



Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
Механіко-технологічний факультет  
Факультет конструювання та дизайну  
НДІ техніки, енергетики та інформатизації АПК

ННЦ «Інститут аграрної економіки»  
Представництво Польської академії наук в Києві

**ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
I-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ  
"Інженерія систем природокористування"  
(11 листопада 2015 року)  
в рамках роботи XII Міжнародної агропромислової виставки  
«Агрофорум–2015»**



Київ – 2015

**ББК40.7**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

Збірник тез доповідей I-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Інженерія систем природокористування" (11 листопада 2015 року) в рамках роботи XII Міжнародної агропромислової виставки «Агрофорум–2015». – К., 2015. – 131 с.

Збірник тез рекомендовано до друку рішенням науково-технічної ради НДІ техніки, енергетики та інформатизації АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України від 24.11.2015 р., протокол № 8.

**Організаційний комітет:**

*Ібатуллін І. І. – голова, д.с.г.н., проф., академік НААН, НУБіП України.*

*Отченашко В. В. – заступник голови, д.с.г.н., проф., НУБіП України.*

*Войтюк В. Д. – заступник голови, д.т.н., проф., НУБіП України.*

*Броварець О. О. – відповідальний координатор, к.т.н., доц., НУБіП України.*

*Афтанділянц Є. Г. – д.т.н., проф., НУБіП України.*

*Бендера І. М. – д.п.н., проф., ПДАТУ.*

*Березовий М. Г. – к.т.н., доц., НУБіП України.*

*Васильєва Н. К. – д.е.н., проф., ДДАЕУ.*

*Войналович О. В. – к.т.н., доц., НУБіП України.*

*Войтов В. А. – д.т.н., проф., ХНТУСГ ім. Петра Василенка.*

*Глазунова О. Г. – д.п.н., доц., НУБіП України.*

*Голуб Г. А. – д.т.н., проф., НУБіП України.*

*Гринько П. В. – Міністерство аграрної політики та продовольства України.*

*Гудзь О. Є. – д.е.н., проф., Державний університет телекомунікацій.*

*Давиденко О. І. – д.т.н., проф., НУБіП України.*

*Іщенко Т. Д. – к.п.н., проф., ДУ «НМЦ «Агроосвіта».*

*Козирський В. В. – д.т.н., проф., НУБіП України.*

*Кравчук В. І. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Леоніда Погорілого».*

*Красовські Євгеніуш – д.т.н., проф., відділення в Любліні Польської академії наук.*

*Ловейкін В. С. – д.т.н., проф., НУБіП України.*

*Михайлович Я. М. – к.т.н., проф., НУБіП України.*

*Стецюк П. А. – д.е.н., проф., ННЦ «ІАЕ».*

*Пилипака С. Ф. – д.т.н., проф., НУБіП України.*

*Роговський І. Л. – секретар, к.т.н., с.н.с., НУБіП України.*

*Ромасевич Ю. О. – д.т.н., НУБіП України.*

*Ружило З. В. – к.т.н., доц., НУБіП України.*

*Сидорчук О. В. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, ННЦ «ІМЕСГ».*

*Теслюк В. В. – д.с.г.н., проф., НУБіП України.*

**ББК40.7**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

**© НУБіП України, 2015.**

УДК 631.173

## **НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

*В. Д. Войтюк*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Диспаритет цін, тривала фінансова неспроможність сільськогосподарських товаровиробників систематично і в необхідній кількості поновлювати машинно-тракторний парк, невирішеність цілої низки питань розвитку сільськогосподарського виробництва в ринкових умовах вимагають наукового підходу до формування сучасного ринку засобів виробництва та послуг товаровиробникам у системі технічного сервісу для агропромислового комплексу.

Є нагальна необхідність у реалізації комплексу організаційно-економічних технологічних, правових і соціальних заходів, відповідних механізмів їх реалізації щодо покращення і розвитку галузі інженерно-технічного забезпечення сільськогосподарських товаровиробників.

Систему забезпечення сільського господарства машинами і обладнанням, запасними частинами та іншими матеріально-технічними ресурсами, технічного обслуговування і ремонту машин і обладнання в гарантійний і післягарантійний періоди експлуатації слід реформувати і вдосконалити на основі діючих у всьому світі законодавчих положень і принципів. Основний принцип - виготовлювачі машин відповідають за їх якість, експлуатацію, підтримання в працездатному стані аж до описання. Підприємства-виготовлювачі техніки, фірми повинні нести перед споживачами повну відповідальність за комплектність і якість, яка реалізується, передпродажне, гарантійне і післягарантійне технічне обслуговування, ремонт, забезпечення запасними частинами і матеріалами на весь термін її служби.

Зарубіжний досвід організації технічного сервісу свідчить про те, що на підприємства-виготовлювачі машин - фірми покладені основні функції всього циклу техсервісного забезпечення і не на примусовій основі, а на взаємовигідних відносинах сільськогосподарських товаровиробників і машинобудівників. Перші своєчасно отримують високоякісну техніку, її ефективне обслуговування і ремонт у межах економічно доцільних затрат, а другі - гарантійне замовлення на постачання машин, їх обслуговування та ремонт, комплексні пропозиції щодо доопрацювання конструкцій і параметрів технологічності машин. При цьому технічний сервіс є вагомим джерелом прибутку обслуговуючих формувань.

Вітчизняним машинобудівникам слід максимально використати все прогресивне із зарубіжного досвіду техсервісного забезпечення. Позитивний досвід в агропромисловому виробництві України частково реалізований на прикладі технічних центрів, але він не знайшов широкого впровадження через недосконалість економічних чинників і фінансову неспроможність

товаровиробників, а підприємства-виготовлювачі машин виступали не безпосередньо організаторами техсервісу, а в ролі партнерів. Ефективність робіт з техсервісного забезпечення значно підвищується при залученні підприємств-виготовлювачів машин до безпосереднього виконання техсервісних послуг на принципах фірмового обслуговування.

Фірмова форма – одна з прогресивних форм техсервісного забезпечення сільськогосподарського виробництва, в основу якого покладено принципи відповідальності і зацікавленості виробників техніки за її якість і конкурентноздатність. Основним виробничим підрозділом фірмового обслуговування є регіональний фірмовий технічний центр.

Мережу фірмових технічних центрів доцільно створювати на базі ремонтно-транспортних підприємств, використовуючи їх виробничі потужності та кваліфіковані кадри ремонтників.

Фірмові технічні центри повинні виконувати широкий спектр техсервісних послуг, що включає: маркетинг, торгівлю малинами, запасними частинами, передпродажний сервіс, технічне обслуговування і ремонт у гарантійний та післягарантійний періоди; лізинг техніки і обладнання, підготовку та перепідготовку кадрів з експлуатації, обслуговування та ремонту техніки; виконання робіт щодо монтажу та налагодження обладнання у товаровиробників.

Внутрішньовиробничі відносини між заводами-виготовлювачами техніки, ремонтно-обслуговуючими підприємствами формуються на орендних засадах.

Розмір орендної плати встановлюється договором оренди між орендодавцем і орендарем. На перший місяць оренди орендна плата розраховується в залежності від експертної оцінки вартості майна та орендної ставки за виразом:

$$O_{пл} = \frac{P_v \cdot O_{ст}}{12},$$

де:  $O_{пл}$  – орендна плата за перший місяць оренди, грн;  $P_v$  – початкова вартість орендованого майна, визначена експертним шляхом, грн;  $O_{ст}$  – орендна ставка вартості орендованого майна.

За кожний наступний місяць розмір орендної плати визначається з врахуванням індексу за поточний місяць (інфляції) через залежність:

$$O_{пл.міс.} = \frac{(P_v \cdot I_{пр} \cdot I_{цм}) \cdot O_{ст}}{12},$$

де:  $I_{пр}$  – індекс інфляції за період з початку поточного року до моменту укладення договору;  $I_{цм}$  – індекс інфляції за поточний місяць.

Орендоване майно, в більшості випадків, є частиною будівлі орендодавця. Тоді його вартість визначається за залежністю

$$P_{вч} = \frac{P_v}{S_{бз}} \cdot S_{бч},$$

де:  $P_{вч}$  – початкова вартість частини будівлі, яка передається в оренду, грн;  $Z_{бз}$  – загальна площа (об'єм) будівлі (споруди), частина якої передається в оренду,  $m^2$  ( $m^3$ );  $Z_{бч}$  – площа (об'єм) частини будівлі (споруди), яка передається в оренду,  $m^2$ , ( $m^3$ ).

Виробничу площу технічного центру визначають у залежності від програми підприємства в період його найбільшого завантаження. Площі розраховуються за двома методами: за кількістю виробничого персоналу і за кількістю необхідного обладнання і машин, що знаходитимуться на дільниці.

Розрахунок необхідної площі ( $S_p$ ) за кількістю робітників, які зайняті на виробництві, проводиться за виразом:

$$S_p = m_p \cdot f_p,$$

де:  $m_p$  – число робітників на дільниці, чол.;  $f_p$  – площа, що виділяється на одного робітника дільниці,  $m^2$ , ( $f_p=15-25 m^2$ ).

Число робітників, які зайняті на виробництві, визначається, виходячи із річних обсягів послуг технічного центру, тобто:

$$m_p = \frac{T_p}{\Phi_e},$$

де:  $T_p$  – річний обсяг послуг технічного центру, люд.-год.;  $\Phi_e$  – річний ефективний фонд робочого часу робітника, год.

Розрахунок необхідної площі за кількістю обладнання, машин і агрегатів ( $S_o$ ), що знаходиться на дільниці, ведеться за виразом:

$$S_o = S_{ом} \cdot K_{кз},$$

де:  $S_{ом}$  – сумарна площа, яку займає основне обладнання, машини і агрегати,  $m^2$ ;  $K_{кз}$  – коефіцієнт робочої зони ( $K_{кз} = 3,5-4,5$ ).

Необхідну кількість машиномісць технічного центру ( $N_m$ ) визначають за формулою:

$$N = 0,6 \cdot \frac{n \cdot t}{\Phi_m},$$

де  $n$  – кількість машин, що обслуговуються, ремонтуються, од.;  $t$  – тривалість ремонту (обслуговування) однієї машини, год.;  $\Phi_m$  – фонд робочого часу одного машино-місця, год.; 0,6 – коефіцієнт використання машино-місця.

Необхідне обладнання вибирається у відповідності з технологіями технічного обслуговування та ремонту конкретної техніки.

Крім стаціонарних постів фірмові технічні центри слід укомплектувати пересувними засобами для проведення технічних обслуговувань, усунення несправностей та діагностування техніки.

Важливим напрямом реформування ремонтно-обслуговуючої бази в агропромисловому комплексі є відродження діяльності районної ланки технічного сервісу на нових організаційно-економічних засадах. В районному техсервісному комплексі, (акціонерному об'єднанні, корпорації) повинні бути

сконцентровані всі виробництва для надання послуг сільськогосподарським товаровиробникам: ремонтно-обслуговуючі підрозділи, база матеріально-технічного забезпечення, механізований автотранспортний підрозділ, машинно-технологічна станція, нафтобаза, торговий дім, учбово-курсовий комбінат.

Створення в державі безмонопольної мережі техсервісних підприємств включав організацію обслуговуючих кооперативів, як акціонерних товариств. Їх доцільно створювати на міжгосподарських засадах і функціонувати вони повинні як неприбуткові організації.

Техсервісні формування, передбачені основними напрямками їх реформування і розвитку, можуть успішно функціонувати при відповідному науковому супроводженні, що включає розробку нормативної, організаційно-економічної, технологічної документації, створення ремонтно-технологічного обладнання, пристроїв, діагностичних приладів та технічного переоснащення підприємств.

УДК 631.1

## ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ШАСІ ТРАКТОРІВ

*З. В. Ружило*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Ефективне використання тракторів можливе за умови науково обґрунтованого керування процесом зміни технічного стану їх елементів. Вказаний процес здійснюється на основі технічних вимог на ремонт, де приводяться початкові і допустимі значення параметрів, які обумовлюють нормальну роботу елементів від їх початкового до граничного стану. В процесі заміни параметрів змінюються показники надійності відремонтованих об'єктів, збільшуються витрати запасних частин, підвищуються експлуатаційні витрати.

Враховуючи, що на реальний процес зміни параметрів впливають як конструктивні, так і експлуатаційні чинники нами проведені дослідження щодо характеру і величини спрацювання деталей у спряженнях. Дослідження проводились як в лабораторних умовах, так і в процесі рядової експлуатації тракторів. За результатами обробки даних досліджень методами математичної статистики визначена функція, яка апроксимує зміни спрацювання в залежності від наробітку трактора, яка описується степеневою функцією виду:

$$U(t) = m_v \cdot t^\alpha, \quad (1)$$

де:  $m_v$  – середня величина показника швидкості зміни спрацювання;  $t$  – наробіток трактора;  $\alpha$  – показник степеня, що характеризує інтенсивність спрацювання спряжень деталей.

Показником, що регламентує необхідність відновлення (заміни) деталі в процесі ремонту є оптимальне допустиме відхилення параметра стану елемента (допустиме спрацювання). Визначення (прогнозування) допустимого відхилення параметра елемента можливе двома методами: за середньою статистичною зміною параметра і за реалізацією зміни параметра. Оскільки застосування останнього методу (за реалізацією зміни параметра) пов'язане з рядом труднощів, в першу чергу необхідністю забезпечення більшого обсягу інформації щодо наробітку кожного конкретного елемента в минулому, більш широкого застосування набув метод прогнозування за середньою статистичною зміною параметра. Основними критеріями при визначенні оптимальних допустимих відхилень параметрів (допустимих спрацювань) можуть бути: мінімум питомих витрат на одиницю наробітку машини, мінімальна ймовірність відмови (максимальна безвідмовність), максимальний строк служби елемента та інші.

В процесі ремонту машини на основі вищезазначених критеріїв приймається рішення щодо можливості подальшого використання деталі без її відновлення (заміни) за умови забезпечення надійної роботи відремонтованого об'єкта в наступний міжремонтний період. Враховуючи це, оптимальні допустимі при ремонті параметри технічного стану (допустимі спрацювання) можуть бути встановлені за критерієм мінімальної ймовірності відмови.

При степеневій функції зміни параметра "ймовірність відмови" визначається за залежністю:

$$Q(D_o) = \sum_{i=1}^n \left[ \Phi\left(\frac{i - T_o}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{D_o^{\frac{i-1}{\alpha}} - T_o}{\sigma}\right) \right], \quad (2)$$

де  $D_o = \frac{U_{доп}}{U_{ГР}}$ ;  $T_o = \frac{T_{ср}}{t_M}$ ;  $U_{доп}$  – допустиме відхилення параметра (допустиме спрацювання);  $U_{ГР}$  – граничне відхилення параметра;  $T_{ср}$  – середній ресурс елемента;  $T_M$  – міжремонтний наробіток;  $\Phi$  – функція нормального розподілу ресурсу;  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення ресурсу;  $i$  – порядковий номер міжконтрольного періоду.

