрілка (вгору) показує послідовність виникнення потреб, ламана (зліва) — підкреслює призначення потреби в безпеці.

Таким чином, наступні потреби людини не тільки з'являються після задоволення потреби у безпеці, але й сприяють більш повному їх задоволенню.

Безпека життєдіяльності — це галузь науково практичних знань про збереження життя і здоров'я людини, яка покликана формувати світоглядні засади гармонійних стосунків людини з природою, технікою та суспільством, виявляти, ідентифікувати і прогнозувати ризик виникнення різного роду небезпек, розробляти системи захисту від них.

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-

профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Безпека транспортних засобів — це галузь науково практичних знань і система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності працівників транспортних підприємств.

Кожна людина повинна виконати певну життєву місію. Мотивацією до безпеки праці та життєдіяльності при реалізації виробничих процесів є те, що вони забезпечують саморозвиток або виконання людиною життєвої місії.

У сфері транспорту діють Закони України «Про дорожній рух», «Про транспорт», «Про залізничний транспорт», «Про приєднання України до Європейської Угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ)», «Про перевезення небезпечних вантажів», «Про автомобільний транспорт», «Про міський електричний транспорт», «Про приєднання України до Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР)».

Крім законів питання безпеки виробничих процесів на транспорті визначається в інших нормативних документах: нормах, стандартах, правилах, інструкціях, тощо.

Вимоги до безпеки транспортних засобів найбільш широко представлені в ***правилах охорони праці на автомобільному транспорті***.

Вимоги безпеки під час експлуатації транспортних засобів складаються з підготовки до виїзду, руху по території підприємства та роботи на лінії. При експлуатації транспортних засобів на лінії можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

наїзди проїжджаючих транспортних засобів;

наїзди при зчепленні або розчепленні автомобілів з причепом (напівпричепом), запуску двигуна, самовільному русі транспортних засобів;

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

термічні фактори (пожежі, вибухи при подачі палива в карбюратор двигуна самопливом, перевірки наявності палива в баці з використанням відкритого полум'я, витіканні газу із газобалонної установки; опіки парою, водою із радіатора);

злочинні дії пасажирів та інших осіб;

падіння піднятого кузова автомобіля-самоскида, перекидної кабіни вантажного автомобіля, вивішених на домкраті частин автомобілів;

підвищені рівні шуму і вібрації;

напруженість праці через психоемоціональні умови праці;

підвищена температура і швидкість руху повітря в теплий період року;

наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (вуглецю і азоту оксидів, акролеїну, вуглеводнів аліфатичних граничних, формальдегіду, метилмеркаптанів).

Перед запуском двигуна необхідно переконатися, що автомобіль загальмований стоянковим гальмом, а важіль перемикання передач (контролера) поставлений у нейтральне положення. Запуск двигуна повинен виконуватися за допомогою стартера. Використовувати пускову рукоятку допускається тільки у виняткових випадках.

При запусканні двигуна автомобіля пусковою рукояткою необхідно додатково дотримуватись таких вимог:

встановити упорні колодки з обох боків колеса;

пускову рукоятку прокручувати знизу догори;

не брати рукоятку в обхват;

при ручному регулюванні випередження запалювання установлювати пізні запалювання;

не включаючи запалювання, повернути колінчастий вал, переконавшись, що важіль перемикання передач знаходиться у нейтральному положенні, включити запалювання;

не застосовувати будь-яких важелів та підсилювачів, що діють на пускову рукоятку або храповик колінчастого вала.

Швидкість руху транспортних засобів по території підприємства не повинна перевищувати 10 км/год, а в приміщеннях – 5 км/год. Для організації безпечного руху по території підприємства складається

схематичний план (схема) руху транспортних засобів та працівників з показом дозволених та заборонених напрямків, поворотів, зупинок, виїздів, в'їздів тощо. Цей план (схема) доводиться до всіх працівників та вивішується при в'їзді на територію підприємства. Під час руху автомобіля по території підприємства (при обкатці, випробуванні тощо) забороняється перебування на ньому осіб, які не мають до цього прямого відношення.

При заправленні автомобілів забороняється:

палити та користуватися відкритим вогнем;

проводити ремонтні та регулювальні роботи;

заправляти автомобіль паливом при працюючому двигуні;

допускати перелив та розлив палива;

перебування пасажирів у кабіні, салоні або кузові.

При направленні двох та більше автомобілів у рейс для спільної роботи на строк більше двох діб роботодавець зобов'язаний наказом призначити особу, яка відповідає за безпеку руху та безпеку праці. Виконання вимог цієї особи обов'язкове для всіх водіїв групи автомобілів. При зупинці на відпочинок за межами населених пунктів особа, відповідальна за охорону праці, повинна здійснювати контроль за додержанням вимог безпеки праці. Забороняється водіям, вантажникам та іншим особам під час стоянки відпочивати або спати в кабіні, салоні при працюючому двигуні. Перед посадкою пасажирів на вантажний автомобіль, призначений для перевезення людей, водій повинен проінструктувати пасажирів про порядок посадки та висадки, попередити їх про те, що стояти у кузові автомобіля під час руху забороняється. Перевезення пасажирів повинно здійснюватися відповідно до Правил дорожнього руху та інших чинних нормативно-правових актів. Вантажний автомобіль, що використовується для перевезення пасажирів, повинен бути обладнаний сидіннями, закріпленими в кузові на відстані не менш як 0,3 м від верхнього краю борту і 0,3-0,5 м від підлоги. Сидіння, що розташовані вздовж заднього або бокового борту, повинні мати міцні спинки.

Перевезення дітей у кузові вантажного автомобіля забороняється. Проїзд у кузовах вантажних автомобілів, які не обладнані для перевезення пасажирів, допускається тільки особам, які

супроводжують (отримують) вантажі за умови, що вони забезпечені місцем для сидіння, розташованим нижче рівня бортів. Не допускається: перевезення людей на безбортових платформах, на вантажі, розміщеному на рівні чи вище бортів кузова, на довгомірному вантажі і поряд з ним, на цистернах, причепах та напівпричепах усіх типів, у кузовах автомобілів-самоскидів і спеціалізованих автомобілів; перевезення у кабіні, кузові, салоні більшої кількості людей, ніж обладнано місць для сидіння або вказано у паспорті заводу-виготовлювача; рух автомобіля з відкритими дверима і при перебуванні людей на підніжках; вистрибування із кабіни чи кузова автомобіля.

При зупинці (стоянці) автомобіля водій, залишаючи транспортний засіб, повинен вжити всіх заходів проти самовільного його руху: зупинити двигун, встановити важіль перемикання передач (контролера) у нейтральне положення, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом. Якщо автомобіль стоїть навіть на незначному уклоні, необхідно додатково підставити під колеса упорні колодки.

На спусках та підйомах, де спосіб постановки не регламентується засобами регулювання руху, транспортні засоби необхідно ставити під кутом до краю проїжджої частини так, щоб виключити можливість їх самовільного руху.

Виходячи із кабіни автомобіля або салону автобуса, водій повинен попередньо переконатися у стані поверхні (наявність вибоїн, слизькості, сторонніх предметів тощо), а при виході на проїжджу частину дороги — ще і у відсутності транспорту, що рухається як у попутному, так і зустрічному напрямках. На автомобілі-таксомоторі у регіонах (містах) з високим показником злочинності необхідно встановлювати захисний екран, а також спеціальну сигналізацію. Зчеплення та розчеплення автомобілів з причепами та напівпричепами повинно проводитися тільки на рівній неслизькій поверхні з твердим покриттям. Зчеплення автопоїзда, який складається із автомобіля та причепа, повинні проводити три особи — водій, працівник-зчіплювач та особа, яка координує їх роботу. При цьому водій подає автомобіль назад найменшим ходом, суворо виконуючи команди особи, яка координує проведення зчеплення.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Координуюча особа повинна перебувати на місці, з якого йому одночасно добре видно водія та працівника-зчіплювача протягом усього періоду проведення зчеплення. Подавати допомогу зчіплювачу, а також покидати своє місце до закінчення зчеплення йому забороняється.