Мінімальне значення ймовірності відмови за строк служби елемента буде у тому випадку, коли після першого ремонту в другому міжремонтному періоді ( $i=2$ ) не буде зафіксовано відмови відремонтованого елемента, тобто  $Q_2(D_o)=0$ . В цьому випадку значення залежностей, що приведені в круглих дужках залежності (2) будуть рівні між собою і після відповідних розрахунків допустиме спрацювання буде виражено:

$$U_D = 0,5^{\alpha} \cdot U_{ГР}. \quad (3)$$

В процесі надходження в ремонт тракторів, вузлів і агрегатів та дефектування важливо встановити залишкові ресурси їх складових частин, оскільки передчасний ремонт з повним розбиранням машини на елементи

незалежно від їх технічного стану має ряд суттєвих недоліків. До них віднесено: недовикористання ресурсів деталей вузлів і агрегатів; підвищення витрат на ремонт; пошкодження деталей в процесі виконання недоцільних демонтажно-монтажних робіт; суттєве зменшення значення ресурсу деталей від повторного припрацювання. Разове розукомплектування припрацьованих деталей, як показали результати досліджень обумовлює зменшення ресурсу на 10-30 %. Виходячи з цього, в процесі досліджень визначалися середні та граничні значення залишкових ресурсів деталей на основі встановлених значень величин граничних та поточних (вимірних) спрацювань деталей залежно від наробітку з використанням діючих методичних положень. Згідно з методичними вказівками встановлювалися наступні вихідні значення:  $t$  – наробіток трактора, мотогод;  $P_H$ ,  $P_{GP}$  – номінальне і граничне значення параметра;  $T_D$  ( $T_d$ ) – поле допуску поверхонь отвору (вала);  $T_{sk}$  – допуск посадки;  $U_{GP}$  – граничне спрацювання спряження деталей;  $U_{DGP}$  ( $U_{dgp}$ ) – граничне спрацювання поверхонь отвору (вала);  $U_{доп}$  – допустиме спрацювання спряження деталей;  $U_{Dдоп}$  ( $U_{dдоп}$ ) – допустиме спрацювання поверхонь отвору (вала). За результатами досліджень спрацювання деталей згідно з показниками надійності визначались по кожному з параметрів за відношенням:

$$\frac{U_t}{U_{GP}} = \frac{(P_{GP} - P_t) - \Delta P}{(P_{GP} - P_H) - \Delta P},$$

де:  $U_t/U_{GP}$  – зміна параметра стану в долях від граничного;  $P_t$  – поточне (вимірне) значення параметра при наробітку;  $\Delta P$  – показник припрацювання елемента деталі.

Показник припрацювання елемента  $\Delta P$  в практичних розрахунках брали в межах:

$$\Delta P = 0,1 \cdot (P_{GP} - P_H).$$

Застосовуючи значення за показниками  $\alpha$ ,  $A_o$ ,  $\sigma$  визначались значення і границі інтервалів залишкового ресурсу деталей (в долях наробітку  $t$  з моменту експлуатації або ремонту трактора, вузла, агрегату):

$$A_o = \frac{A}{c},$$

де:  $A_o$  – нормовані витрати;  $A$  – витрати, пов'язані з ремонтом агрегату після його відмови за параметром;  $c$  – витрати на попереджувальний ремонт агрегату.

Абсолютне значення і границі інтервалів оптимального за мінімум питомих витрат залишкового ресурсу ( $t_{3л}$ ) деталей розраховувались за залежністю:  $t_{3л} = t_{3л}^o \cdot t$ , де  $t_{3л}^o$  – значення залишкового ресурсу деталі за параметром (в долях наробітку  $t$ ).

Для прикладу приводиться послідовність визначення граничних і допустимих спрацювань деталей та їх залишкових ресурсів для типового спряження шасі трактора ХТЗ (спряження вала вторинного 150.37.125-2 коробки передач трактора ХТЗ з барабаном фрикціону 150.37.140-2). Товщина шліців  $d = 18_{-0,105}^{-0,045}$ , ширина шліцевих пазів  $D = 18_{+0,009}^{+0,009}$ . Спряження належить до



типу нерухомих шліцевих спряжень,  $\alpha=1,0$ . Наробіток трактора після ремонту становить 3200 мотогод, вимірюванням встановлено, що товщина шліців вала вторинного  $d_b=17,540$  мм, а ширина шліцевих пазів барабана фрикціону  $D_b=18,625$  мм. Необхідно визначити граничні і допустимі спрацювання деталей спряження, залишкові ресурси та границі їх інтервалів. Для порівняльної оцінки різних методів ремонту визначені технологічно необхідні величини трудомісткості та тривалості ремонту шасі тракторів ХТЗ.

Інформація про наробіток тракторів збиралась на основі паспортних і бухгалтерських даних щодо використання їх у виробничих умовах. Обробка даних досліджень здійснювалась з використанням методів математичної статистики. Результати розрахунків основних статистичних показників наведені в табл. 1.

*1. Основні статистичні показники величин наробітку тривалості та трудомісткості ремонту тракторів типу ХТЗ – 17021.*

| Показники                          | Середнє значення, М | Середнє квадратичне відхилення, $\sigma$ | Коефіцієнт варіації, $v$ | Похибка середнього, $m$ | Відносна точність дослід, Р, % |
|------------------------------------|---------------------|------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Наробіток тракторів, мото - год.   | 6735                | 635                                      | 0,09                     | 47                      | 0,7                            |
| Тривалість ремонту, год.           | 73                  | 11                                       | 0,15                     | 0,8                     | 1,1                            |
| Трудомісткість ремонту, люд.- год. | 341                 | 11,5                                     | 0,03                     | 0,85                    | 0,25                           |

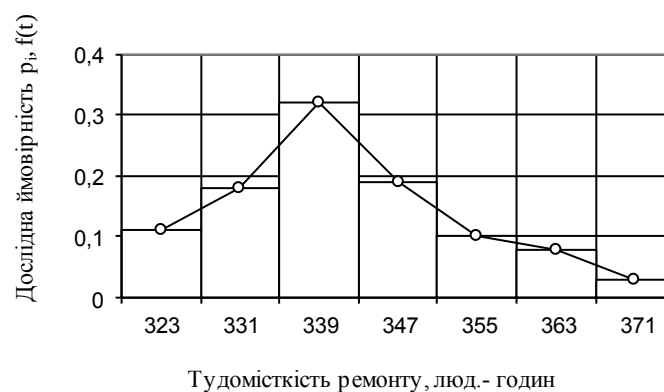


Рис. 1: 1 – гістограма розподілу; 2 – полігон розподілу.

Аналіз даних табл. 1 засвідчує, що середні значення наробітку тракторів, тривалості та трудомісткості ремонту становлять відповідно 6735 мото – год., 73 год., 341 люд. – год., коефіцієнт варіації вищевказаних показників, відповідно становлять 0,09; 0,15 і 0,03 при відносній точності досліджень – 0,7;

1,1; 0,25 %. Для наочного зображення мінливості зазначених вище показників, що характеризують процес ремонту шасі тракторів, будували гістограми та полігони розподілу цих показників. На рис. 1 наведені гістограма та полігон розподілу трудомісткості ремонту тракторів.

Аналіз полігону розподілу досліджуваного показника вказує на нерівномірність трудових затрат в ремонті тракторів. Середнє значення трудомісткості ремонту тракторів знаходиться в інтервалі 335 – 343 люд. – годин (рис. 1), середнє квадратичне відхилення  $\sigma = 11,5$  годин (табл. 1).

В результаті досліджень встановлено, що трудомісткість не знеособленого ремонту шасі згаданого трактора складає 195 люд. – годин проти 235 люд.-годин при знеособленому, тобто 1,2 рази менше. При цьому трудомісткість розбирально-складальних робіт становив, відповідно, 132 та 153 люд.-годин.

Для порівняльної оцінки різних методів ремонту визначені технологічно необхідні величини трудомісткості ремонту шасі трактора Т-150К. Встановлено, що трудомісткість незнеособленого ремонту шасі згаданого трактора складає 195 люд.-год. проти 235 люд.-год. при знеособленому, тобто в 1,2 рази менше. При цьому трудомісткість розбирально-складальних робіт становить, відповідно, 132 та 153 люд.-год.

Головною умовою в процесі застосування незнеособленого методу ремонту є збереження належності складових частин до певної машини чи агрегату, а обсяги робіт при цьому визначаються за результатами приремонтного діагностування і прогнозування їх залишкових ресурсів.

Застосування незнеособленого методу ремонту дозволяє диференціювати ступінь оптимальних обсягів робіт з розбирання складових частин тракторів, встановлювати необхідність ремонту того чи іншого агрегату в залежності від їх технічного стану.

Таким чином, значного зменшення витрат та підвищення якості ремонту можливо досягнути при комплексному вирішенні проблеми шляхом обґрунтування допустимих і граничних параметрів технічного стану та залишкового ресурсу елементів і розробки на цій основі прогресивних форм організації ремонту тракторів, їх вузлів і агрегатів.

УДК 631.1

## **КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

*В. В. Іщенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Висока надійність і пропускна здатність комбайнів нероз'ємно пов'язана з потужністю двигуна. В процесі роботи комбайн витрачає енергію на

переміщення і технологічний процес (скошування, обмолот, сепарацію, транспортування хлібної маси і продуктів обмолоту).

Витрата енергії залежить від стану хлібної маси, рельєфу поля, стану ґрунту, основних параметрів машини і режиму роботи. Баланс потужності комбайна можливо представити так:

$$N_e = N_{\text{пер}} + N_{\text{хх}} + N_{\text{техн}} + N_{\text{ізм}} + N_T, \text{ кВт} \quad (1)$$

де:  $N_e$  – ефективна потужність двигуна комбайна, кВт;  $N_{\text{пер}}$  – потужність на переміщення комбайна, кВт;  $N_{\text{хх}}$  – потужність на холостий хід його робочих органів, кВт;  $N_{\text{техн}}$  – потужність на виконання технологічного процесу, кВт;  $N_{\text{ізм}}$  – потужність, яка витрачається на роботу подрібнювача, кВт;  $N_T$  – потужність, яка витрачається на транспортування причепного візка, кВт.

Потужність на переміщення комбайну:

$$N_{\text{пер}} = \frac{P_d \cdot g \cdot f_0 \cdot V}{1020 \cdot \eta \cdot (1 - \delta)}, \quad (2)$$

де:  $P_d$  – експлуатаційна маса комбайна;  $f_0 = f + \sin \alpha$  – узагальнений коефіцієнт перекошування комбайна ( $f$  – потужність на переміщення, яке залежить від твердості ґрунту, характеру шляху, маси комбайна, конструктивних особливостей і параметрів рушія);  $V$  – швидкість комбайна при русі по полю;  $\eta$  – ККД трансмісії ходової частини комбайна;  $\delta$  – коефіцієнт буксування.

В експлуатаційну масу комбайну ( $P_d$ ) входять маса  $P$  машини (конструктивна) в робочій комплектації,  $P_z$  – зерна в бункері,  $P_c$  – соломи в копнувачі,  $P_{\text{тсв}}$  – паливомастільних матеріалів і води в системі охолодження і маса  $P_k$  комбайнера. При розрахунку враховують масу, яка відповідає повному заповненню бункера, копнувача і заправочних ємностей:

$$P_d = P + P_z + P_c + P_{\text{тсв}} + P_k.$$

Коефіцієнт  $f$  для комбайнів складає в середньому 0,11, для зволожених зон – 0,13. З врахуванням нахилу поля (при підйомі 6 %) коефіцієнт  $f_0$  для основних зернопосівних районів дорівнює 0,17, для районів з підвищеною вологістю – 0,19. ККД трансмісії ходової частини (механічна трансмісія з варіатором):

$$\eta_m = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4,$$

де:  $\eta_1$  – ККД варіатора ходової частини (0,87);  $\eta_2$  – ККД коробки діапазонів швидкостей (0,987);  $\eta_3$  – ККД головної передачі і диференціала (0,97);  $\eta_4$  – ККД бортових передач (0,975).

Втрати потужності в механічній трансмісії в середньому складають 20 %, що дозволяє при визначенні потужності двигуна приймати  $\eta_m = 0,8$ . ККД об'ємної гідропередачі на 10...20 % нижче, чим механічної, тому в розрахунках його приймають рівним 0,65.

Коефіцієнт  $\delta$  для різних зон країни не перевищує 3 %. За даними випробувань, витрата енергії на привід робочих органів комбайнів з копнувачем вхолосту в середньому складає для СК-5 "Нива" 13,7 кВт, СКД-5, СКД-5Р – 14,4 кВт, СК-6 "Колос" (однобарабаний) – 16,1 кВт, СК-6-II "Колос" – 19,3 кВт. Потужність холостого ходу:

$$N_{\text{хх}} = 2,75 \cdot q,$$

де:  $q$  – пропускна здатність комбайна.

Потужність на виконання технологічного процесу:

$$N_{\text{техн}} = N_{\text{уд}} \cdot q,$$

де:  $N_{\text{уд}}$  – питома потужність, яка дорівнює для однобарабаних комбайнів з барабаном діаметром до 610 мм 5,5 кВт/(кг/с) в основних зернопосівних районах країни і 6,6 – в зволожених районах; відповідно для діаметра барабана вище 610 мм – 5,8 і 6,9 кВт/(кг/с), для роторних комбайнів – 6,6 і 7,9.

При збиранні зернових культур за технологією зі збиранням і подрібненням незернової частини на комбайни навішуються подрібнювачі або універсальні пристрої ПУН-5. Потужність, яка витрачається на роботу подрібнювача соломи, складається із потужності  $N_{1\text{и}}$  його холостого ходу і потужності  $N_{2\text{и}}$ , яка витрачається на подрібнення і транспортування соломи в кузов причепного візка. Випробуваннями встановлено, а розрахунками підтверджено, що  $N_{1\text{и}}=1,6$  кВт/(кг/с),  $N_{2\text{и}}=3,7$  кВт/(кг/с); тут питома потужність відноситься до секундної подачі соломи і м'якині в подрібнювач.

Таким чином, потужність на привід робочих органів подрібнювача соломи:

$$N_{\text{из}} = 1,6 \cdot Q_c + 3,7 \cdot q_c,$$

де:  $Q_c$  – подача соломи в подрібнювач, кг/с, яка відповідає пропускній здатності комбайна при відношенні зерна до соломи 1:1,5;  $q_c$  – фактична подача соломи в подрібнювач, кг/с.

Потужність, яка витрачається на переміщення причепного візка:

$$N_T = \frac{P_T \cdot g \cdot f_0 \cdot V}{1020},$$

де:  $P_T$  – маса візка, який заповнений соломкою.

Дані розрахунку потужності двигуна комбайнів СК-5А “Нива”, СКД-6, СК-6-П “Колос”, модернізованих варіантів цих комбайнів і внонь створених машин приведені в табл. 1.