У виняткових випадках (дальні рейси, перевезення сільськогосподарських продуктів з полів тощо) зчеплення допускається проводити одному водію.

У цьому випадку він повинен:

- загальмувати причіп стоянковим гальмом;
- перевірити стан буксирного обладнання;
- покласти упорні колодки під задні колеса причепа;
- провести зчеплення, включаючи з'єднання гідравлічних, пневматичних та електричних систем автомобіля та причепів, а також кріплення страховочних тросів (ланцюгів) на причепах, що не мають автоматичного обладнання.

Забороняється проводити зчеплення при несправності дишла причепа (відсутність пружин дишла, упора, їх несправності тощо). Перед початком руху заднім ходом необхідно зафіксувати поворотний круг причепа стопорним пристроєм.

Перед зчепленням необхідно встановити упорні колодки під колеса напівпричепа. Забороняється проводити розчеплення при неопущених котках опорного пристрою, а також нерівномірному завантаженні напівпричепа. Сполучні шланги та електропроводи повинні бути підвішені за допомогою відтяжної пружини на гачок переднього борта напівпричепа, щоб вони не заважали зчепленню, а після зчеплення вони повинні бути приєднані. Перед подачею автомобіля назад водій повинен переконатися, що його ніхто не об'їжджає і поблизу немає людей або якихось перешкод. У всіх випадках перед початком руху заднім ходом необхідно подавати звуковий сигнал. Перед початком руху заднім ходом в умовах недостатнього огляду ззаду (через вантаж у кузові, при виїзді із воріт тощо) водій повинен вимагати, а роботодавець зобов'язаний виділяти працівника для організації руху автомобіля.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Під час руху на повороті водій автомобіля-цистерни, ємність якої залита менше як на 3/4, зобов'язаний знизити швидкість до такої, яка б забезпечувала безпеку дорожнього руху. При перегріванні двигуна пробку радіатора можна відкривати тільки тоді, коли температура води (рідини) нижче 100 °С, інакше при відкриванні пробки станеться викид киплячої води. Пробку радіатора на гарячому двигуні необхідно відкривати у рукавицях або накривши її ганчіркою. Пробку слід відкривати обережно, не допускаючи інтенсивного виходу пари в бік відкриваючого. Для попередження випадків обморожування при усуненні несправностей зимою в дорозі слід працювати тільки у рукавицях. Забороняється торкатися до металевих предметів, деталей та інструменту руками без рукавиць.

Для запобігання виникненню пожежі на автомобілі не допускається:

- подавати при несправній паливній системі бензин у карбюратор із ємності

- самопливом за допомогою шланга або іншим способом;

- проводити ремонт паливної системи при працюючому або гарячому двигуні, включеному запалюванні;

- залишати в кабінах і на двигуні забруднені маслом або паливом використані обтиральні матеріали;

- підігрівати двигун та інші агрегати відкритим вогнем, а також користуватися ним у безпосередній близькості від приладів системи живлення двигуна (у тому числі від паливних баків);

- палити і користуватись відкритим вогнем при визначенні наявності палива у баці, а також при заправлянні автомобілів із додаткових ємностей.

При вимушеній зупинці автомобіля на узбіччі або на краю проїжджої частини дороги для проведення ремонту водій зобов'язаний включити аварійну світлову сигналізацію, одягти сигнальний жилет (за наявності) та установити знак аварійної зупинки або миготливий червоний ліхтар на відстані не ближче 20 м до транспортного засобу в населених пунктах та 40 м — за їх межами.

Перед вивішуванням частини автомобіля домкратом необхідно встановити його на горизонтальну неслизьку площадку за межами

проїжджої частини дороги, зупинити двигун, включити знижену передачу, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом, встановити під колеса упорні колодки, вивести людей із салона (кузова), кабіни, зачинити двері.

Вимоги безпеки під час експлуатації транспортних засобів, двигуни яких працюють на газовому паливі наступні: 1. При експлуатації транспортних засобів, двигуни яких працюють на стиснутому природному або зрідженому нафтовому газі, повинні виконуватись вимоги настанови з їх експлуатації заводів-виготовлювачів; 2. Для підігрівання двигуна і системи живлення, усунення льодових утворень та пробок допускається застосовувати тільки гарячу воду, повітря або пару; 3. Перед включенням запалювання, освітлювальних електричних приладів та запуском двигуна після міжзмінного відстою або тривалого зберігання транспортних засобів необхідно не менше як на 3 хвилини відкрити для провітрювання капот, люки відсіків балонів і двері (в автобусах), багажне відділення (у легкових автомобілях), після чого переконатися в герметичності газової чи газодизельної апаратури, газопроводів і з'єднань газової системи живлення; 4. Витратні, балонні та магістральні вентиля необхідно відкривати повільно, щоб уникнути гідравлічного удару, а закривати — не докладаючи великих зусиль, щоб не пошкодити ущільнювачі; 5. У процесі експлуатації транспортні засоби, двигуни яких працюють на газовому паливі, повинні щоденно при випуску на лінію та при поверненні їх з лінії підлягати огляду з метою перевірки герметичності та справності газової чи газодизельної апаратури, а також надійності кріплення газових балонів та кронштейнів. Перевірку герметичності з'єднань газового обладнання і визначення місць витікання газу проводять за допомогою спеціальних приладів (газоіндикаторів, течешукачів) або мильної емульсії. При виявленні витікання газу із балонів через вентиля, запобіжний клапан або іншу арматуру на лінії і неможливості його усунення необхідно випустити газ із балонів в атмосферу в безпечному місці удалині від людей і джерел вогню. Випуск газу повинен проводитися при непрацюючому двигуні. При виявленні витікання газу під час руху водій зобов'язаний негайно зупинити транспортний засіб, виключити

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

двигун, закрити усі вентиля, виявити несправності і вжити заходів для їх усунення.

При експлуатації транспортних засобів, двигуни яких працюють на газовому паливі, не допускається:

запускати двигун і працювати на транспортному засобі з несправною газовою чи газодизельною апаратурою та при втраті герметичності балона або газової системи живлення;

дозаправляти балони або зливати (випускати) газ у безпосередній близькості від місць стоянки інших транспортних засобів або поблизу джерел вогню та місць перебування людей;

зупиняти транспортний засіб ближче 5 м від місця роботи з відкритим вогнем, а також користуватися відкритим вогнем ближче 5 м від автомобіля;

проводити перевірку герметичності системи живлення відкритим полум'ям;

перевіряти або регулювати прилади електрообладнання, не переконавшись у відсутності газу під капотом двигуна та в інших можливих місцях його накопичення;

регулювати або ремонтувати газову апаратуру, крім регулювання холостого ходу (для карбюраторних двигунів) або регулювання електронного блоку керування подачі газового палива (для двигунів із впорскуванням бензину до впускної труби) при працюючому двигуні. Усі інші роботи з регулювання та ремонту газового обладнання необхідно проводити при непрацюючому двигуні;

ударяти по газовій чи газодизельній апаратурі та арматурі балона, що знаходиться під тиском;

залишати у проміжному положенні витратні вентиля; вони повинні бути повністю відкриті або закриті;

застосовувати додаткові важелі для відкривання або закривання витратних або наповнювальних вентилів;

експлуатувати автомобіль на бензині з відкритим електромагнітним клапаном і витратними магістральними вентилями;

запускати двигун при тиску стисненого природного газу в балонах менше 0,5 МПа (5 кг/см²).

Після постановки транспортного засобу на тривалу стоянку необхідно закрити витратні, балонні та магістральний вентиля, випрацювати весь газ із системи живлення, після чого виключити запалювання. При зупинці двигуна на короткий час (не більше 10 хв.) магістральний вентиль допускається залишати відкритим. Заправляти транспортні засоби газом допускається тільки на стаціонарних або пересувних газонаповнювальних станціях. Перед заправкою транспортного засобу газовим паливом необхідно: висадити пасажирів із кабіни (кузова) або салона автомобіля; зупинити двигун, виключити запалювання; закрити магістральний вентиль, витратні вентиля при цьому повинні бути відкриті. При заправленні газовим паливом не допускається: стояти біля газонаповнювального шланга і балонів; підтягувати гайки з'єднань газової системи живлення та стукати металевими предметами; проводити регулювання та ремонт газової чи газодизельної апаратури; виконувати роботи, що викликають іскроутворення; палити і користуватися відкритим вогнем; працювати без рукавиць; заправляти балони зрідженим нафтовим газом більше як на 80 % повного об'єму; заправляти балони, якщо строк їх технічного опосвідчення минув, або у випадку виявлення розгерметизації газової системи живлення.

Перед початком наповнення балонів газом необхідно спочатку відкрити наповнювальний вентиль на транспортному засобі, а потім — вентиль заправної колонки, а після наповнення балонів газом спочатку закрити вентиль заправної колонки, а потім наповнювальний вентиль на транспортному засобі. Від'єднувати та приєднувати газонаповнювальні шланги можна тільки тоді, коли обидва вентиля закриті. Якщо під час заправлення газонаповнювальний шланг випадково розгерметизується, необхідно негайно закрити вихідний вентиль на газонаповнювальній колонці, а потім — наповнювальний вентиль на транспортному засобі. Експлуатація балонів для стисненого природного та зрідженого нафтового газу повинна здійснюватися згідно з вимогами чинного законодавства України. У разі виникнення пожежі на транспортному засобі, двигун якого працює на газовому паливі, необхідно зупинити двигун, виключити запалювання і закрити витратні та магістральні вентиля. Гасити пожежу необхідно

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

вогнегасниками, кошмою, піском або струменем розпиленої води. Балони з газом необхідно сильно поливати холодною водою, щоб уникнути надмірного підвищення тиску в них.

При навантаженні, розвантаженні та перевезенні вантажів можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- наїзди під час руху автомобілів, навантажувачів;
- наїзди при самовільному русі транспортних засобів;
- падіння працюючих з висоти і на поверхні;
- падіння вантажу;
- ураження електричним струмом;
- перекидання автомобілів-самоскидів з відкосів, в яри;
- термічні фактори (пожежі при наливанні або зливанні палива з цистерни автомобіля);
- наявність у повітрі шкідливих речовин (пилу).

Автомобільний транспорт є джерелом підвищеної небезпеки для життя і здоров'я людей. Ця проблема особливо загострилася в останні десятиліття внаслідок збільшення кількості автомобілів і інтенсивності їх експлуатації.

На автомобільному транспорті відбувається різке зростання виробництва, збільшується чисельність працівників, діяльність яких пов'язана з експлуатацією автомобілів. У той же час підвищується енергоємність праці, широко застосовуються нові технології технічного обслуговування і ремонту рухомого складу автомобільного транспорту. У зв'язку з цим існує потреба у зниженні і попередженні впливу на людину несприятливих виробничих факторів.

Вивчення причин виробничого травматизму в автотранспортній галузі показало, що незадовільна організація робіт є причиною найбільшої кількості нещасних випадків на виробництві, вона складає 28,4% всіх нещасних випадків, близько 12,1% випадків було допущено при порушенні правил дорожнього руху, 7,3% виробничих травм стало можливо за порушення працівниками трудової дисципліни, 6,2% випадків, пов'язані з порушенням технологічного процесу, 5% усіх травм є недоліками з організації охорони праці на підприємстві, 4,8% - незадовільне утримання та недоліки організації робочих місць, 3,8%

випадків є експлуатація несправних машин, механізмів та устаткування, 3,6% - невживання робітником засобів індивідуального захисту та порушення правил безпеки експлуатації транспортних засобів, близько 2,4% випадків займає незадовільний стан споруд, будівель та територій, 1,7% - недостатня надійність машин і механізмів, 1,6% усіх випадків займає показник недосконалості технічного процесу, 0,6% випадків є причиною роботи неспеціалізованих робітників, 0,3% - недотримання та невикористання засобів колективного захисту на підприємстві та 18,6% - інше.

На автотransпортних підприємствах найбільше число нещасних випадків припадає на технічні й організаційні причини. Крім цих причин, можна виділити також санітарно-гігієнічні, психофізіологічні, економічні причини і природні фактори.

Технічні причини підрозділяють на конструкторські, технологічні і незадовільне технічне обслуговування. До конструкторських причин відносяться: невідповідність вимогам безпеки конструкції транспортних засобів, вантажопідйомних машин, гаражного устаткування, верстатів, піднімальних, енергетичних пристроїв; недосконалість конструкції ручного і переносного механізованого інструмента; відсутність або недосконалість запобіжних пристроїв, огорожень і інших засобів безпеки. Технологічними причинами є порушення і недосконалість технологічного процесу, неправильний вибір устаткування й оснащення, засобів механізації, вантажопідйомних засобів. Незадовільне технічне обслуговування полягає у відсутності планових профілактичних і транспортних засобів, порушенні графіків і технології обслуговування, низькій якості обслуговування.

Організаційні причини – це відсутність або неякісні інструктування і навчання; відсутність керівництва роботами і технічного нагляду за проведенням роботи; відсутність інструкцій; порушення режиму праці і відпочинку; неправильна організація робочого місця, руху пішоходів і транспортних засобів; низька культура виробництва; використання робітників не за фахом і не по кваліфікації, відсутність або невідповідність установленим нормам засобів індивідуального захисту; відсутність

знаків безпеки, попереджувальних плакатів і написів про небезпеку й ін.

Санітарно-гігієнічні причини включають: незадовільне висвітлення робочих місць, проїздів, території, несприятливі метеорологічні умови; підвищену концентрацію шкідливих речовин у повітрі робочої зони; великий рівень шуму, ультразвуку і вібрації; незадовільний стан виробничих, санітарно-побутових і допоміжних приміщень; недотримання правил особистої гігієни й ін.

Психофізіологічні причини полягають у: невідповідності анатомофізіологічних і психологічних особливостей організму людини умовам праці; незадовільному психологічному кліматі в колективі; ослабленні самоконтролю, непотрібному ризику; хворобах, нервовому стані, стомлюваності, порушенні координації рухів; незадоволеності роботою й ін.

Економічні причини підрозділяються на виробничо-економічні і соціально-економічні. Виробничо-економічними причинами є прагнення до понаднормових робіт, неритмічність роботи й ін. Соціально-економічні причини включають порушення термінів видачі заробітної плати, недоліки в житлових умовах та відсутності забезпечення дитячими установами.

Висновки:

1. Найбільше число нещасних випадків на автомобільному транспорті припадає на технічні й організаційні причини.
2. Безпека транспортних засобів безпосередньо пов'язана з виконанням вимог правил й інструкцій з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Література:

1. Правила охорони праці на автомобільному транспорті.
URL: <https://-dnaop.com/get/32443/>
2. Жигулін О. А., Тонконог Д. В. Результативне управління безпекою праці й життєдіяльності в Україні. Зб. наукових-праць Ніжинського агротехнічного інституту. Вип. Ніжин, 2019. 222 с.

Жигулін О. А., к.т.н., доцент,
Борис В. В., Жигуліна Н. О.
ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний
інститут»

Травматизм на транспорті

Постановка проблеми. Актуальним є облік й аналіз травматизму на автомобільному транспорті.

Огляд наукової літератури та публікацій. Інформація щодо безпеки на транспорті міститься у Правилах охорони праці на автомобільному транспорті, де безпека транспортних засобів **представлена вимогами до:** 1) **безпеки;** території, виробничих і допоміжних приміщень, споруд; 2) паливозаправних пунктів, постів випуску і зливу газу; освітлення і електробезпеки; 3) санітарно-побутових приміщень; 4) обладнання транспортних засобів; 5) обладнання транспортних засобів, двигуни яких працюють на газовому паливі; 6) обладнання спеціалізованих транспортних засобів (автоцистерни т. ін.); 7) устаткування (підйомники, домкрати), пристроїв, інструменту; конвеєрів; 8) спеціалізованого устаткування, пристроїв (мийні установки, переносні драбини); 9) зберігання транспортних засобів; 10) технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів; 11) робіт на верстатах; 12) експлуатації транспортних засобів; 13) навантаження, розвантаження та перевезення вантажів [3].