1. Потужність, кВт, двигуна комбайна, який обладнаний механічною трансмісією (об'ємною гідропередачею).

| Комбайн           | Основні зернопосівні райони |                             | Зволожені райони            |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                   | з копнувачем                | з подрібнювачем і візком    |                             |
| СК-5А<br>“Нива”   | 74,5                        | 96,7                        | 83,8                        |
|                   | 87,5 (модерніз)             | 112,9 (модерніз)            | 98,6 (модерніз)             |
| СК-6              | 97,0                        | -                           | 109,8                       |
|                   | 108,2 (модерніз)            | -                           | 121,9 (модерніз)            |
| СК-6-П<br>“Колос” | 101,3                       | 129,8                       | 114,2                       |
|                   | 125,6 (136)<br>(модерніз)   | 160,5 (170,9)<br>(модерніз) | 141,7 (153,3)<br>(модерніз) |
| СК-8              | 121,3 (133,6)               | 153,1 (165,4)               | 136,6 (150,3)               |
| СК-10             | (164,4)                     | (202,5)                     | (185,7)                     |

УДК 368.5:361.1:368.04

## **РОЗВИТОК СТРАХОВОГО ЗАХИСТУ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

*С. А. Навроцький*

*Національний науковий центр „Інститут аграрної економіки”*

Віддаючи належне доробку учених у цій сфері, слід зауважити, що подальшого поглиблення потребує погляд на страховий захист у сільському господарстві як на фінансово-економічну категорію зі специфічним суспільним призначенням, особливими функціями та роллю, котрі визначають й обумовлюють характер глибинних внутрішніх процесів розвитку сільськогосподарського сегменту страхового ринку.

„Страховий захист у сільському господарстві” ототожнюється із страховим продуктом (товаром, послугою), страховим відшкодуванням, потребою в створенні резервних фондів, резервними фондами держави (матеріальними і грошовими) тощо.

Аналіз застосування поняття „страховий захист у сільському господарстві” дозволив зробити висновок, що дефініція „страховий захист у сільському господарстві” використовується:

- як синонім сільськогосподарського страхування – система економічних відносин, що має на меті утворення за рахунок внесків підприємств, організацій і громадян страхового фонду і його використання для відшкодування збитків, що спричиняють внаслідок настання страхових ризиків;

- як синонім послуги з надання прямого страхування і перестрахування – трансфер ризику (можливого збитку) від однієї сторони (страхувальника) іншій стороні (страховикові), при якому страховик зобов'язується виплатити страхувальникові (чи іншим особам, призначеним страхувальником, або іншим особам від імені страхувальника) певну суму грошей (чи покрити якісь витрати, або і те, і інше) при виникненні збитку від непередбачуваної (випадкової) події впродовж періоду, за який страхувальник сплачує страховий внесок страховикові.

Чітка позиція по відношенню до загальної (теоретичної) категорії страхування дозволяє перейти до визначення її прикладної складової – страхового захисту сільськогосподарського підприємства. Саме це поняття є термінологічною основою для подальшого дослідження механізму формування страхового захисту майнових ризиків сільськогосподарських підприємств.

Дослідження сільськогосподарського ризику через застосування теорії динамічного хаосу дозволило більш об'єктивно розкрити його характеристики і здійснити їх класифікацію для практичного застосування з різними складовими сільськогосподарського підприємства та аспектами побудови страхового захисту.

Розкриття суспільного призначення страхового захисту у сільському господарстві, його внутрішніх якостей та рис, функцій та ролі дало змогу

сформулювати таке визначення цієї специфічної фінансово-економічної категорії: „Страховий захист у сільському господарстві є специфічною інституцією, котра стабілізує відносини між суб'єктами, що породжуються двома групами законів: законами природи і законами розвитку суспільства, чим убезпечує життя людей та підприємства від катаклізмів забезпечуючи безперервний процес відтворення у сільському господарстві, шляхом утворення страхових та резервних фондів котрі матеріалізуються у товарній формі при покритті шкоди або збитків”.

Встановлено, що сільському господарству щорічно в наслідок настання несприятливих природно-кліматичних умов наносяться збитки на суму 850-1500 млн. грн., що складає 0,06-0,11% від ВВП. Проте сільськогосподарські підприємства не охоче використовують страховий захист. Про що свідчить питома вага страхових премій і страхового відшкодування у ВВП, яка відповідно складає 0,006% і 0,005%. Тоді як цей показник у розвинених країнах сягає 6-7%. Сільське господарство передає лише біля 3% ризиків, а у країнах з розвинутою ринковою економікою професійні страховики приймають на відповідальність до 95% сільськогосподарських ризиків. Із 444 страхових компаній на сільськогосподарському сегменті страхового ринку працює 15-17, а стабільно страхує урожай біля 10 компаній. Рівень збитковості по сільськогосподарському страхуванню у 2015 не перевищуватиме 40%, проти нормативного показника 60-70%.

Сільськогосподарське страхування і, зокрема, його найважливіша підгалузь – страхування урожаю, має бути направлено лише на компенсацію збитку самого селянина. Страхове відшкодування, яке він може одержати в неврожайний рік, надасть йому можливість вирішити, принаймні, два завдання. По-перше, виконати свої фінансові зобов'язання перед своїми партнерами в тій мірі, в якій ставилося первинне завдання зробити це за рахунок продажу виробленої продукції. По-друге, сільський товаровиробник буде в змозі придбати насінний фонд і необхідні матеріально-технічні засоби для наступного року і таким чином відтворювальний цикл рослинництва не перериватиметься.

Проведене дослідження теоретичного обґрунтування сільськогосподарського страхування дало можливість сформулювати визначення: „Сільськогосподарське страхування – це комплексний вид майнового страхування. Його підгалузями є страхування урожаю сільськогосподарських культур, багаторічних насаджень, страхування тварин та земель сільськогосподарського призначення, ці об'єкти опосередковано охоплюють страхування доходу сільськогосподарських товаровиробників”. Основними ознаками, які дозволяють включити окремі підгалузі в клас сільськогосподарського страхування, є властиві їм специфічні страхові ризикові обставини і зв'язок переважаючої частини сільськогосподарських об'єктів з живою природою, а земля є і засобом і предметом виробництва.

Здійснений аналіз дав можливість виділити чотири функції сільськогосподарського страхування: функцію страхового захисту; попереджувальну функцію; акумуляційну функцію; забезпечення продовольчої

безпеки. Функція забезпечення продовольчої безпеки, яка реалізується через страховий захист у сільському господарстві, забезпечує підтримку сільського господарства, дозволяє уникнути його ізоляції на рівні самодостатнього виробництва, та інтегровано влитися в світову торговельну систему, збільшивши потоки продовольства з регіонів надлишків до регіонів нестач, гарантуючи наявність та доступність продовольства.

Реалізація цієї функції на державному рівні визначає захищеність вітчизняного сільськогосподарського товаровиробника від реалізації цілої низки страхових ризиків гарантуючи їм рентабельність виробництва стратегічної сільськогосподарської продукції, населенню країни – достатнє харчування, а в екстремальних умовах уникнення голоду.

На основі критичного осмислення теоретико-методологічних та методичних аспектів сучасної парадигми страхового захисту у сільському господарстві розроблено, із врахуванням ефективності, корисності та страхових можливостей галузі, моделі її захисту на рівні сільськогосподарських підприємств.

З'ясовано, що страхування земель – специфічна сфера страхування, де поки немає розробленого для практичного застосування механізму реалізації страхових відносин. Ґрунтуючись на дослідженні можливості компенсації збитків і фінансування іригаційних робіт шляхом організації страхування земель сільськогосподарського призначення, розроблено методологічні основи страхування сільськогосподарських угідь.

Ефективне функціонування і розвиток страхового захисту у сільському господарстві зумовлюється його цілісністю, наявністю взаємного і комерційного страхування. Будучи альтернативою комерційного сільськогосподарського страхування, та імпульсом його розвитку. Взаємне страхування створить умови гармонізованої самоорганізації сільськогосподарського сегменту страхового ринку, забезпечить реальний страховий захист і застосування еластичних страхових продуктів, сприятиме збільшенню ємкості страхового ринку та реалізації стратегічного значення страхування в розвитку страхового захисту сільськогосподарських підприємств.

УДК 331.2.4

## **РИНОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ**

*О. В. Захарчук*

*Національного наукового центру „Інститут аграрної економіки”*

У формуванні машинно-тракторного парку в Україні мають місце негативні процеси. Через фізичне зношення і технічні несправності щорічно не використовується майже третина наявної техніки. До визначеної технологічної потреби не вистачає до 50% у залежності від видів технічних засобів.

Вітчизняні енергетичні засоби та сільськогосподарські машини за своїми характеристиками відстають від світових на 2-3 покоління, їх продуктивність нижча в середньому на 30-60%, при більших затратах праці на обслуговування й експлуатацію та вищій матеріаломісткості. За екологічними вимогами (забруднення атмосфери, деструктуризація ґрунту) більша частина вітчизняної техніки не відповідає параметрам системи Євро-2, а також Євро-3 та Євро-4.

В сільськогосподарському виробництві відсутність технологічно необхідної кількості техніки призводить до збільшення навантаження на неї. Так, якщо в Україні припадає на один трактор 125 га ріллі, то в Німеччині лише 6 га, у Польщі 9,4 га, Франції 13 га, США 29 га. Причому протягом останніх 20 років навантаження на одну машину у цих країнах майже не змінювалося. Це можна пояснити налагодженим процесом відтворення техніки. В Україні за цей період навантаження на техніку збільшилось вдвічі. Аналогічна ситуація спостерігається і по інших технічних засобах.

Технологічна потреба сільськогосподарських підприємств в тракторах складає 280,0 тис. шт., в наявності є 146,0 тис. шт., а вироблено було у 2013 р. лише 4,3 тис. шт., що складає 15,4% від щорічної потреби. Такий же стан маємо і по інших видах техніки.

Виробники сільськогосподарської продукції, на жаль, віддають перевагу техніці іноземного виробництва. Сьогодні на ринку сільськогосподарської техніки частка машин вітчизняного виробництва складає близько 17%. Так, у 2013 р. було придбано сільськогосподарської техніки на 6,8 млрд грн із них 5,7 млрд грн – іноземної техніки.

Висока значимість технічного оснащення сільського господарства на рівні технологічної потреби не підкріплюється реальними кроками. Процес відтворення техніки має суттєві проблеми. У 2013 р. в сільськогосподарські підприємства надійшло 9,0 тис. тракторів, а вибуло 10,3 тис., зернозбиральних комбайнів – відповідно 1,9 тис. і 2,5 тис., доїльних установок та апаратів – 1,0 і 0,8 тис. шт., роздавачів кормів для великої рогатої худоби – 0,2 і 0,3 тис. шт. Протягом року до сільськогосподарських підприємств надійшло 4,7 тис. сівалок усіх видів, а вибуло 4,5 тис. шт.

Оновлення технічних засобів здійснюється досить повільно. Лише у 2011 р. господарства стали більше купувати і менше списувати техніки, однак економічно необхідного співвідношення ще не досягнуто. Для нормального відтворення машинно-тракторного парку потрібно щорічно закуповувати 8-12% від наявної техніки, а з урахуванням впровадження інноваційно-інвестиційних моделей розвитку аграрної галузі 18-20%. Стан машинно-тракторних парків вітчизняних аграрних підприємств, а також істотна нестача технічних засобів зумовлює спрощення технологій виробництва сільськогосподарської продукції, стримує впровадження їх інноваційних моделей. Неякісно виконуються окремі технологічні операції, а іноді вони й зовсім не виконуються. Втрати урожаю збільшуються. Собівартість продукції зростає, внаслідок чого вона втрачає конкурентоздатність. Інтенсивними та високими технологіями користуються лише великі великотоварні аграрні структури, які мають можливість купувати відповідну техніку.



Причинами незадовільного відтворення технічних засобів є те, що сільгосптоваровиробники залишаються недостатньо платоспроможними через диспаритет цін на сільськогосподарську і промислову продукцію. Не проводиться відповідна переоцінка технічних засобів і фактичні обсяги амортизаційних відрахувань не відповідають реальним витратам основного капіталу. Має місце недосконала кредитна та амортизаційна політика, а також відсутня належна державна підтримка. В сільськогосподарських підприємствах практично відсутні кошти для простого відтворення техніки. В державну підтримку входять пільгові кредити, лізингові операції, часткова компенсація вартості складної техніки, регіональні програми, програми підтримки фермерських господарств, але за період з 2005 по 2013 роки частка державної підтримки зменшилась з 20,3 до 1,5% від загальної суми придбання техніки.

Ринок лізингу в Україні не досяг ще необхідного рівня розвитку. У 2013 р. НАК «Украгролізинг» поставив аграріям техніки й обладнання майже на 87 млн грн, що на 20 млн більше, ніж у 2012 році. Протягом 2007–2012 років через ДПАТ НАК «Украгролізинг» у середньому було придбано 4% сільськогосподарської техніки, у 2013 році – лише 1,3%, тоді як критерієм розвиненого ринку лізингу вважається частка лізингових операцій в загальних обсягах інвестицій в основний капітал – 10%. У США цей показник становить 31%, у Канаді – 20, у Великобританії – 15%.

Руйнівними факторами у формуванні машинно-тракторних парків аграрних підприємств є проблеми ринку технічних засобів та стан вітчизняного сільськогосподарського машинобудування, яке виробляє сільгоспмашини в межах до 3% технологічної потреби. Тому завдання виробників – поступово наповнювати ринок вітчизняною технікою як власного виробництва, так і виготовленою спільно із провідними світовими виробниками.

Особисті селянські господарства здійснюють свою діяльність з метою самозабезпечення продуктами харчування та виробництва товарної продукції з метою поповнення сімейних бюджетів. Характерною рисою особистих селянських господарств є те, що вони функціонують в умовах слаборозвиненої матеріально-технічної бази, при тому, що питома вага виробництва валової продукції сільського господарства в ОСГ складає майже половину від загального.

Якщо, у 2010 році на 1 трактор (включаючи міні-трактори і мотоблоки) припадало 30 га земель сільськогосподарського призначення, то в 2013 – 21 га. Покращення очевидне, однак це більш як вдвічі, ніж в сусідній Польщі, де цей же показник становить лише 9 га. Наявне техніко-технологічне забезпечення дозволяє 75% домогосподарств використовувати для обробітку землі трактор. Паралельно з трактором значним є використання ручної праці – до 93% та до 30% коней, що зумовлює високу трудомісткість вирощування сільськогосподарських культур.

Існує декілька причин не надто швидкого техніко-технологічного забезпечення особистих селянських господарств. Хоча ринок насичений міні технікою хоча й іноземного виробництва (переважно китайською) – високі ціни

на неї, невідповідні з платоспроможністю сільського населення. Так міні-трактор китайського виробництва разом з навісним обладнанням коштував в 2013 році близько 60–70 тис. грн, а в 2014 – майже вдвічі дорожче. За таких цін кошти, вкладені в міні-техніку, можливо, ніколи не окупляться, оскільки виробництву сільськогосподарської продукції в особистих селянських господарствах характерне переважно споживче, а не товарне спрямування. Інша причина – слабо розвинений ринок вітчизняної та недостатньо налагоджена система сервісного обслуговування іноземної міні-техніки.