Разом з тим, у даних правилах відсуній зв'язок між безпекою праці та факторами травматизму, що й послужило основою проведення спеціального дослідження.

Метою дослідження, результати якого представлені у статті, є узагальнення науково-практичних рекомендацій щодо зниження рівня травматизму й захворювань на автомобільному транспорті.

Виклад основного матеріалу. Травматизм на автотранспортному підприємстві у середньому розподіляється у такий спосіб, %: зона ремонту – 30, цехи і ділянки – 22, територія

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

– 21, зона технічного обслуговування – 11, місця стоянки автомобілів – 9, мийка – 4, заправний пункт з паливно-мастильними матеріалами – 1,5, контрольно-технічний пункт – 1, виїзди з виробничих приміщень і в'їзди в них – 0,5.

Аналіз нещасних випадків показав, що більшість з них є типовими, однаковими є й більшість принципових помилок, що допускаються працівниками. Ситуації, при яких відбуваються нещасні випадки, повторюються. Найбільш поширені наступні типові ситуації травматизму:

- мимовільний рух автомобіля;
- рух автомобіля заднім ходом;
- рух автомобіля з місця, коли під ним знаходяться люди;
- перебування людей між транспортними засобами;
- пуск двигуна автомобіля при включеній передачі;
- падіння вивішеного автомобіля з опор, у тому числі й з домкратів;
- робота під піднятим кузовом самоскида без додаткового упора;
- мийка двигуна, агрегатів, деталей і вузлів легкозаймистими рідинами;
- отруєння окисом вуглецю;
- подача палива в карбюратор «самопливом»;
- перебування працівника під піднятим вантажем;
- поразка електричним струмом;
- зварювання неочищеного і непропареного паливного бака;
- шиномонтажні роботи і накачування шин (виліт замкового і стопорного кілець);
- отруєння токсичними рідинами;
- користування відкритим вогнем.

На транспорті вважаються **професійними** такі захворювання: нейросенсорна приглухуватість; гострі, хронічні інтоксикації та їх наслідки, для перебігу яких характерне ізольоване або сполучене ураження органів і систем; алергічні хвороби (кон'юнктивіт, асмастичний бронхіт, дерматит) т. ін. Першими водія турбують **захворювання шлунково-кишкового тракту**— це сильний ріст жирової тканини, яка накопичується на животі, стегнах і грудях.

Більшість далекобійників має солідну вагу, оскільки одержувані їх організмом поживні речовини не засвоюються, а перетворюються в жир. Причиною таких змін в обміні речовин є нерівномірне та незбалансоване харчування людини, яка майже не витрачає енергію.

Спосіб боротьби з даним професійним захворюванням водіїв простий: відмовитися від гамбургерів, хот-догів і солодкої газованої води на заправках, якими б привабливими вони не здавалися. Професійному водієві показана дієта з низьким вмістом жиру і вуглеводів: курка і яловичина, овочі, знежирене молоко, сир, нежирна риба. Краще готувати собі їжу в дорогу самостійно або замовляти дієтичні продукти в придорожніх кафе. Також професійним водіям варто відвідувати спортзал і бігову доріжку в перервах між рейсами.

При постійному сидінні проявляється і інше професійне захворювання, яке представлене **порушеною перистальтикою кишечника**. Їжа на ходу не може нормально засвоюватися і часто знаходиться в кишечнику довго. Результатом стає накопичення токсичних речовин, подразнення слизових оболонок і порушення виробництва ферментів. Саме тому до професійних захворювань водіїв відносяться **запалення різних ділянок кишечника** — від дванадцятипалої до прямої кишки. При відсутності лікування в довгостроковій перспективі запалення може перерости в злоякісні поліпи.

Профілактикою може бути прийом їжі на зручному стільці в кафе, де можна прийняти будь-яку бажану позу. Також після серйозного обіду або вечері варто прогулятися хоча б протягом 15 хвилин, щоб запустити нормальний процес травлення. Професійним **захворюванням шлунково-кишкового тракту** можна запобігти за допомогою гімнастичних вправ, виконуваних кожні 3 години поїздки: повороти тулуба; нахили тіла; присідання.

У всіх професійних водіїв є **геморой**. Частіше він виникає у тих, хто управляє вітчизняною технікою або старими машинами іноземного виробництва, оскільки їх сидіння проектувалися без урахування впливу на здоров'я людини. Причинами геморою є запори, викликані неправильною роботою кишечника, відсутність клітковини в їжі і порушення кровообігу малого тазу. Щоб уникнути такого

професійного захворювання, потрібно вживати багато сирих овочів і цільнозернового хліба, а також використовувати спеціальну медичну подушку для сидіння.

М'язи і хребет. Дуже часто у водіїв зустрічаються обмеження м'язів. Через кілька годин защемлена ділянка починає сильно хворіти, з'являються відчуття печіння та оніміння одночасно. Якщо продовжити ігнорувати таке професійне захворювання, може статися деформація опорно-рухового апарату, що призведе до внутрішніх кровотеч, відмови органів травної системи і порушення обміну речовин. Сильне м'язове напруження негативно впливає також на хребет, що надзвичайно небезпечно для життя людини.

Проблеми з хребтом закінчуються **остеохондрозом**. Симптоми такого професійного захворювання водіїв досить різноманітні і неприємні:

- тупі або колючі болі в районі хребта;
- відчуття здавленості і нерухомості («кам'яна спина»);
- сильні болі в районі тазу і грудної клітки;
- при ураженні шийних хребців — тимчасові помутніння свідомості, галюцинації у вигляді кольорових точок;
- спазми, головний біль.

Наступний етап розвитку захворювання представлений **спондилоартрозом**, який іноді називають грижею хребта. Міжхребцеві диски перестають нормально забезпечуватися рідиною і підтримуватися м'язами, результаті чого є те, що при кожному русі водія відбувається їх стирання і накопичення стружки. Симптоми різкий нестерпний біль, що не дає поміняти положення навіть на міліметр і відкликається печінням в усіх ділянках тіла при наїзді машини на найдрібнішу нерівність. Підсумком стає операція і інвалідність третьої групи на рік, що означає відсторонення людини від водіння.

Подібне захворювання легко запобігти. Кожні 3-4 години водій повинен зупинятися, виходити з автомобіля, упиратися руками в міцну частина його кузова, а потім по черзі присідати на одну ногу, відставляючи другу далеко назад, що допоможе розтягнути міжхребетні диски, поліпшивши їх забезпечення поживними

речовинами. Професійному водієві потрібно зробити не менше 10 нахилів вперед з прямими руками і ногами, а також 10 нахилів тулуба вбік з широко розставленими ногами і руками. Бажано також обігнати автомобіль навколо пару раз і потім постояти 1-2 хвилини, спершись на кузов, щоб розслабити м'язи і запобігти розвитку їх захворювань.

Серцево-судинна система. Фахівці довели, що у 80% водіїв після 20-річного стажу виникає варикозне розширення вен в тій чи іншій формі. Тривала відсутність руху викликає сильні болі в ногах, слабкість, набряклість і інші неприємні симптоми. Профілактика професійного захворювання дуже проста — потрібно періодично розминатися при тривалому водінні автомобіля, а також займатися пробіжками і ходьбою протягом тривалого часу.

У таксистів і водіїв служб доставки, які змушені працювати в неймовірно щільному графіку, існує ризик **інфаркту**, який пов'язаний з емоційним перенапруженням. Рекомендується зменшити в раціоні кількість продуктів, багатих холестерином, а також не налягати на каву і міцний чай, якими часто зловживають професійні водії. При неможливості самотійного заспокоєння в складних ситуаціях варто відвідати психолога, який призначить курс терапії.

З причини малої фізичної активності розвивається атрофія серцевого м'яза, наслідком якої є **гіпертонія**. Підвищений тиск може стати причиною смертельно небезпечних хвороб: інфаркту, інсульту, ішемічної хвороби. Методом профілактики такої професійної хвороби водія є фізична активність, зниження споживання кофеїну та інших енергетиків.