Для кількісного і якісного зростання машинно-тракторного парку до рівня технологічної потреби, спроможного забезпечити своєчасне і якісне виконання повного циклу сільськогосподарських робіт за сучасними високими і безпечними технологіями необхідно розробити і впровадити наступні заходи:

- провести структурну перебудову вітчизняного сільськогосподарського машинобудування на основі створення національних і міжнаціональних промислово-фінансових об'єднань;

- придбати за кордоном ліцензії та організувати виробництво сільськогосподарської техніки, вузлів і комплектуючих до неї, в тому числі мінітехніки;

- забезпечити умови для створення спільних підприємств з виробництва сільськогосподарської техніки;

- здійснення інноваційного провайдингу сучасної конкурентоспроможної сільськогосподарської техніки шляхом розробки і реалізації конкретних бізнес-проектів, які повинні передбачати проектування новітньої техніки з наступним виготовленням дослідного зразка, його випробування, сертифікації та освоєння серійним виробництвом;

- удосконалити існуючі та розробити нові нормативно-правові акти щодо державної підтримки техніко-технологічної модернізації аграрного виробництва та пріоритетів розвитку вітчизняного сільськогосподарського машинобудування;

- проведення моніторингу кон'юнктури ринку вітчизняної та іноземної сільськогосподарської техніки, перспективних технологій, новітніх технічних засобів, в тому числі мінітехніки, обладнання та встановлення вимог до техніки;

- переорієнтувати адресність державної інвестиційної підтримки сільського господарства на користь сільськогосподарських виробників середніх та малих форм господарювання, включаючи домогосподарства населення;

- спрямувати державну цінову політику на формування такого рівня ринкових цін на сільгосппродукцію, який забезпечить беззбитковість її виробництва та нагромадження власних коштів для відтворення матеріально-технічної бази;

- сприяти розширенню мережі сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів спільного використання сільськогосподарської техніки та участі в них домогосподарств населення.

*Список використаних джерел*

1. Закон України „Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу” від 07.02.2002 р. № 3023 // електр. ресурс://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3023-14.
2. Закон України „Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України” від 05.10.2001 р. № 2658 // електр. ресурс://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/229-16.
3. Методичні рекомендації з обґрунтування нормативної потреби основних засобів на виробництво сільськогосподарської продукції / Г. М. Підлісецький, М. І. Герун, О. В. Вишневецька. – К.: ННЦ ІАЕ, 2013. – 52 с.
4. Митин С. Г. Состояние и перспективы развития отрасли сельхозмашиностроения / С. Г. Митин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. – № 6. – С. 2–6.
5. Підлісецький Г. М. Матеріально-технічна база аграрного виробництва: стан та проблеми відтворення / Г. М. Підлісецький, В. Л. Товстопят, А. В. Бурилко // Агроінком. – 2008. – № 5–6. – С. 34–39.
6. Підлісецький Г. М. Формування ринків матеріальних ресурсів АПК / За ред. Г. М. Підлісецького. – К.: ІАЕ УААН, 2001. – 428 с.
7. Проблеми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі / [Я. К. Білоусько, В. О. Бурилко, В. О. Галушко та ін.]; за ред. Я. К. Білоуська. – К.: ННЦ ІАЕ, 2007. – 216 с.
8. Підлісецький Г. М. Удосконалення переоцінки основних засобів аграрного сектору в системі їх відтворення / Г. М. Підлісецький, М. М. Могилова // Економіка АПК. – 2010. – № 12. – С. 41–47.

УДК 331.2

**ОРГАНІЗАЦІНО-ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**

*А. В. Войтюк*

*Національного наукового центру «Інститут аграрної економіки»*

Сьогодні більшість сільськогосподарських підприємств знаходяться у складному економічному становищі. У зв'язку з цим їх машинно-тракторний парк практично не оновлюється. Забезпеченість сільськогосподарською технікою складає 40-60 % від технологічно необхідної. Кількість машин, які списуються, в 5-10 разів перевершує число знову придбаних. Крім цього, середній вік сільськогосподарської техніки перевищує нормативний термін служби. Це обумовлює ряд негативних наслідків, зокрема велике навантаження на працездатну техніку (на 125 га ріллі доводиться 1 трактор, а у Німеччині лише на 6 га, у Польщі на 9,4 га, у США на 29 га); низький коефіцієнт готовності техніки; і, як результат вищевказаного, значні втрати врожаю.

Сукупність перерахованих факторів знижує рентабельність аграрного виробництва. На сучасному етапі змінити цей стан можна завдяки організації технічного сервісу. Адже не дарма кажуть: «Якісний сервіс – це, як мінімум, друга машина».

Технічний сервіс це сукупність заходів з підтримки працездатності машини на найвищому рівні при мінімальних витратах на їх володіння та експлуатацію протягом її життєвого циклу.

Враховуючи складну економічну ситуацію в країні, доцільно використовувати і впроваджувати позитивний зарубіжний досвід в організації технічного сервісу, необхідні екстраординарні заходи у вигляді фінансової допомоги з використанням лізингових і факторингових технологій при закупівлі, ремонту і продажу використаної і відновленої техніки, але й запровадження державної фінансової підтримки підприємств технічного сервісу. А також залучення інвесторів та інвестиційних угод на проведення цих робіт (конкурс і та ін.).

Механізм інноваційного розвитку технічного сервісу повинен включати умови взаємодії основних об'єктів, з метою якнайшвидшого оновлення машино-тракторного парку сільськогосподарських виробників, відновлення та зміцнення технічного сервісу у регіонах.

Основною складовою механізму є фінансовий базис, який повинен будуватися на регіональній бюджетній основі, кредитування та інвестування банківськими структурами та іншими зацікавленими організаціями та підприємствами.

Сільськогосподарським виробникам пропонується придбати як нову, так і відновлювальну техніку та інші матеріальні ресурси на лізинговій основі.

Бюджетне фінансування дозволяє сільським виробникам проводити розрахунок за сервісні послуги здійснювати в розстрочку. Фінансові розрахунки з підприємствами технічного сервісу здійснюються використовуючи факторингову технологію.

Таким чином, основна частина економічної ефективності цього інноваційного підходу полягає в додатковому щорічному збільшенні існуючого парку машин, сервісній підтримці, що в свою чергу призведе до збільшення обсягів кінцевої продукції у сільськогосподарських виробників і в цілому визначить тенденцію до оздоровлення аграрної галузі в умовах економічної кризи.

#### *Список використаної літератури*

1. Захарчук О. Проблеми модернізації основного капіталу аграрного сектору економіки / О. Захарчук / Збірник тез доповідей III-ї міжнародної наукової конференції «Інноваційне забезпечення виробництва органічної продукції та біопалива в АПК» в рамках роботи XXVII Міжнародної агропромислової виставки «АГРО 2015» (05-06 червня 2015 року). – К., 2015. – 90 с. – С. 58–62.

2. Войтюк В. Організаційно-економічний механізм інноваційного розвитку технічного потенціалу аграрного виробництва: фінансовий аспект / В. Войтюк, А. Войтюк / Науковий вісник Національного університету

біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол. : С. М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – К., 2015. – Вип. 226. – 406 с. – С. 203–210.

УДК 631.2.003

## **ГІПЕРСПЕКТРАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ У АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

*В. В. Донець*

*Корпорація «Науково-виробниче об'єднання «Арсенал»*

*О. О. Броварець, В. В. Бровченко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Зростаючий інтерес в галузі дистанційного зондування земної поверхні для моніторингу природних ресурсів, рослинного покриву та стану посівів, ґрунтів, попередження небезпеки, а також ряду інших програм, в тому числі спектрометричного дослідження поверхні, вимагає оперативної реєстрації масиву зображень одного і того ж кадру на різних довжинах хвиль методом гіперспектральних спектроскопії зображення (Imaging Spectrometry).

Для цього створено клас унікальних приладів – гіперспектрометрів, які базуються на різних носіях, в т. ч. і на літаках і на супутниках. Такі системи охоплюють вже сотні спектральних зон (каналів) напівшириною близько 10 нм (навіть до 5 нм). Є широкі можливості використання супутникової інформації для прогнозування врожайності зернових культур, визначення стану посівів, якості ґрунтів та ін.

В інституті фізіології рослин та генетики НАН України розроблений метод визначення вмісту хлорофілу в листках рослин, який ґрунтується на використанні кореляції між його вмістом і кількісними параметрами форми спектру відбивання.

Нами створено польовий гіперспектральний прилад – хлорофілломер, який вже кілька років в природних умовах здійснює вимірювання спектрального розподілу коефіцієнтів відбиття рослинності в діапазоні 500-800 нм зі спектральним розрізненням 2 нм. Отримані дані використовуються для розрахунку вмісту хлорофілу у біомасі.

На відміну від зарубіжної гіперспектральної техніки наше обладнання являє собою апаратурно-програмний комплекс.

В ньому є оригінальне програмне забезпечення, яке дозволяє в реальному масштабі часу отримувати ряд найбільш важливих характеристик стану рослинності, наприклад, вміст хлорофілу. А спектрометричний комплекс для ґрунту є пристроєм для моніторингу параметрів сільськогосподарського поля. Це має свої значні переваги, оскільки вимірювання спектрів відбиття є швидкої процедурою у порівнянні з лабораторними біохімічними методами, а використання авіаційної дистанційної апаратури дозволяє проводитись тестування великих площ за короткий час.

УДК 631.3:528.8:681.518

# МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГНОСТИЧНО-КОМПЕНСАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

О. О. Броварець

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасна система оперативного контролю якості виконання технологічних операцій забезпечує прийнятне протікання технологічного процесу, якщо характеристики вхідних сигналів і об'єктів управління (апріорна інформація) практично не змінюються в процесі роботи, або їх зміна ефективно контролюється людиною (рис. 1). Разом з тим, на практиці робота такої системи з точки зору якості виконання технологічних операцій є недостатньою.

На практиці варіюються агробіологічні параметри сільськогосподарських угідь, що впливає на режими роботи машинно-тракторних агрегатів та сільськогосподарських машин. Тому пропонується удосконалення цієї системи шляхом використання додаткової проміжної складової – технічних систем моніторингу. Система «машина-технічні системи моніторингу-поле» забезпечують керування виконання технологічного процесу, при цьому режими роботи машинно-тракторних агрегатів та сільськогосподарських машин змінюються відповідно до характеристик агробіологічного стану сільськогосподарських угідь з використанням технічних систем моніторингу.

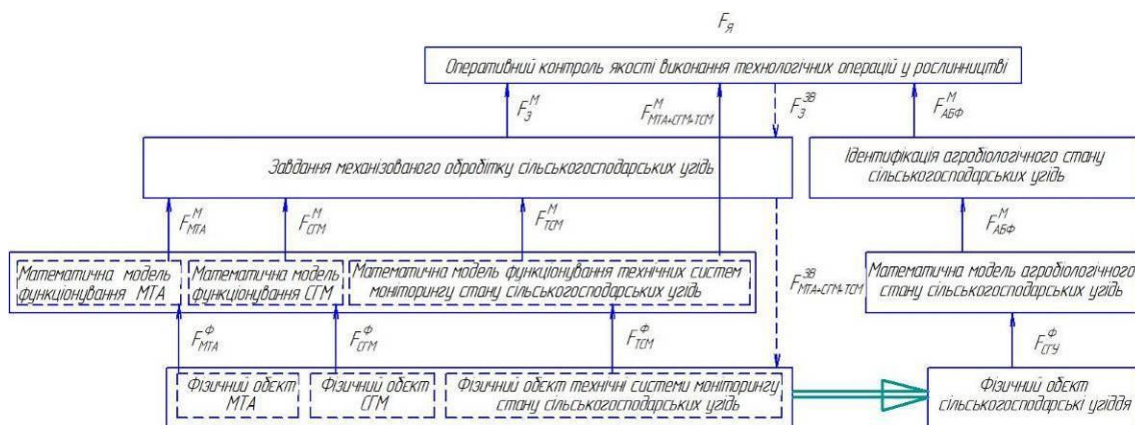


Рис. 1. Структурна схема оперативного контролю якості виконання технологічних операцій.

Функція якості виконання технологічних операцій  $F_{я}(x)$  є складовою трьох функцій:

- функції  $F_{МТА+СТМ+ТСМ}^M(x)$ , що описує функціонування комплексу машинно-тракторного агрегату  $F_{МТА}^M(x)$ , сільськогосподарської машини  $F_{СТМ}^M(x)$  та технічних систем моніторингу  $F_{ТСМ}^M(x)$ ;

- функцію завдання механізованого обробітку сільськогосподарських угідь  $F_3^M(x)$ ;

- функцію  $F_{AB\Phi}^M(x)$ , що описує агробіологічний стан сільськогосподарських угідь.

Таким чином,

$$F_{Я}^{Отримана}(x) = F_{MTA+CGM+TCM}^M(x) + F_{AB\Phi}^M(x) + F_3^M(x)$$

У свою чергу задана якість виконання технологічних операцій  $F_{Я}^{Задана}(x)$  буде формуватися залежно від отриманої якості  $F_{Я}^{Отримана}(x)$  та уточненого завдання  $F_3^{М'юве}(x)$  отриманого залежно від забезпечення завдання  $F_{Я}^{Задана}(x) = F_{Я}^{Отримана}(x) + \Delta F_3^M(x)$ .

Важливо відмітити, що як для отримання функції, що опиує якість виконання технологічних операцій  $F_{Я}(x)$  так і формування фукції уточненого завдання  $\Delta F_3^M(x)$  важливою складою є наявність функції, що описує функціонування технічних систем моніторингу  $F_{TCM}^M(x)$ .

Якість буде задовільною коли

$$F_{Я}^{Отримана}(x) = F_{Я}^{Задана}(x).$$

Крім того функціонально зв'язані між собою функція, що описує функціонування технічних систем моніторингу  $F_{TCM}^M(x)$  та функція, що описує агробіологічний стан сільськогосподарських угідь  $F_{AB\Phi}^M(x)$ .

Якість функціонування технічних систем моніторингу  $F_{TCM}^M(x)$  визначає достовірність отриманої функції, що описує агробіологічний стан сільськогосподарських угідь  $F_{AB\Phi}^M(x)$ .

Тому першочерговою задачею визначення якості виконна технологічних оперцій є дослідження функціонування технічних систем моніторингу  $F_{TCM}^M(x)$ . Технічні системи моніторингу з використанням пасивних даних отримують активну інформацію про агробіологічний сатну сільськогосподарського угіддя.

Очевидно, що для правильної організації управління якістю виконання технологічних операцій необхідною умовою є організація системи моніторингу. Для оцінки стану навколишнього середовища важлива об'єктивна оперативна інформація про критичні чинники антропогенної дії, про фактичний стан біосфери і прогнози її майбутнього стану. Існує проблема організації спеціальних систем спостережень, контролю і оцінки стану природного середовища (моніторингу) як в місцях інтенсивної антропогенної дії, так і в глобальному масштабі.

З використанням математичного апарату прогностично-компенсаційної технології змінних норм внесення технологічного матеріалу розроблена система комп'ютерного прогнозування виробництва сільськогосподарської продукції для забезпечення органічного виробництва продукції рослинництва.

Норма внесення технологічного матеріалу вноситься з врахуванням агробіологічного стану сіл сільськогосподарських угідь, тобто норми вмісту поживних речовин у ґрунт. Для ефективного регулювання стану ґрунтового середовища, значну роль набувають, у першу чергу, ефективні методи

екологічного моніторингу – системи спостережень, оцінки і прогнозу стану природного середовища. Таким чином, прогностично-компенсаційна технологія змінних норм внесення технологічного матеріалу включає наступні основні напрями діяльності: спостереження за чинниками, що впливають на стан ґрунтового середовища; оцінку фактичного та прогноз майбутнього стану ґрунтового середовища. Запропонована прогностично-компенсаційна технологія змінних норм внесення технологічного матеріалу на основі уточнених даних ґрунту дозволяє реалізувати локально-стрічкове диференційоване внесення мінеральних добрив та дозволяє зекономити 10-25% посівного матеріалу і сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур в середньому на 10-20 ц/га.

УДК 631.331

## **ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

*О. М. Вечера*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Сучасні господарства зменшують інтенсивність виробництва з використанням високоякісного насіння, та сподіваються, що така стратегія означатиме нижчу якість врожаю, але забезпечить його достатній обсяг. Тому підготовку насіння для посіву (очистку, калібровку та протруювання) господарства в основному проводять самостійно для здешевлення цих процесів.

Результати аналізу технологічних і технічних рішень машин для нанесення рідких пестицидів на насіння сільськогосподарських культур та теоретичних досліджень передумов реалізації цього процесу свідчать, що підвищення рівномірності обробки насіння досягнуто за рахунок змін в конструкціях сучасних протруювачах.

В них збільшені зони взаємодії потоків насіння і краплин робочої рідини, шпаруватості потоку насіння з метою забезпечення кращого проникнення краплин розпиленої рідини в потік насіння, а також попереднього збільшення вільної поверхні компонентів. Оптимізуючи параметри потоків насіння і пестициду, дослідники поступово зміщувалися в бік все більшого розсіювання їх, або за термінологією вічкової моделі – в бік збільшення поверхні поділу фаз. Ця закономірність простежується на прикладі розвитку барабанних протруювачів (від протруювача періодичної дії "Ідеал" до протруювача неперервної дії ПЗ-10 "Колос"), шнекових (від ПУ-1 до ПСШ-5).

Частково ці передумови реалізовані в протруювачах камерного типу. Проте підвищення рівномірності обробки насіння пестицидом, налипання краплин робочої рідини з домішками до насіння на стінки камери протруювання, а також травмування насіння досягнуто не було. Крім того, деякі шляхи підвищення рівномірності обробки насіння пестицидом способом



нанесення його в перехресних потоках насіння і краплин препарату, що реалізується сучасними камерними протруювачами, є неможливими за фізичною суттю процесу, бо за такої конструктивно-технологічної схеми камери протруювання не усувається явище затінення ближчими до розпилювача насінинами більш віддалених та не створюються умови для безпосереднього контактування з пестицидом кожної насінини усією своєю поверхнею.

Робочі процеси сучасних протруювачів насіння неперервної дії включають неперервне і рівномірне дозування насіння і робочої рідини - пестициду, оскільки вони є необхідною передумовою рівномірної обробки насіння препаратом, а отже і досягнення високої ефективності протруювання. Ця операція часто поєднується із одночасним формуванням потоку насіння певної форми та щільності за допомогою проточних дозаторів об'ємного типу, обладнаних пасивними („Мобітокс”, СТ-200) чи активними (GRAMAX-S, ПК-20, ПС-10 та інші) розподільниками насіння (рис. 1).

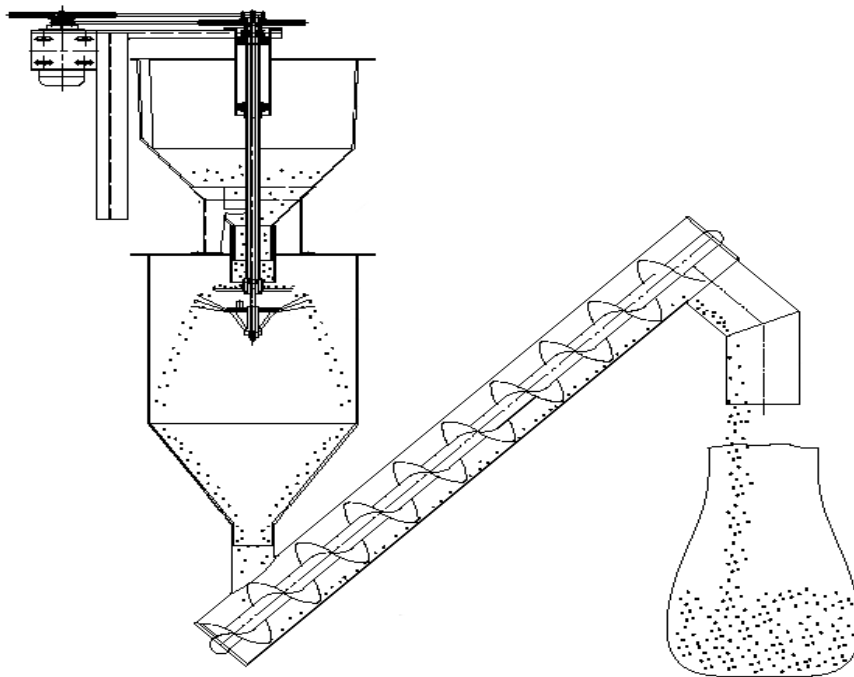


Рис. 1. Функціональна схема протруювача Gramax-S.

Очевидно, що продуктивність та рівномірність потоку насіння, що подається такими дозаторами на робочий орган, визначається умовами його витікання з бункера, пропускною здатністю дозуючого отвору, гальмівною дією використовуваних розподільників та ін.

В протруювачах інерційно-фрикційного типу, які поєднують дозування, розподілення і обробку насіння рідкими пестицидами одним робочим органом, продуктивність дозатора визначають ті ж фактори, що й інших проточних дозаторів з активними розподільниками, та ще й параметри бокової конічної поверхні робочого органу. Узгодження дії усіх цих факторів з обов'язковим врахуванням характеристик насіння, що дозується і обробляється, забезпечує

надійну роботу протруювача в цілому, яка, очевидно, можлива у випадку, коли насіння з достатньою швидкістю буде рухатися вгору по твірній конічного робочого органа. Ця ж умова є і умовою не гальмування насінням, що знаходиться на робочому органі, насіння, яке надходить від дозатора. Очевидно, що продуктивність та рівномірність потоку насіння, що подається такими дозаторами на робочий орган, визначається умовами його витікання з бункера, пропускною здатністю дозуючого отвору, гальмівною дією використовуваних розподільників та ін.

Проте, як показав досвід використання камерних протруювачів, розпилювання робочих рідин пестицидів не забезпечує рівномірної обробки насіння в камері протруювання, оскільки не створює для кожної насінини однакових умов контактування з препаратом, а ще більше ускладнює досягання мети – рівномірної обробки насіння – додаванням полі-дисперсності краплин препарату до полі-дисперсності насіння.

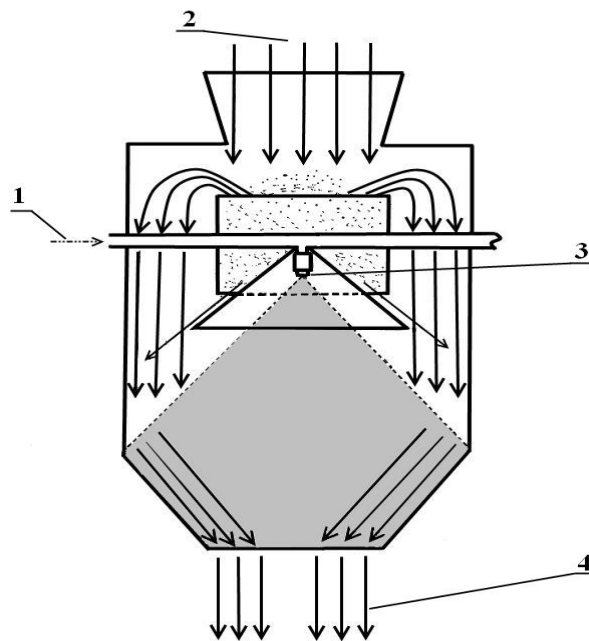


Рис. 2. Функціональна схема протруювача G40: 1-подача рідкого пестициду; 2-подача необробленого насіння; 3-розпилювач рідкого пестициду; 4- оброблене насіння.

Це вимагає додаткового перемішування насіння шнеками, що в решті приводить до травмування його. Тому, враховуючи, що збільшення відносної частки робочої рідини понад 0,01% з метою покращення рівномірності обробки нею насіння обмежується можливим надмірним зволоженням його, а збільшення дисперсності розпилу її призводить до збільшення в спектрі розпилу частки дрібних аерозолів і, як наслідок забруднення ними повітря робочої зони, цей шлях вдосконалення робочого процесу протруювача можна вважати неперспективним. Для реалізації повною мірою висновку про необхідність забезпечення змішувачем наявності в кожній пробі суміші на виході з нього часток компонентів, що подаються дозатором в різні моменти часу одного лише розтягування потоків недостатньо. Для цього необхідно на

певному проміжку забезпечити від'ємний градієнт швидкості руху частинок, що надійшли від дозатора раніше, і потрапляння в їхній потік на всьому шляху його руху в змішувачі, частинок компонентів, що надійшли у змішувач пізніше.



Рис. 3. Використання протруювача G40 на великій продуктивності.



Рис. 4. Використання протруювача G40 на малих об'ємах.

Робочий процес нанесення рідких препаратів на насіння, що це враховує і вимоги до нього досить повно реалізовані в протруювачах фрикційного типу (рис. 5) і може бути використаним в протруювачах інших типів і модифікацій. Незважаючи на вищевказане, тільки як потребою здешевити, а звідси й спростити процес нанесення рідких препаратів на насінням компанія Graham (Канада) пропонує на ринку, як нову розробку, камерний протруювач G40 з робочим органом, в якому насіння розподіляється самопливом (рис. 2) з усіма відомими недоліками. Відсутність бункера негативно впливає на рівномірність подачі насіння (шнеком), крім того, використання звичайного розпилювача пестициду, а в результаті велика нерівномірність обробки тільки частково компенсується використанням довгого вивантажувального шнека (рис. 3, рис. 4). В умовах низької забезпеченості вітчизняних господарств машинами для протруювання насіння і порівняно високої їх ціни склалася ситуація вимушеного попиту і відсутності ефективного економічного стимулювання вдосконалення протруювачів насіння їх виробниками. До того ж споживач не

лише не може придбати техніку сучасного технічного рівня, але часто не знає, що йому пропонують і що на сьогодні є кращим, а виробник іде шляхом найменших витрат і найбільшого прибутку. Тим часом господарства, вкладаючи значні кошти в оновлення парку цих машин, залишаються на техніко-технологічному рівні 60...80-х років минулого століття.

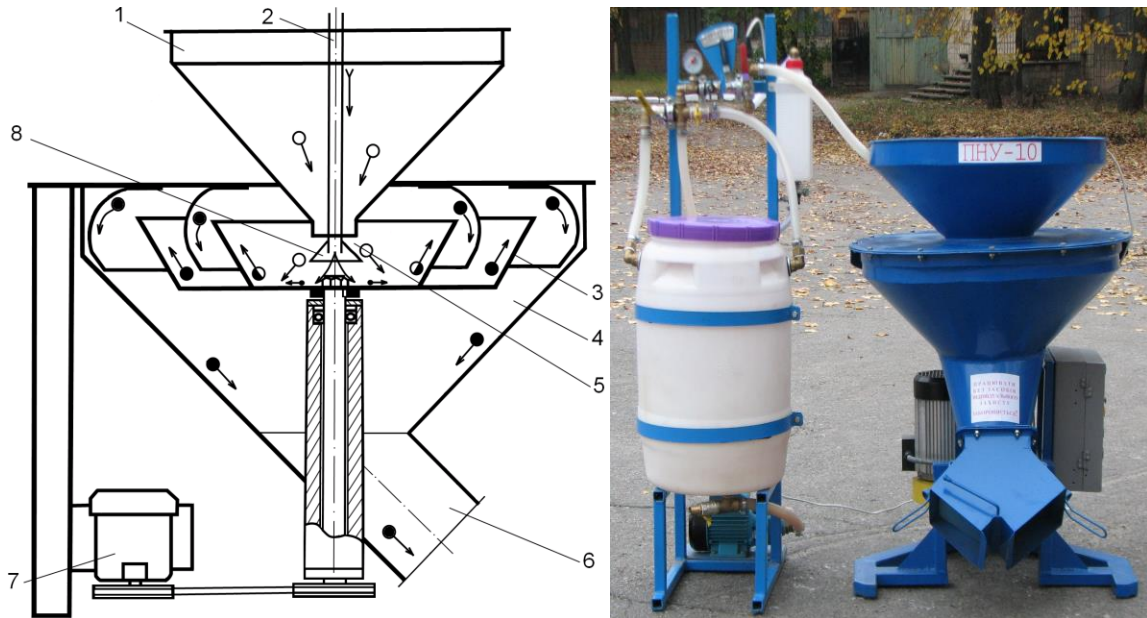


Рис. 5. Робочий процес протруювача інерційно-фрикційного типу ПНУ-10 та його зовнішній вигляд: 1 – бункер; 2 – трубка подачі робочої рідини; 3 – чашоподібний змішувач; 4 – камера протруювання; 5 – дозатор насіння; 6 – вивантажувальна горловина; 7 – електродвигун приводу; 8 – конічний розподільник.

УДК 621.50

## ВИМІРЮВАЛЬНО-РЕЄСТРУЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РУХУ МОСТОВОГО КРАНА

*В. В. Крушельницький*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Для експериментальних досліджень динаміки руху мостового крана необхідно використовувати таке обладнання, яке б забезпечило високу точність вимірювання та дало б змогу виміряти такі параметри, як коливання вантажу, лінійне переміщення і швидкість кінцевих балок крана, зусилля у мостовій балці та зареєструвати інформацію у вигляді масивів даних для подальшої обробки. В якості реєструючого обладнання використовується комп'ютер із встановленим програмним забезпеченням та аналого-цифровий перетворювач

m-DAQ 14. Він підключається через USB порт до комп'ютера, а аналогові сигнали, які поступають з датчиків, перетворюються у цифрові та зберігається у вигляді масиву числових значень напруги у файл формату .txt.

Для вимірювання переміщення та нерівномірності руху кінцевих балок крана використовуються оптичні інкрементальні енкодери із мірним колесом та комплементарним виходом Autonics ENC-1-1-t-24. При переміщенні на 1мм з фаз А і В поступає один прямокутний імпульс.

Для вимірювання коливань вантажу використовується більш точніший енкодер Megatron MOL40 6 3600 BZ N, при одному оберті валу, з фаз А і В поступає 3600 імпульсів. Він закріплюється на електроталі, а для передачі коливань вантажу використовується штанга, яка однією стороною прикріплена пружною муфтою до валу енкодара, а іншою стороною до вантажного канату.

Для вимірювання зусилля що діє на мостову балку крана, використовуються тензорезистори фірми виробника VEDA, типу – КФП-50-200-Б-12. Вони безпосередньо приклеюються до балки крана за допомогою однокомпонентного клею – Циакрін, який рекомендує використовувати виробник тензорезисторів.