Наслідком ураження **статевої системи** є безпліддя та імпотенцію. Головна причина такої проблеми — відсутність руху крові в органах малого тазу. Передміхурова залоза, перестає отримувати достатнє живлення й не виконує більш свою функцію. Зупиняється вироблення гормонів, зменшується виробництво сперми, а сама залоза збільшується в розмірах, викликаючи дискомфорт в області тазу, ураження кишечника і часте ускладнене сечовипускання. Позбутися подібного професійного захворювання можна через гімнастичні вправи протягом тривалої поїздки. Якщо не міняти позу протягом тривалого часу, то в результаті перегрівання яєчок може розвинутися чоловіче

безпліддя. Сперматозоїди гинуть від високої температури або стають малоактивними. Зачаття не вдається здійснити протягом 3-4 днів після такої поїздки. Якщо ж перегрів повторюється регулярно, сперматозоїди можуть залишитися нежиттєздатними назавжди. Таке професійне захворювання особливо небезпечно при наявності підігріву сидіння.

Легкі. Оскільки водій постійно знаходиться в оточенні вихлопних газів, він змушений вдихати понад 200 токсичних сполук. Внесок у розвиток професійних захворювань роблять і гальмівні колодки, при стиранні яких утворюється азбестовий **пил**. Першим симптомом ураження дихальної системи є першіння в горлі, яке може супроводжуватися несильною кровотечею. При ігноруванні такого симптому можна домогтися дистрофії слизової оболонки коли вона перестає захищати легені від токсичного ураження.

У професійних водіїв токсини і пил проникають як в легені, так і в бронхи. Ситуація посилюється при палінні, оскільки органи дихальної системи стають чутливими і надзвичайно сприйнятливими до таких поразок. Результатом стають запальні процеси, осередки яких з часом можуть трансформуватися в **онкологічні новоутворення**. Професійним захворюванням водіїв також є **емфізема** — розростання судин і сполучної тканини, що зменшує обсяг легенів. Ця хвороба є смертельно небезпечною, оскільки при погіршенні вентиляції легенів вони вражаються шкідливими мікроорганізмами.

Для вивчення травматизму широко використовують статистичний і монографічний методи. Останнім часом на автотранспортних підприємствах (АТП) користуються також ситуаційним методом аналізу травматизму.

Статистичний метод заснований на вивченні травматизму по документах і матеріалах його розслідування (акти за формами Н-1 і 7-твн) і листкам непрацездатності. Рівень травматизму тут оцінюють за допомогою відносних показників. Вони дозволяють визначити порівняльну динаміку травматизму як по окремим АТП, так і по окремих цехах і ділянках підприємства, виявити закономірності росту і зниження травматизму.

Кількісним показником у цьому методі є коефіцієнт частоти (K_q). Він показує число потерпілих при нещасних випадках, що приходить на 1000 працюючих за звітний період:

$$K_q = (n/P)1000 \quad (1)$$

де n – число потерпілих при нещасних випадках із утратою працездатності на один робочий день і більше й зі смертельним результатом; P — середньосписочне число працюючих (включаючи і тимчасових) у звітному періоді.

Якісним показником є коефіцієнт ваги (K_T). Він показує середнє число днів непрацездатності, що приходяться на одного потерпілого в звітному періоді:

$$K_T = D/n \quad (2)$$

де D – загальне число днів непрацездатності у потерпілих, що враховуються.

Втрати робочого часу через виробничий травматизм оцінюють за допомогою коефіцієнта непрацездатності (K_H). Він показує число днів непрацездатності, що приходяться на 1000 працюючих у звітний період (добуток коефіцієнтів K_q і K_T).

Випадки зі смертельним наслідком, а також переходом постраждалого на інвалідність, визначаються відповідно коефіцієнтами K_C і K_H які надають процентне відношення цих травм до загального числа потерпілих:

$$K_C = (C/n)100; \quad K_H = (H/n)100 \quad (3)$$

де C – число загиблих; H – число потерпілих, які перейшли на інвалідність.

Різновидами статистичного методу є груповий і топографічний.

Груповий метод заснований на розподілі матеріалу розслідування по групах з урахуванням визначених ознак, таких, як наприклад, професія, вид виконуваної роботи, стаж роботи, вік потерпілих, час доби і року, тип рухливого складу, що травмує фактор, характер ушкодження і т.д.

Топографічний метод заснований на вивченні причин нещасних випадків по місцю їхнього виникнення. На плані підприємства, окремого корпусу, цеху умовними знаками позначають нещасні

випадки. Це дозволяє виявити найбільш небезпечні робочі зони і місця, а також виробничі ділянки, що вимагають ретельного обстеження і вживання заходів по попередженню травматизму.

Монографічний метод є найбільш фундаментальним. При цьому методі проводять загальний аналіз виробничої травми, детальне дослідження всього комплексу умов, у яких стався нещасливий випадок: трудовий і технологічний процеси, виконувані операції, робоче місце, санітарно-гігієнічні умови, загальні умови виробничої обстановки, основне й допоміжне устаткування, засоби колективного й індивідуальної захисту, режим праці й відпочинку т. ін. Він передбачає використання технічних методів дослідження: іспит устаткування, приладовий контроль виробничого середовища т. ін. У результаті такого обстеження виявляють не тільки причини нещасних випадків, але і потенційні небезпеки й шкідливості, що не проявилися до моменту досліджень, але здатні зробити шкідливий і небезпечний впливи на працюючим згодом. Монографічний метод дозволяє визначити організаційно-технічні заходи щодо профілактики травматизму, дає матеріал для розробки правил та інструкцій, а також плакатів з охорони праці.

Ситуаційний метод аналізу травматизму дає можливість розкрити причинно-наслідкові зв'язки і навчити працюючих передбачати і вчасно запобігати можливій погрозі. Вивчати схеми причинно-наслідкових зв'язків рекомендується в наступному порядку: опитування, вивчення, повторне опитування. Опитування може робити інженер з охорони праці або керівник відповідної ділянки (майстер, бригадир). У результаті вивчення працюючі вміють прогнозувати розвиток ситуацій нещасних випадків, твердо знають і вміють розповісти, як виникають нещасні випадки, мають можливість привести конкретні приклади по розглянутій групі ситуацій і показати на макеті або намалювати дві послідовні стадії розвитку ситуації (момент здійснення помилки, момент усвідомлення, виявлення помилки).

Поряд з названими традиційними методами аналізу травматизму в даний час розроблений і ряд інших методів:

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

анкетування, експертна оцінка, спостереження, мережне моделювання, ергономічний і психофізіологічний аналізи. Крім аналізу виробничого травматизму на АТП аналізують захворюваність і складають звіт за формою № 16-вн.

Висновки:

1. Причинами травматизму й професійних захворювань на автомобільному транспорті є порушення правил охорони праці, а також обмеження руху.

2. Профілактикою трав й захворювань можуть бути регулярні інструктажі й фізичні вправи водіїв.

Література:

1. Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2011 року № 1232.

2. Міністерство праці і соціальної політики України. Офіційна сторінка. URL: <http://mls.gov.ua>

3. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. URL: <https://-dnaop.com/get/32443/>

Жигулін О. А.,
к.т.н., доцент ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний
інститут»

Способи й засоби рятування людей і тварин при пожежі

Постановка проблеми. Актуальним є рятування людей і тварин під час пожежі в Україні.

Огляд наукової літератури та публікацій. В літературі представлені неоднозначні дані з рятування людей при пожежі. Одні автори стверджують, що рятування за допомогою брезенту й «кубу життя» ефективне, а інші указують на їх небезпечність використання під час пожежі [1].

Метою дослідження, результати якого представлені у статті, є узагальнення науково-практичних рекомендацій з використання способів й засобів рятування людей і тварин при пожежі.

Виклад основного матеріалу. Способи рятування людей при пожежі представлені на рис. 1.

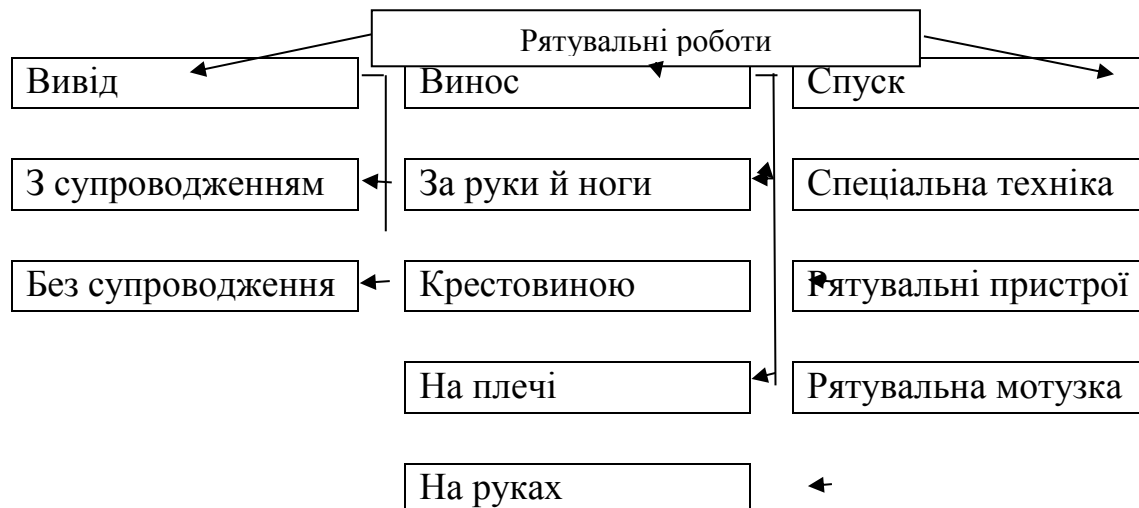


Рис. 1. Способи рятування людей при пожежі

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Рятувальні роботи організовуються і проводяться виводом, виносом і спуском людей (рис. 1). Їх можна проводити шляхом виведення людей до віконних прорізів з подальшим їх спуском за допомогою: сходів (гібкі, складні, розсувні, металеві, канатні, цепні, ті, що згортаються й прибираються); крупних стаціонарних споруд (ліфти, багатоярусні й такі, що складаються, підвісні кабіни, люльки); канатно-спускових пристроїв (компактні канатно-блочні системи з різними механізмами регулювання швидкості); жолобів-спусків й скатів (складні, розсувні, надувні, металеві, матерчаті, армовані); амортизаційних пристроїв (полотна, сітки, мембранні пристрої, пневматичні подушки й мати); рукавів (однослойні, цепні, еластичні, складові, брезентові труби з завуженням, ті, що згортаються та прибираються).

Натяжне рятувальне полотно (НРП) призначене для порятунку людей з вікон і балконів у будинках висотою не більше двох поверхів або з висоти не більше 8 метрів, і лише у виняткових випадках, коли інші засоби для рятувальних робіт застосувати неможливо.

Після прийняття рішення про застосування НРП призначається відділення з 16 осіб, яким вказується місце його розгортання на відстані 5-7 метрів від стіни будівлі. НРП розгортають на землі, а рятувальне відділення розосереджується навколо, причому кожен з 16 рятувальників розташовується обличчям до центру НРП, утримуючи кожен свою лямку двома руками. За командою керівника відділення приймає стійке положення (верхня частина корпусу відхилена назад, обидві ноги п'ятами впираються у землю) і натягує НРП (рис. 2).



Рис. 2. Натяг натяжного рятувального полотна

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

При цьому необхідно, щоб натягнуте полотно було паралельно землі і розташовувалося якомога вище від її поверхні. У момент стрибка усе відділення повинне дивитися на людину, яка рятується, домагатися більшої точності уловлювання її у центрі полотна. Командир займає позицію таким чином, щоб коригувати дії відділення за допомогою гучномовного пристрою. Основні технічні характеристики НРП:

1. Висота рятунку – не більше 8 м;
2. Максимальна маса людини, яку рятують з допустимої висоти - 100 кг;
3. Габаритні розміри в робочому стані - 3500 x 3500 мм;
4. Габаритні розміри в сумці 900 x 550 x 300 мм;
5. Маса комплекту (НРП + сумка + паспорт) - не більше 15 кг.

«Куб життя» (далі – «куб») - стрибковий рятувальний пристрій, призначений для порятунку людей у надзвичайних ситуаціях з будівель під час пожежі (рис. 3).

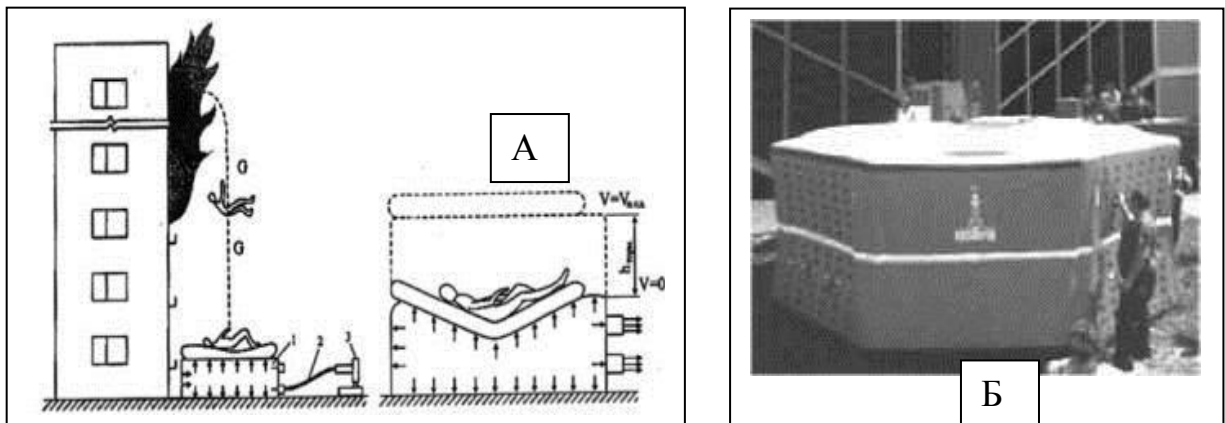


Рис. 3. Загальний вигляд (Б) та застосування (А) «кубу життя»

«Куб» масою до 35 кг розгортається поблизу стін будівлі і протягом 50-60 с наповнюється повітрям. При падінні людини під дією збиточного тиску в ньому автоматично відкриваються клапани, через які відбувається вихід повітря в атмосферу і за рахунок стиснення «Куба» плавно гаситься кінетична енергія, придбана тілом людини в процесі її вільного падіння з висоти (рис. 3 А). Пристрій працює не як батут, а як уловлювач й амортизатор.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Для рятування людей з вікон, балконів, дахів із застосуванням стаціонарних, висувних трехколінчатих, штурмових драбин і автодрабин без люльки або ліфта призначається відділення з двох рятувальників. Один підіймається у зону пожежі й по мотузці спускає постраждалих, а другий фіксує драбину й приймає людей унизу.

Автодрабини мають висоту 17, 30, 45, 52, 62, 90 м й обладнуються ліфтами вантажопідйомністю 200 кг. Колінчаті підйомники обладнані люлькою вантажопідйомністю 400 кг (рис. 4). У порівнянні з автодрабинами, вони більш маневрені. Найбільш ефективні автоколінчатий підйомач та автодрабина висотою до 90 метрів (висота близько 25 поверхів) відомої фінської фірми Bronto SkyLif.