Після приклеювання тензорезисторів проводиться тарування, для цього необхідно жорстко закріпити мостову балку крана та прикласти і виміряти зусилля. Для цього можна використати талреп, який з однієї сторони закріплюється канатом у місці прикладення зусилля, а з іншої кріпиться до тарованого S-подібного тензометричного датчика, який протилежною стороною жорстко закріплюється до кронштейна встановленого на стіні. Це дає змогу змінювати прикладене зусилля та реєструвати інформацію з тензометричного датчика та тензорезисторів за допомогою аналого-цифрового перетворювача. Для точних вимірювань слід використовувати стабілізований блок живлення з низьким рівнем пульсацій HYelex HUA YI ELECTRONICS HY3003M-3. Вибране вимірювально-реєструюче обладнання дає змогу провести експериментальні дослідження динаміки руху крана та зареєструвати інформацію про характер зміни досліджуваних параметрів у цифровому форматі.

УДК 378.371.214.114:62

## **ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ УНАОЧНЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНЖЕНЕРНИХ ДИСЦИПЛІН У ВНЗ АГРАРНОГО ПРОФІЛЮ**

*О. А. Дьомін*

*Національний університет биоресурсів і природокористування України*

Актуальність і доцільність дослідження. Реформування системи вищої аграрної освіти, зумовлене приєднанням України до Болонського процесу,

вимагає від педагогічної громадськості якісно нових кроків по вдосконаленню підготовки висококваліфікованих фахівців – аграрників.

У зв'язку з цим одним із головних завдань вищої школи є забезпечення якісної теоретичної бази і належної практичної підготовки студентів. Важливість цих завдань особливо гостро торкається вищих навчальних закладів аграрного профілю, в зв'язку з корінним реформуванням аграрного сектору економіки України і тенденцією зростаючої потреби в висококваліфікованих фахівцях – аграрниках. Однією із специфічних особливостей навчальних планів аграрного ВНЗ є те, що студенти переважної більшості факультетів повинні в тій чи іншій мірі вивчати сільськогосподарську техніку. Сучасна сільськогосподарська техніка досить складна, насичена електронікою та гідравлікою і в той же час важкодоступна, а часто і недоступна для огляду. При вивченні такої складної техніки виникає наступна суперечність: з одного боку – велика кількість навчальної інформації, з іншого боку – обмежена кількість часу для оволодіння цією інформацією. І ця обмежена кількість часу має тенденцію з кожним роком зменшуватись. В таких складних навчальних умовах ефективно проводити навчання здатний тільки висококваліфікований викладач, який володіє педагогічною майстерністю. При цьому важливою складовою педагогічної майстерності викладача повинні бути знання закономірностей наочного навчання та вміння ефективно їх використовувати в навчальному процесі.

З цього приводу, в зв'язку з реформуванням навчального процесу у вищих аграрних закладах освіти згідно вимог Болонського процесу, існують такі тенденції:

- активізація творчих пошуків викладачів, що передбачає отримання викладачами більшої самостійності в моделюванні навчального процесу;
- оперативні зміни та коректування методів викладення навчального матеріалу, що передбачає пошук нових, дієвих педагогічних підходів, розробка нових та вдосконалення існуючих методик навчання;
- визначення шляхів та механізмів впровадження новітніх педагогічних технологій;
- мотивація учасників навчального процесу на досягнення високої якості підготовки фахівців;
- скорочення годин на лекції і лабораторні заняття та збільшення часу на самостійну роботу студентів.

Аналізуючи ці тенденції, можна зробити висновок, що остання з них привносить в навчальний процес ряд проблем, а всі інші тенденції – напроми їх вирішення. Наприклад, для того щоб забезпечити вивчення об'єктів сільськогосподарської техніки в стислих межах реформованих навчальних планів необхідно створювати і впроваджувати відповідні новітні педагогічні технології.

Слід додати, що на сьогодні в аграрних навчальних закладах I-II рівнів акредитації переважна більшість курсантів і студентів першокурсників багато чого не розуміють і, як наслідок, не сприймають навчальної інформації з наочних посібників, які використовуються на заняттях. Тільки, як мінімум,

через півроку вони починають до певної міри розуміти зорову інформацію з наочності. В подібному стані перебуває частина студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації. Тобто для значної частини студентів, наочність спочатку на тривалий час стає не засобом наочного навчання, призначеного для кращого розуміння навчальної інформації, а додатковим і досить складним об'єктом для вивчення. В цьому плані особливого вдосконалення вимагають технології наочного навчання.

Отже одним з перспективних напрямів підвищення ефективності навчального процесу і збагачення його дієвими інноваційними педагогічними технологіями є розвиток науково-методичних засад наочного навчання. В першу чергу це важливо саме для вищих аграрних закладів освіти, в яких студенти вивчають рослинний та тваринний світ, ґрунти, сільськогосподарську техніку. Технічні дисципліни спрямовані на вивчення об'єктів техніки і набуття вмінь працювати з нею.

Об'єкт дослідження: навчальний процес у вищому навчальному закладі аграрного профілю при вивченні сільськогосподарської техніки.

Предмет дослідження: наочне навчання студентів на прикладі вивчення сільськогосподарської техніки.

Мета дослідження: підвищення ефективності навчального процесу шляхом виявлення і впровадження науково-обґрунтованих теоретико-методичних засад наочного навчання в процесі підготовки майбутніх висококваліфікованих фахівців – аграрників на прикладі вивчення курсу „сільськогосподарські машини”.

Основні об'єкти професійного навчання в аграрних навчальних закладах можна поділити на такі групи: рослини, тварини, комахи, мікроорганізми, біохімія, сільськогосподарська техніка. Для роботи за майбутнім фахом, студентам необхідно досконало оволодіти знаннями стосовно означених об'єктів. Разом з тим, кожний конкретний об'єкт має свої специфічні особливості, для вивчення яких необхідно в процесі наочного навчання формувати у студентів навчально-пізнавальні уміння високого рівня, що складають основу сенсорного досвіду.

Забезпечений науковими знаннями сенсорний досвід ми розглядаємо як засіб ефективних пізнавальних дій студентів у навчанні і, одночасно, як результат продуктивної професійної підготовки, що є надзвичайно важливою складовою ядра сутності майбутньої фахової діяльності.

Переважає більшість натуральних об'єктів професійного навчання майбутніх фахівців-аграрників вирізняються тим, що мають обмежену доступність для чуттєвого сприймання студентами необхідної навчальної інформації. Внаслідок цього виникає необхідність здійснити такі дослідницькі заходи: 1) розкрити дидактичні засади доступності наочної інформації; 2) науково обґрунтувати шляхи створення системи наочності та технологій наочного навчання які здатні відчутно підвищити ефективність пізнавальної діяльності студентів, сприяти всебічному усвідомленню ними знань про натуральні об'єкти та формування професійно-сенсорного досвіду.

Оволодіння знаннями здійснюється головним чином в процесі взаємодії у навчальній роботі сфер понятійно-логічного та образного мислення. Ефективні результати цієї взаємодії відбуваються за умови, коли букет відчуттів у сфері образного мислення, що виникають внаслідок дії зорової інформації, живить понятійно-логічну сферу і значно збагачує її пізнавальні можливості. Разом з тим у навчальному процесі ще доводиться повсякчасно спостерігати, що сигнали відчуттів від зорової інформації не тільки не збагачують роботу понятійно-логічної сфери мислення, а за певних умов навіть загальмовують її пізнавальну діяльність. Явища взаємовпливу образної та понятійно-логічної сфер мислення в процесі навчання настільки складні, що сприймання зорової інформації в одних умовах чинить помірно-стимулюючий вплив на навчально-пізнавальну діяльність студентів, в других – гальмівну, а іноді й спотворюючу дію. В третіх умовах – сприймання зорової інформації може діяти як спонтанний підсилювач, що набагато підвищує можливості пізнавальної діяльності студентів.

Оволодіння знаннями здійснюється головним чином в процесі взаємодії сфер понятійно-логічного та образного мислення. Той букет відчуттів у сфері образного мислення, що виникає під час сприймання зорової інформації, так живить понятійно-логічне мислення, що збагачує його пізнавальні можливості. Тому у навчальному процесі особливо важливою є та обставина, що для оптимізації спільної роботи образної та понятійно-логічної сфер мислення потрібен ретельний, науково-обґрунтований підбір зорової інформації в якому повинні віддзеркалюватися щонайменше дві позиції. Перша позиція – зорова інформація має якнайкраще відображати зміст навчального матеріалу. Друга позиція полягає в тому, що теорія і методика наочного навчання повинні будуватися на закономірностях сприймання і усвідомлення зорової інформації на доступному для студентів рівні, без гальмування процесу формування уявлень та понять і тим паче, без спотворення їх.

Перша позиція на сьогодні хоча ще недостатньо, але відпрацьована в педагогічних дослідженнях. Друга – складає проблему, якій в педагогічній науці взагалі дуже мало приділялось уваги, це сприймання і якнайефективніше усвідомлення зорової інформації студентами на осмислено-понятійному рівні.

У зв'язку з широким спектром взаємодії основних сфер мислення, задіяних в пізнавальній роботі в процесі наочного навчання, на сьогодні часто спостерігається неадекватність наочної інформації пізнавальним можливостям студентів. За нашою концептуальною ідеєю одним з найперспективніших напрямів створення умов доступності для оволодіння складною навчальною інформацією про об'єкти сільськогосподарської техніки є науково - обґрунтовані методи і засоби наочного навчання. Для успішного вирішення описаних проблем та розв'язання, наведених вище, суперечностей (див. с.4) є потреба розробити і провести комплекс дослідницьких заходів спрямованих на вдосконалення теоретичних і методичних основ застосування методів наочного навчання в навчальному процесі вищого аграрного закладу освіти. Потужні резерви цих методів ще дуже мало використовуються внаслідок відсутності ґрунтового наукового дослідження їх основних компонентів.



В цьому плані ретельного дослідження заслуговують такі питання:

1. Виявлення оптимальних умов формування системи умінь понятійного сприймання наочної інформації різних видів:

- конкретно-образної;
- іконічно-образної;
- символічно-образної;
- імітаційно-образної;
- комп'ютерно-ситуаційної;

2. Виявлення та наукове обґрунтування закономірностей сприймання зорової та понятійної інформації в процесі вивчення об'єктів сучасної сільськогосподарської техніки.

3. Дослідження, наукове обґрунтування і розробка методики штучного пониження рівня насиченості наочної інформації в об'єктах, що вивчаються, адекватно рівню доступності для усвідомлення студентами на різних етапах формування їх пізнавальної діяльності.

4. Розробка методики формування у студентів досвіду сприймання та осмислено-понятійного усвідомлення наочної інформації в різних формах:

- в натуральному вигляді.
- в символічних образах;
- в словесно-образному повідомленні;

5. Дослідження методичних особливостей взаємного впливу понятійної та зорової інформації на ефективність трансформації змісту навчального матеріалу в продуктивні знання.

УДК 631.361.022

## **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ НЕВРІВНОВАЖЕНОСТІ МОЛОТИЛЬНОГО БАРАБАНА НА ЙОГО РОБОТУ**

*В. С. Ловейкін*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*В. І. Недовесов*

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

*А. П. Ляшко, О. Г. Шевчук, В. В. Крушельницький*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На сьогоднішній день більшість конструкцій молотильних барабанів зернозбиральних комбайнів є відкритого типу. Саме тому під час роботи в молотильний барабан потрапляю зерно, рослинні рештки, пилюка, які налипають на бичах або підбичнаках. А це призводить до виникнення незбалансованості молотильного барабана, і як наслідок до виникнення

вібрацій молотильного барабана, що передають на підшипники, корпус зернозбирального комбайна і на самого комбайнера. Тому виникає потреба в експериментальному дослідженні впливу незбалансованості молотильного барабана на його коливання.

Порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних дасть змогу встановити ефективність збалансування молотильного барабана під час його роботи. Експериментальні дослідження передбачали визначення впливу незбалансованості молотильного барабана на коливання прискорення жорстких опор (у місці встановлення молотильного барабана) зернозбирального комбайна. Експериментальні дослідження проводились на зернозбиральному комбайні КЗС-9.1 «Славутич» в лабораторії проблем комбайнового збирання зернових культур ННЦ «ІМЕСГ».

Під час досліджень роботи молотильного барабана зернозбирального комбайна було виміряно прискорення жорстких опор зернозбирального комбайна у місці встановлення молотильного барабана.

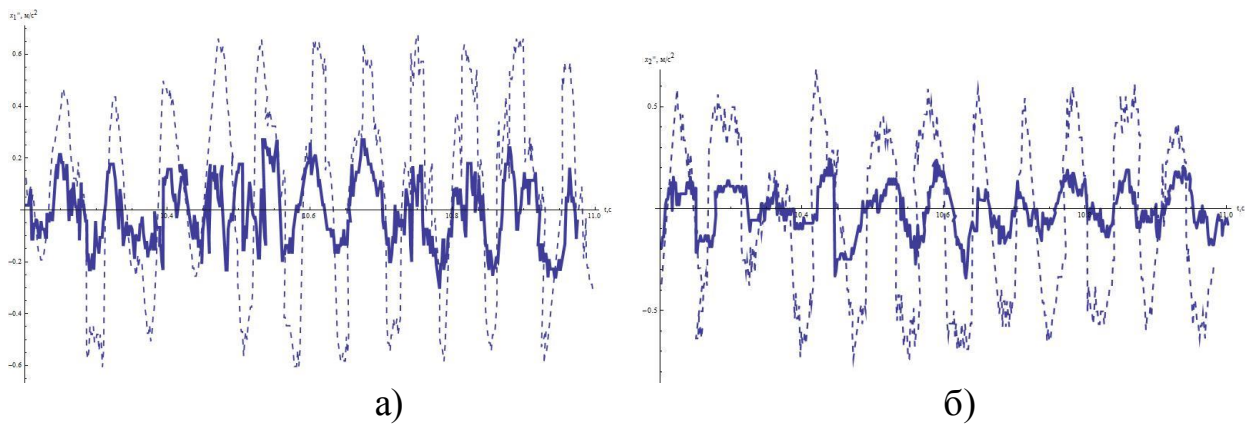
Датчики прискорення були встановлені на боковинах зернозбиральних комбайнів в зоні розташування молотильно-сепаруючого пристрою (рис. 1).



Рис. 1. Встановлення датчика прискорення.

Після проведення експериментальних досліджень було виконано обробку даних та побудовано графіки прискорень лівої та правої жорстких опор зернозбирального комбайна.

Проаналізувавши дані графіки можна помітити, що після очищення підбичників молотильного барабана від незрівноваженої маси, амплітуда коливань прискорення, як лівої так і правої жорстких опор зменшилася в 2 рази. Саме тому є важливим збалансування молотильного барабана під час його роботи.



----- прискорення жорстких опор незбалансованого молотильного барабана  
 — прискорення жорстких опор умовно збалансованого молотильного барабана.

Рис. 2. Графіки прискорення лівої (а) та правої (б) жорстких опор зернозбирального комбайну.