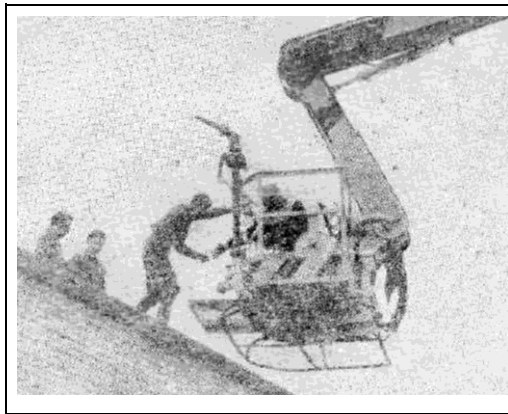
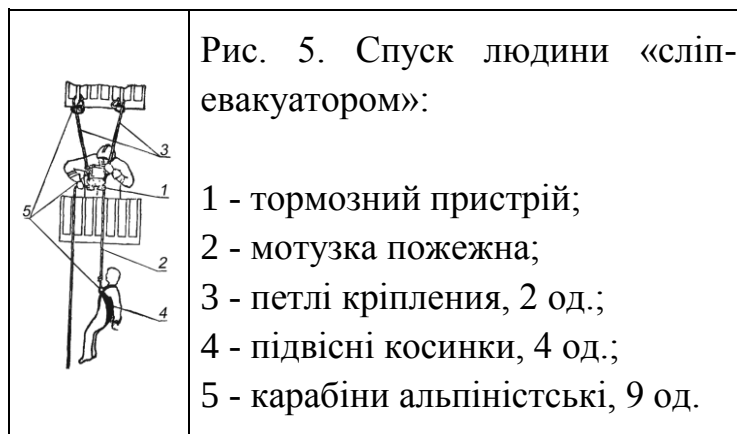


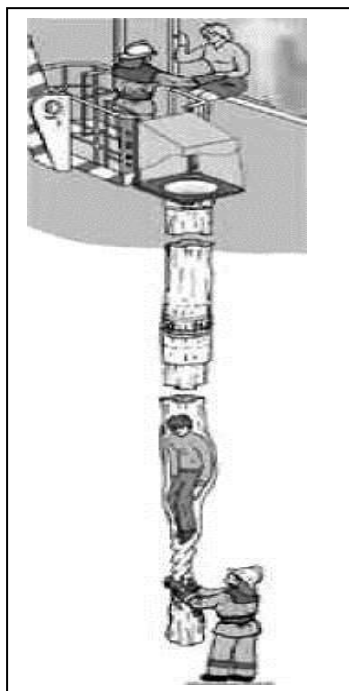
Рис. 4.
Рятувальні
роботи за
допомогою
колінчатого
підйомника

Забезпечити масову евакуацію людей за допомогою автодрабин й підйомників не вдається із-за неможливості їх розташування біля будинків й обмеженої висоти. Частково вирішує дану проблему комбінований спосіб використання авто- та штурмових (з круком) пожежних драбин. Перші доставляють пожежників у будинок, а з других формується єдина безперервна рятувальна драбина для евакуації людей з найвіддалених ділянок будівлі.

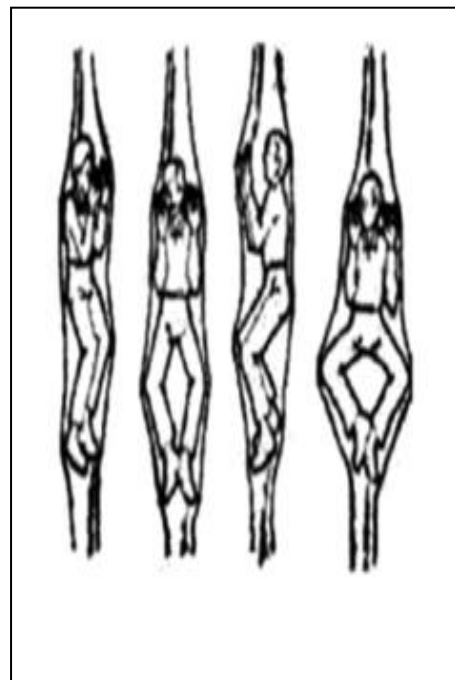
Транспортування постраждалих сліп-евакуатором наведено на рис. 5.



Спуск за допомогою рятувального рукава здійснюється регулюванням швидкості руху розведенням ліктів і колін постраждалого, а також закручування рукава по осі або відведенням його у сторону рятувальником (рис. 6).



А



Б

Рис. 6. Спуск за допомогою рятувального рукава (А – спуск, Б – гальмування)

Основним завданням при гасінні пожеж в тваринницьких комплексах є запобігання загибелі тварин і птахів. Після прибуття пожежне відділення негайно організовує розвідку: ступінь загрози тваринам і птахам, їх вид і кількість в загрозовій зоні; способи прив'язі і кількість, стан шляхів евакуації і загроза від вогню, число обслуговуючого персоналу, основні шляхи поширення пожежі і

можливість розвитку вогню на найближчі тваринницькі будівлі, споруди і склади кормів, можливість розкиду конвекційними потоками палаючих іскор на житлові приміщення та інші будови, наявність найближчих вододжерел т. ін.

Розвідувальні групи в тваринницьких приміщеннях очолюють найбільш досвідчені особи, які в процесі розвідки могли б правильно організувати евакуацію тварин і птахів. Одночасно з розвідкою й евакуацією тварин проводиться ліквідація джерел горіння, бо вони сприяють швидкому задимленню і підвищенню температури в приміщеннях. Для швидкої евакуації тварин використовують всі виходи, не охоплені вогнем, й у першу чергу ті виходи, через які тварини виходять в звичайних умовах. При цьому необхідно враховувати, що при відкриванні воріт і дверей збільшується тяга повітря й посилюється горіння в приміщенні, тому відкривають тільки ті ворота й двері, які необхідні для евакуації тварин і подачі стовбурів на гасіння або для підтримання примусового вигону тварин. При евакуації тварин необхідно пам'ятати, що підсисні свиноматки й корови з телятами при примусовому вигоні негайно повертаються до своїх малюків. Коней евакуюють найчастіше способом примусового одиночного виводу. Якщо коней і велику рогату худобу необхідно виводити через евакуаційний вихід у напрямку в бік вогню, то тваринам закривають очі попонами, мішками та іншими засобами або сідають на коней верхи й виїжджають з приміщень. Новонароджених телят і лошат виносять з палаючих приміщень на руках. Вівці і кози при появі небезпеки швидко збуджуються і збиваються в нерухоме стадо, яке може створювати затори біля виходів з приміщень й ускладнювати проведення евакуації. Тому при їх евакуації доцільно відшукати і вивести з приміщення ватажка стада, а інших тварин вигнати за ватажком. Свиней, особливо при клітинному утриманні, для швидкості евакуації витягають з будівель за задні ноги, а маленьких поросят виносять в кошиках, мішках, іншій тарі або на руках.

Для звільнення тварин від прив'язі залучають обслуговуючий персонал і членів добровільної пожежної дружини, а для прискорення евакуації тварин, особливо в літній період, можна використовувати

струмені води. При евакуації вживають заходів, щоб тварини не поверталися до палаючих приміщень.

Звірів, дрібних тварин і птахів евакуюють в клітинах, а також з використанням різної тари, мішків або спеціальних автомобілів з клітинами. У період евакуації тварин і звірів необхідно стежити, щоб вони не травмували людей. Особливо чітко і швидко евакуюють тварин з будівель, які не мають горищних перекриттів, так як в цих будівлях вогонь поширюється з великою швидкістю і вони швидко заповнюються димом.

Поведінка тварин в початковій стадії розвитку пожежі залежить від способу їх утримання та виду поголів'я. При вигульній системі доросла велика рогата худоба і молодняк, а також свині всіх вікових груп, як показали досліді, при виникненні горіння проявляють занепокоєння і збиваються в стадо біля виходів, а коли відкривають ворота і двері, вони самостійно покидають палаючі приміщення. При цьому щільність потоку тварин в дверних отворах наближається до граничних значень. Вночі тварини також чуйно реагують на джерело небезпеки і швидко покидають приміщення, де виникло горіння. Це вказує на те, що при вигульній системі утримання евакуювати велику рогату худобу і свиней можливо навіть при наявності невеликої кількості обслуговуючого персоналу, роль якого зводиться до своєчасного відкриття воріт і дверей та звільнення тварин від прив'язі.