УДК 621.87-5

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО ПОДВІЙНОГО МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА У ЯКОСТІ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ КРАНОВОГО ВІЗКА З ДОВГОМІРНИМ ВАНТАЖЕМ

П. В. Лимар

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При перевантаженні вантажів, що мають зміщений центр мас відносно захватного пристрою, постає проблема динамічних навантажень та коливань вантажу, що впливає на такі показники, як продуктивність, надійність, зручність керування, тощо. Оскільки грейферний захват має масу, яка може бути порівняна з масою вантажу, то захват може мати вплив на динаміку руху вантажу та візка. Для побудови математичної моделі руху такої системи необхідно використовувати тримасову динамічну розрахункову модель (рис. 1).

За узагальнені координати такої динамічної моделі обрано лінійну координату центра мас візка  $x$  та кутові координати відхилення від вертикалі вантажного канату  $\psi$  та осі деревини  $\varphi$ .

Для складання рівнянь руху системи «візок – захватний пристрій – вантаж» використано рівняння Лагранжа другого роду.

$$\begin{cases} (m + m_1 + m_2)\ddot{x} + (m_1 + m_2)l\ddot{\psi} + m_2s\ddot{\varphi}(\cos\varphi_0 - \varphi\sin\varphi_0) - m_2s\dot{\varphi}^2\sin\varphi_0 = F_p - F_o \\ (m_1 + m_2)\ddot{x} + (m_1 + m_2)l\ddot{\psi} + m_2s\ddot{\varphi}(\cos\varphi_0 - \varphi\sin\varphi_0) - m_2s\dot{\varphi}^2\sin\varphi_0 = -(m_1 + m_2)g\psi \\ m_2s((\ddot{x} + \ddot{\psi}l + \ddot{\varphi}s(\cos\varphi_0 - \varphi\sin\varphi_0) - \dot{\varphi}^2\sin\varphi_0)(\cos\varphi_0 - \varphi\sin\varphi_0) - \\ - \dot{\varphi}(\dot{x} + \dot{\psi}l + \dot{\varphi}s(\cos\varphi_0 - \varphi\sin\varphi_0))\sin\varphi_0) + J_c\ddot{\varphi} = -m_2gs\sin\varphi_0 - (m_2gs\cos\varphi_0 - c)\varphi \end{cases} \quad (1)$$

де:  $m$  – маса вантажного візка;  $m_1$  – маса захватного пристрою;  $m_2$  – маса вантажу;  $x$  – координата центра мас візка;  $\psi$  і  $\varphi$  кутові координати відхилення від вертикалі вантажного канату та осі деревини відповідно;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $l$  – довжина гнучкого підвісу, яка з'єднує візок та захват;  $s$  – відстань від точки кріплення деревини до центра її мас;  $J_c$  – момент інерції деревини відносно центра мас;  $c$  – коефіцієнт жорсткості;  $F_p$  – приводне (тягове або гальмівне) зусилля, що діє на візок;  $F_o$  – сила опору переміщенню, що діє на візок. Отримані рівняння являють собою систему трьох нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку.

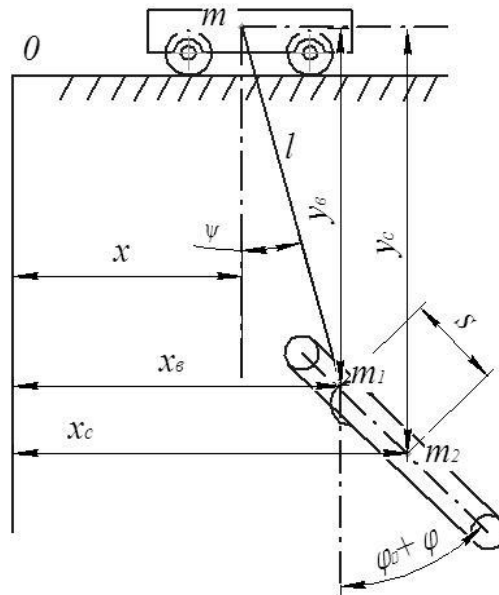


Рис. 1. Розрахункова модель системи «візок – захватний пристрій – вантаж».

Ці рівняння є досить складними для подальших розрахунків, тому динамічну модель зображену на рис. 1 представимо як рухомий подвійний математичний маятник і опишемо його рух за допомогою методу Даламбера. У відповідності з цим методом можемо записати диференціальні рівняння руху мас:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 + m_2 \frac{g}{L} (x_1 - x_2) = F_p - F_o; \\ m_2 \ddot{x}_2 - m_2 \frac{g}{L} (x_1 - x_2) + m_3 \frac{g}{S} (x_2 - x_3) = 0; \\ \ddot{x}_3 - \frac{g}{S} (x_2 - x_3) = 0, \end{cases} \quad (2)$$

Щоб порівняти дану систему рівнянь з системою що описує рух у вигляді фізичного маятника використаємо формули (3)

$$L = \frac{J_{BC}}{(m_1 + m_2)l}; \quad S = \frac{J_c}{m_2 s}; \quad c = \frac{m_3 g s}{\Delta \varphi}, \quad (3)$$

де:  $J_{BC}$  – момент інерції захвата з вантажем відносно точки кріплення гнучкого підвісу,  $\Delta\varphi$  – відхилення вантажу від власної осі.

Дані формули (3) визначають приведену довжину фізичного маятника, тобто довжину такого математичного маятника, період коливань якого дорівнює періоду коливань даного фізичного маятника.

Нижче представлені графіки (рис. 2) характеристик тримасової системи «візок – захват – вантаж» побудованих математичних моделей візка з захватом і вантажем і прийнятого подвійного математичного маятника.

З отриманих графіків видно, що математична модель для рухомого подвійного математичного маятника майже аналогічна математичній моделі руху крана з зміщеним центром мас вантажу відносно захватного пристрою. Тому, для подальших розрахунків можна використовувати математичну модель для рухомого подвійного маятника.

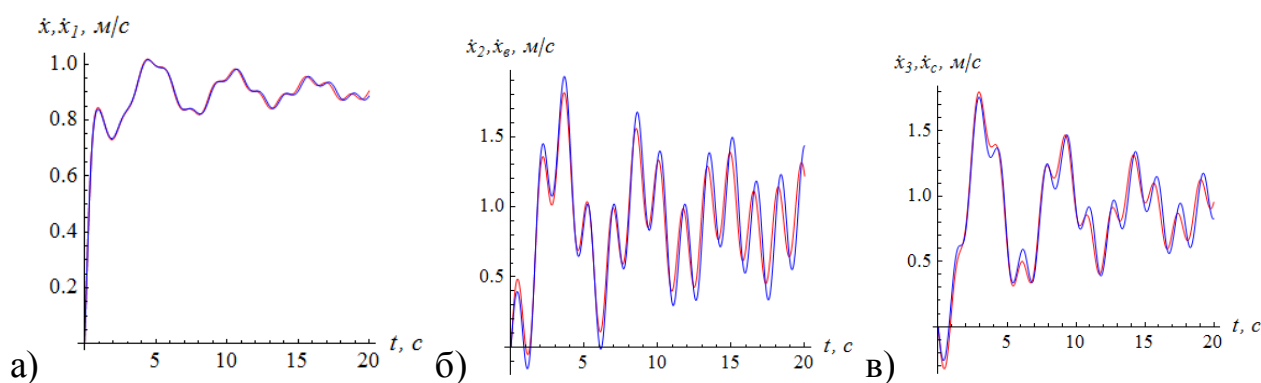


Рис. 2. Графіки функцій швидкостей візка (а), захвата (б) і вантажу (в), де позначено синьою лінією характеристики системи (2), та червоною системи (1).

УДК 630.6.11

## ВИТРАТИ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ

Н. Г. Оларь

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сировиною для виробництва біодизеля є жирні, рідше ефіри олій різноманітних рослин чи водоростей. Більше як з 350 видів рослин світу можна виробляти олії. При виборі сировини варто здійснити комплексний аналіз агротехнічних і хіміко-біологічних параметрів кожної з них, інтенсивність застосування в харчовій промисловості і в соціальній сфері, виходу біодизеля з одиниці сировини з одиниці посівної площі, собівартості сировини і прибутковості виробництва біодизеля.

Для вітчизняних підприємств з виробництва біодизеля є характерною висока мінливість прибутку, який дуже чутливий до змін цін на біосировину. Витрати, на виробництво біосировини прямо пропорційно співвідносяться до

собівартості виробництва біопалива, скільки частка сировини в собівартості біодизеля складала понад 50 %.

Також суттєвий вплив на рівень рентабельності виробництва біодизелю, крім ціни на сировину має продуктивність процесу етерифікації. Зниження продуктивності процесу на 10% зменшує рентабельність на 25%.

Таким чином, зміни цін разом з коливаннями виходу біодизеля здійснюють помітний вплив на рентабельність підприємств по виробництву біопалива.

Ще одним важливим фактом при виробництві біодизелю є побічні продукти після переробки сировини на біодизель. На малопотужних установках із 1 тони олії ріпаку крім гліцерину неочищеного отримують 50 кг калійних добрив. На більш потужних отримують фосфатидний концентрат, соапсок та рідкі комплексні добрива. Такий асортимент побічних продуктів переробки дає можливість отримати додаткові кошти від їх реалізації. Адже концепція нехарчового використання сільськогосподарської продукції включає не тільки виробництво біопалив, а і таких перспективних продуктів як біодобрива. Отже, ще одним чинником рентабельності виробництва біопалива є можливість збуту побічних продуктів переробки (на корм тваринам, реалізація гліцерину тощо)

Витрати на переробку біосировини на біопаливо значною мірою залежать від енергетичної потужності установки (так званого ефекту масштабу).

Витрати на змішування біопалива з мінеральним залежать від частки біопалива в мінеральному. В процесі змішування виникають поточні витрати на нафтопереробних заводах (поставка, заправка, управління, механізм змішування, зберігання та контроль якості) і пристосування до мінерального палива. Витрати на змішування залежать від палива і його технічних можливостей, пристосування до відповідної інфраструктури та основного палива, експортних можливостей біопалива, міжнародної практики змішування. При цьому у разі використання біопалива в чистому вигляді виникають наступні витрати застосування: додаткові витрати на переобладнання двигуна транспортного засобу, додаткових технічних витрат та витрат окремих інфраструктур.

Отже, на вартість біодизеля суттєво впливає вартість рослинної сировини, яка залежить від урожайності олійних культур, вибору виду культури, а також вартість побічних продуктів, які утворюються в процесі виробництва.

УДК 631.1.2

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ**

*С. В. Швець \**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*\*Науковий керівник – член-кор. НААН Д. Г. Войтюк.*

Картопля – одна з основних сільськогосподарських культур, що вирощується в Україні, Вона використовується як продукт харчування, цінний корм для тварин та сировина для промисловості. В Україні посівні площі картоплі у 2012 році склали 1453 тис. га, з них 98% припадали на присадибні ділянки населення та дрібні, фермерські господарства, площа яких же перебільшує 10 га. Це складає 17,9 % від загальної площі господарств. Середня урожайність картоплі досягає 131 ц/г. Приведена структура господарств вимагає створення нових, малогабаритних, недорогих конструкцій машин для вирощування і збирання картоплі.

На сьогодні в основному використовуються технології і засоби механізації, ще радянського виробництва або закордонних фірм. Це пояснюється відсутністю нових конструктивних рішень, які могли бути використані при виробництві перспективної техніки.

Якість бульб і собівартість виробництва картоплі в значній мірі визначається технологічним процесом збирання, на який припадає майже 45-70% всіх затрат. З них 50% це затрати енергії, що йдуть на сепаруючі робочі органи. Такий розподіл енерговитрат пояснюється тим, що в бульбомісткому шарі ґрунту міститься всього 1,5-3 % картоплі; Отже, відділення картоплі від ґрунту призводить до зниження енергозатрат в технологічному процесі, що представляє собою актуальне наукове завдання.

В останній час увага дослідників, що займаються удосконаленням конструкцій картоплезбиральних машин, була зосереджена на створенні пристроїв, які активно діють на підкопаний бульбомісткий шар ґрунту, тим самим сприяють його рихленню та інтенсивному просіюванню на сепаруючих пристроях. Але внаслідок ряду недоліків такі пристрої не знайшли широкого застосування на сучасних картоплезбиральних машинах.

Створення нового пристрою для сепарації картопляного вороху, який працюватиме якісно, високопродуктивно, без пошкоджень, незалежно від умов збирання, обґрунтування його параметрів і дослідження процесу сепарації є актуальною проблемою в галузі механізації сільського господарства і конструювання сільськогосподарських машин для збирання картоплі.

УДК 631.354.3

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ОБЧІСУВАЛЬНОЇ ЖАТКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА**

*С. В. Смолінський, Я. О. Постоногов*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Основними технічними засобами для збирання зернових культур є самохідні високопродуктивні та енергонасичені зернозбиральні комбайни, в процесі роботи яких різальним апаратом жатки зрізується стеблостій зернових

культур, а зрізана хлібна маса подається до молотильно-сепарувального пристрою (МСП), де обмолочується, із вимолоченої маси незернової частини врожаю виділяється вільне зерно, яке разом із вимолоченим зерном у молотильному апараті очищається і завантажується у бункер. При цьому до МСП подається ворох із значним вмістом соломи, що обмежує продуктивність комбайна в цілому.

Одним із можливих способів підвищення ефективності процесу збирання зернових культур комбайнами є застосування обчісувальних жаток, що дозволяє істотно зменшити вміст соломи у воросі внаслідок відділення зерна від стебла на корені. Але відокремити зерно від колоса чи волоті також не просто, оскільки міцність зв'язку зерна з колосом різна і залежить від багатьох факторів, у тому ж числі сорту, і вологості, і виду культури. Більшість обчісувальних пристроїв, що серійно виробляються наразі, відносяться до пристроїв барабанного типу і мають однобарабанну конструкцію, хоча вони не завжди здатні виконати агротехнічні вимоги, що пред'являються до збиральних процесів. У недостатній мірі вивчені і технології обробітку культур із застосуванням збирання методом обчісування. Усе це стримує масове використання технології обчісування і вказує на актуальність проведення досліджень робочого процесу та вдосконалення технологічних схем обчісувальних пристроїв.

Серед питань, які необхідно розглянути при вдосконаленні схеми обчісувальних жаток, є більш ефективне транспортування обчесаного зерна до системи очистки комбайна. Так для транспортування зерна використовуються механічні транспортні системи, насамперед, гвинтового типу, що мають ряд недоліків, серед яких зниження продуктивності при змінних умовах експлуатації, зростання затрат енергії на транспортування і пошкодження зерна. Відомо, що при транспортуванні технологічних матеріалів сільськогосподарського призначення, у тому ж числі і зерна, використовуються пневмо-транспортні установки, робота яких можлива із різними кутами транспортування при простоті монтажу трубопроводів, малих габаритах, високій надійності транспортування, ізоляції від навколишнього середовища, можливості автоматизації, відсутності пошкодження зерна робочими елементами транспортних пристроїв тощо.

Пропонується застосувати для транспортування зерна від обчісувального пристрою жатки до повітряно-решітної системи очищення пневмо-транспортну систему засмоктувального типу. Обчесане зерно захоплюється повітряним потоком від вентилятора при відкиданні лопатями обчісувального барабана і направляється по трубопроводу в циклон, де при необхідності відокремлюються легкі домішки при дії відцентрових сил, а зерно падає вниз на поверхню вирівнювальної дошки МСП.