Досліді з тваринами, які утримуються безвигульно, показали, що вони самостійно не залишають своїх місць, навіть тоді, коли їх звільняють від прив'язі й відкривають двері та ворота. При виникненні горіння інстинкт самозбереження змушує велику рогату худобу групуватися в стадо й відходити від джерела небезпеки. Однак самостійно тварини не можуть покинути небезпечну зону. Свині, як правило, не реагують на джерело небезпеки і залишають палаюче приміщення лише при примусовому вигоні. Це вказує на те, що при безвигульній системі утримання тварин й особливо в сучасних тваринницьких комплексах для примусового вигону тварин потрібна велика кількість обслуговуючого персоналу, а також значний проміжок часу. Необхідно враховувати дану обставину при розробці планів евакуації тварин на випадок пожежі.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

У практиці існує кілька способів евакуації: самостійний масовий вихід тварин після звільнення їх від прив'язі і відкриття дверей і воріт; примусове масовий вигін тварин; примусове одиночний вигін тварин; висновок тварин і винос тварин. Застосування їх залежить від способу утримання, виду і віку тварин, а також від обстановки, що склалася на пожежі. Евакуації багато в чому залежить від пори року і періоду доби. Влітку, а також в ранковий час процес евакуації йде краще.

Висновки:

1. Від вибору способів і засобів рятування людей і тварин під час пожежі залежить рівень травматизму на виробництві.
2. Результативність рятування значно покращується при плануванні заходів.

Література:

1. Способи й засоби рятування людей при пожежі. URL: <https://studfile.net-/preview/6459541/page:29/>
2. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1090-18>

УДК 378

ЕРГОНОМІЧНІ ОРІЄНТИРИ СУЧАСНОЇ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

Литовченко В.П., канд. філос. наук, доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, viktorpl08@gmail.com

Анотація: у статті розглянуті ергономічні вимоги при підготовці мультимедійної презентації.

Ключові слова: мультимедійна презентація, слайд, шрифт.

Сучасне заняття у вищій школі неможливо уявити без мультимедійної презентації. У процесі підготовки останньої важливо дотримуватися певних вимог, які відображають особливості сприймання інформації, умови та правила застосування наочності. Поряд із дидактичними та емоційними критеріями, які висувуються до презентації, важливе місце займають й ергономічні (оптимальне для сприймання оформлення матеріалу). Розглянемо їх більш детально.

Ергономічний аспект слід розпочати із визначення оптимальної кількості слайдів. Остання зазвичай визначається регламентом виступу. Наприклад, для 10-хвилинного виступу готується не більше 12 слайдів. Для більш тривалого проміжку оптимальною для виступу вважається презентація в якій кількість слайдів становить 20-25 штук. У будь-якому разі презентація не повинна перевищувати 50 слайдів.

Як засвідчує практика головними труднощами підготовки презентації є: трансформація тексту виступу з метою його подання у вигляді ключових слів та лаконічних виразів; обрання адекватних засобів візуалізації інформації; підбір кольорової гамми; відмови від перенасиченого використання анімаційних ефектів.

Подача текстової інформації – одна з найважливіших складових мультимедійної презентації. Кожну нову частину наперед наміченого плану необхідно визначити чітким і лаконічним заголовком, який має привертати увагу аудиторії та узагальнювати основні засади слайда.

Текстова інформація, яка подається і заголовок нового розділу не повинні зливатися воедино. Зазначена вище різниця може досягатися як за рахунок кольорової гамми, різного роду обрамлення, так і використання шрифтів. У заголовках мають бути і великі, і малі літери (а не тільки великі). Основний текст має бути такого розміру, щоб бути прийнятним для читання на екрані (оптимально, кегль шрифту не менше 18 пт). Текст з кеглем 18-22 пт дозволяє зробити текст цілком прийнятним для читання, унормувати текстову частину з метою недопущення автоматичного зменшення розміру шрифту.

Важливий момент котрий необхідно пам'ятати: на демонстраційному екрані краще сприймаються шрифти без зарубок (такі як, наприклад, Arial, Tahoma, Verdana). Тому використовувати звичний для рефератів шрифт Times New Roman, а також курсивне написання у презентаціях не рекомендується. Помилкою можна вважати використання WordArt й ефекти тіні. Їх активне застосування негативно позначається на читабельності тексту через нерозбірливість шрифтів, різного роду позначень та написів. Особливо гостро це проглядається при невмілому розташуванні тексту по відношенню до ілюстрації. Бажання виокремити й наголосити на інформації через оригінальний шрифт та колір переростає у кардинально протилежний наслідок – нерозбірливість на незрозумілість.

Типовою помилкою багатьох презентацій є наявність великих текстових фрагментів, які нівелюють всю суть мультимедійного навчання, залучення до якісного процесу застосування мультимедійних технологій. Зазначена помилка свідчить про низький теоретичний рівень знань автора презентації й виражає сподівання не стільки донести свою позицію до слухачів, скільки бажання мати перед собою текстову шпаргалку. Текст мультимедійної презентації не повинен бути конспектом для доповідача!

Підібрати оптимальне колірне рішення справа теж не з легких. Неправильне співвідношення зображення до тла приведе до так званого колірного дискомфорту. Програмне забезпечення MS PowerPoint має в своєму арсеналі величезний спектр барвистих і привабливих шаблонів. Проте, які б яскраві не були кольори та шаблони їх застосування має бути дозованим й узгоджуватися з умовами показу. Зокрема, для добре

затемненого приміщення доцільним є вибір яскравих кольорів, темного фону слайдів і світлого кольору тексту. Проте навряд чи часто ми маємо в своєму розпорядженні подібне приміщення. Відсутність затемнення, головним чином, вимагає від презентації світлого фону слайдів і темного кольору тексту. Грубою помилкою вважається оформлення слайда з фоном і текстом, які мають подібні кольори. Зокрема неприйнятно виглядає білий текст на блакитному фоні, або коричневий текст на жовтому фоні. Не варто забувати, що надмірна барвистість у наукових публікаціях може відволікати від її змістової суті.

Поданий у вигляді мультимедійних презентацій матеріал істотно розширює пізнавальні можливості завдяки використанню динамічних зображень та ефектів анімації. Такий стан дозволяє задіяти більш повноцінно як слухові так і візуальні канали сприйняття, уможливити збільшення не тільки обсягів інформації, що сприймається, а й міцність її засвоєння. Переміщення або різночасна поява фрагментів тексту й графічних об'єктів, інші анімаційні ефекти та ефекти зміни слайдів повинні служити для показу явищ у динаміці. Не варто за допомогою динамічного подання маскувати деякі свої недоліки, адже це тільки погіршить ситуацію. При цьому варто уникати далеких планів і дрібних деталей.

Таким чином, ергономічні критерії є важливою складовою при створенні мультимедійної презентації. В умовах суцільної інформатизації суспільства уміння застосовувати інформаційні технології у власній професійній діяльності є однією з ключових. Оформлення мультимедійної презентації має відбуватися відповідно до дидактичних, емоційних, ергономічних критеріїв і в результаті бути унікальним, гармонійним, відповідати загальному стилю. Від цього залежить переконливість презентації і враження від неї.

Список використаних джерел

1. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології / за ред. О. І. Пушкаря. – К.: Вид. центр «Академія», 2002. – 704 с.
2. Осадчий В.В. Використання мультимедійного проектора та електронної інтерактивної дошки в навчально-виховному процесі ВНЗ:

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

навч.метод. посіб. / В.В. Осадчий, К.П. Осадча, І.М. Сердюк. – Мелітополь: ТОВ «Вид. буд. ММД», 2011. – 132 с.

3. Русіна Н. Г. Сучасні інформаційні технології під час курсового та дипломного проектування / Н. Г. Русіна // Нова педагогічна думка. – 2006. – № 3. – С. 15–17.

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ СОВРЕМЕННОЙ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ

Аннотация: в статье рассмотрены эргономические требования при подготовке мультимедийной презентации.

Ключевые слова: мультимедийная презентация, слайд, шрифт.

ERGONOMIC LANDMARKS OF TODAY'S MULTIMEDIA PRESENTATION

Summary: The article deals with the ergonomic requirements in preparing of multimedia presentation

Keywords: multimedia presentation, slide, type.

ДЛЯ НОТАТОК