Запропоноване технічне рішення дозволить забезпечити зниження величини втрат і пошкодження зерна при обчісуванні на стеблі, підвищення надійності робочого процесу та зменшення матеріаломісткості процесу.



УДК 631.354.2.026

## **ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ЯКІСНОГО ЗБИРАННЯ ПОЛЕГЛИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

*С. В. Смолінський*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Серед основних причин високих втрат врожаю при механізованому збиранні зернових культур є змінні характеристики стеблостою, одним із яких є полеглисть зернових культур внаслідок дії природних чинників (зливи, град, сильні вітри), але через недосконалість конструкції жаток зернозбиральних комбайнів стебла певної полеглості залишаються не зрізаними. При збиранні полеглих зернових культур існують істотні технологічні і технічні складності, що призводять до значних втрат врожаю. Аерокосмічні знімки полів показують, що частка площ полів із значною полеглистю хлібостою часто перевищують 50%, а втрати врожаю зерна досягають більше 25% при 75...80% площ з полеглим хлібостоєм.

Селекціонери працюють над виведенням нових високоврожайних сортів зернових культур із міцним стеблом та стійкістю до полягання, але при цьому стебла мають незначну довжину, що призводить до зменшення частки не зернової частини врожаю. В традиційному землеробстві для захисту від дії сильних вітрів на використовуються лісопосадки. Але ці агробіологічні принципи не завжди повністю забезпечують якість збирання полеглих хлібів.

Внаслідок експертної оцінки зазначеної проблеми визначено, що найбільш ефективно для підвищення якості збирання полеглих зернових культур використовувати технологічні та технічні принципи, а саме технологічне налаштування мотовила і жатки в цілому та встановлення перед різальним апаратом стеблепідіймачів.

На сучасних високопродуктивних зернозбиральних комбайнах встановлені стеблепідіймачі таких фірм-виробників як Schumacher (Німеччина), Flexifinger, McKay Empire (Канада) та інші, конструкції яких відрізняються за формою, способом кріплення до бруса, застосуванням додаткових конструктивних елементів тощо, але мають обмеженість в умовах роботи і не завжди дозволяють забезпечити якісне піднімання полеглих стебел.

На основі проведеного аналізу взаємодії різних типів стеблепідіймачів із стеблами колосових зернових культур встановлено, що найбільш перспективними є універсальні пасивні стеблепідіймачі з прутковим робочим органом, які по своєму конструктивному виконанні і кріпленні до бруса жатки комбайна здатні якісно копіювати поверхню поля та адаптовуватися до змінного мікрорельєфу і забезпечити повне піднімання стебел незалежно від напрямку та величини полеглості.

Для якісного піднімання хлібостою стеблепідіймачами необхідно забезпечити динамічну дію внаслідок змінної форми пера або змінного зусилля дії пера стеблепідіймача на стебло. При обґрунтуванні раціонального профілю

пера враховується необхідність збільшення величини сили опору переміщення стебел по робочій поверхні та зниження енергозатрат застосуванням матеріалів із меншим коефіцієнтом тертя і зменшення тривалості контакту стебла із стеблепідіймачем.

Зазначені технологічні та технічні принципи збирання полеглих зернових культур реалізуються в конструкції стеблепідіймача, який складається із основи, що кріпиться віссю до бруса жатки комбайна для можливого поворотного руху в поперечно-вертикальній площині, піднімального пера і дна, яке опирається на поверхню поля за допомогою опорного катка з метою кращого копіювання поверхні поля дном стеблепідіймача. Для компенсації нерівностей поля між основою і дном закріплено пружину, а для забезпечення динамічної дії стеблепідіймача на стебло при підніманні між основою і піднімальним пером встановлено ще один пружний елемент, який також обмежуватиме відгин пера при істотному збільшенні кількості стебел на його поверхні. Жорсткості зазначених пружних елементів обґрунтовуються шляхом динамічного аналізу взаємодії пера зі стеблом та моделювання копіювання дном нерівностей поверхні поля.

Аналізом робочого процесу запропонованого стеблепідіймача встановлено, що його практичне впровадження в конструктивній схемі жатки самохідного зернозбирального комбайна дозволить якісно здійснювати технологічний процес при будь-якій полеглості стеблостою, знизивши при цьому втрати зерна за жаткою, зменшити витрату палива, збільшити годинну продуктивність комбайна та забезпечити якісне збирання зернових культур навіть при збільшеній висоті зрізу. Крім того, цьому пристрою властиві простота конструкції, мінімальна металоємність та незмінність кінематики взаємодії. Всі зазначені переваги дають можливість зробити висновок про економічну та енергетичну доцільність обґрунтованої розробки.

УДК 534

## **ОБґРУНТУВАННЯ ЗМІШАНИХ (ГІБРИДНИХ) ДИСКРЕТНО-КОНТИНУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА**

*В. С. Ловейкін, Ю. В. Човнюк, Л. С. Шимко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Статтю присвячено дослідженню питань пов'язаних з обґрунтуванням змішаних (гібридних) дискретно-континуальних моделей для аналізу процесу транспортування зволоженої зернової маси. Отримані диференціальні рівняння руху динамічних систем змішаного типу, до яких належить зволожена зернова суміш, що рухається під впливом зовнішніх процесів (гравітаційних, обертання, деформаційних).

Отриманні у роботі результати можуть у подальшому слугувати для уточнення, вдосконалення та комп'ютерного моделювання технічних систем з дискретно-континуальними властивостями.

Ключові слова: обґрунтування, змішані, гібридні, дискретно-континуальні моделі, аналіз, процес, транспортування, зволожена зернова маса.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Змішаними (гібридними) умовно називають системи, рух котрих описується взаємозв'язаними звичайними диференціальними рівняннями у частинних похідних [1]. До рівнянь такого типу зводяться різноманітні технічні задачі, моделлю котрих слугує система зв'язаних твердих чи рідких тіл (водних розчинів), зокрема, і зволожена зернова суміш, яку транспортують, використовуючи ту чи іншу технологію (для подальшого вивантаження).

Найпростішим прикладом гібридної системи є задача про рух вільного пружного тіла. Ця задача зазвичай формується наступним чином: кутові рухи тіла відносно центру мас вивчаються у припущенні, що тіло є «квазі-твердим», а пружні коливання здійснюються відносно системи відліку, пов'язаної з ним. При цьому, природно, має місце перекачування енергії даних видів руху (кутових) в інші (коливні рухи пружних частин) і навпаки. При такому трактуванні фізичних явищ кутові рухи «квазітвердого» тіла описуються системою звичайних диференціальних рівнянь у формі Ейлера чи Лагранжа, а пружні поперечні коливання одновимірного об'єкту – системою двох рівнянь у частинних похідних.

(У даному дослідженні «квазітвердим» тілом вважаємо окремо узятую зернину суміші, а її оточення (інші зернини, рідина) – континуальною системою).

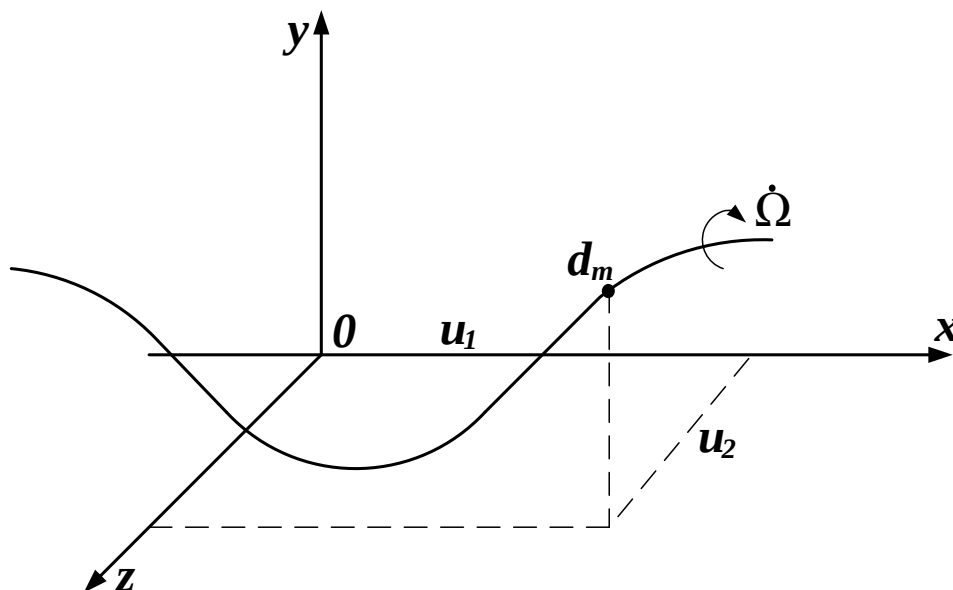


Рис. 1. Геометрія задачі:  $\dot{\Omega}$  – змінна у часі, частота обернена зернині у просторі,  $d_m$  – елемент маси зернової суміші,  $u_{1,2}$  – переміщення вздовж вісей OX та OZ відповідно.

Слід зазначити, що загальною властивістю усякої гібридної системи є наявність у ній взаємодіючих об'єктів (підсистем) зі скінченим чи нескінченим числом степенів вільності руху.

Одним із способів «вдалого» транспортування зернової суміші (особливо зволоженої) для її подальшої обробки (наприклад, вивантаження із бункера) є стабілізація її руху обертанням навколо повздовжньої вісі (рис. 1).

Зрозуміло, що аналіз режимів руху зволоженої зернової суміші та наявності зовнішніх полів впливу у межах дискретно-континуальних (змішаних/гібридних) моделей вимагає подальшого уточнення і вдосконалення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні положення, припущення та методи дискретно-континуального моделювання рухів змішаних/гібридних систем викладені у роботах [1–6]. Результати вказаних робіт будують використані у даному дослідженні.

Формулювання цілі. Мета роботи полягає у обґрунтуванні диференціальних рівнянь руху зволоженої зернової суміші при її транспортуванні й під впливом зовнішніх механічних полів (обертання) у межах змішаних (гібридних) моделей, що адекватно описують дискретно-континуальні властивості (зокрема, коливні) подібних (механічних) систем.

Виклад основного матеріалу дослідження. Позначимо момент інерції тіла (окремо узяті зернини) відносно зв'язаних з ним у недеформованому стані координатних вісей  $O_{xyz}$  із початком у центрі мас недеформованого тіла через  $I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}$ , а деформації згину тіла позначимо через  $U_1, U_2$  (рис. 1).

Кінетична енергія розглядуваної системи складається з трьох складових:

1) кінетична енергія розглядуваної системи кутових рухів «квазітвердого» тіла (зернини), яка визначається за формулою:

$$T_1 = \frac{1}{2} \cdot (I_{xx} \cdot \omega_x^2 + I_{yy} \cdot \omega_y^2 + I_{zz} \cdot \omega_z^2), \quad (1)$$

де:  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  – кутові швидкості тіла відносно відповідних вісей;

2) кінетичної енергії взаємозв'язаних рухів системи:

$$T_2 = \int_{(V)} \rho(x) \cdot \vec{u} [\vec{\omega} \cdot \vec{r}] dx + \int_{(V)} \rho(x) \cdot [\vec{\omega} * \vec{u}]^2 dx = \int_{(V)} \rho(x) \cdot \{u_1 \cdot (\omega_z \cdot x - \omega_x \cdot u_2) + u_2 \cdot (\omega_x \cdot u_1 - \omega_y \cdot x)\} dx + \int_{(V)} \rho(x) \cdot \{u_2^2 \cdot (\omega_x^2 + \omega_y^2) + u_1^2 \cdot (\omega_x^2 + \omega_z^2) - 2\omega_y \cdot \omega_z \cdot u_1 \cdot u_2\} dx, \quad (2)$$

де:  $\vec{r} = \vec{r} + \vec{u}$ ;  $\vec{r}$  – радіус-вектор, який визначає положення елементу  $dr$  недеформованого тіла;  $\vec{u} = \vec{u}(x, u_1, u_2)$  – вектор пружних деформацій довжини;  $\rho(x)$  – маса одиниці довжини;  $\vec{\omega} = (\omega_x, \omega_y, \omega_z)$  – вектор кутової швидкості руху;

3) кінетичної енергії пружних деформацій (відносно руху), котра визначається по формулі:

$$T_3 = T_r = \frac{1}{2} \cdot \int_{(V)} \rho(x) \cdot (\vec{u} \cdot \vec{u}) dx, \quad (3)$$

У формулах (2), (3) квадратні дужки символізують векторний добуток величин, що стоять всередині них, а круглі – скалярний добуток векторів, котрі розміщені всередині.

Повна кінетична енергія обертально-поступальних рухів визначається за формулою:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{1}{2} \cdot (I_{xx} \cdot \omega_x^2 + I_{yy} \cdot \omega_y^2 + I_{zz} \cdot \omega_z^2) + \int_{(V)} \rho(x) \cdot \{ \dot{u}_1 \cdot (\omega_z \cdot x - \omega_x \cdot u_2) + \dot{u}_1 \cdot (\omega_x \cdot u_1 - \omega_y \cdot x) + (\omega_x^2 + \omega_y^2) \cdot u_2^2 + (\omega_x^2 + \omega_z^2) \cdot u_1^2 - 2\omega_y \cdot \omega_z \cdot u_1 \cdot u_2 \} dx + \frac{1}{2} \cdot \int_{(V)} \rho(x) \cdot (\vec{U} \cdot \vec{U}) dx, \quad (4)$$

Потенціальна енергія пружних деформацій визначається за формулою:

$$\Pi = \frac{1}{2} \cdot \int_{(V)} E \cdot I \{ (\frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2})^2 + (\frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2})^2 \} dx \quad (5)$$

де:  $E \cdot I$  – згінна жорсткість континуальної підсистеми.

Рівняння пружних коливань записуються за принципом Остроградського - Гамільтона:

$$\frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial \tau^2} + \frac{1}{\rho(x)} \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} (EI \cdot \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial x^2}) + [2\vec{\omega} \cdot \frac{\partial \vec{u}}{\partial \tau}] + [\dot{\vec{\omega}} \cdot \vec{r}] + [\vec{\omega} \cdot [\vec{\omega} \cdot \vec{r}]] = 0. \quad (6)$$

Приймаючи до уваги явні вирази кінетичної і потенціальної енергії (4), (5) та обчислюючи похідні, які входять у рівняння (6), матимемо систему диференціальних рівнянь, які описують взаємозв'язані обертально-коливні рухи [1] (з урахуванням викривлень і неточностей).

$$\left\{ \begin{aligned} & A \cdot \dot{\omega}_x + (B - C) \cdot \omega_y \cdot \omega_z - (\dot{\omega}_y - \omega_x \cdot \omega_z) \times \\ & \times \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_1 dx - (\dot{\omega}_z - \omega_x \cdot \omega_y) \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_2 dx = 0; \\ & B \cdot \dot{\omega}_y - (C - A) \cdot \omega_x \cdot \omega_z - \int_{-1/2}^{1/2} \rho x \cdot \dot{W}_2 dx - \omega_x \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x \cdot W_1 dx - \\ & - (\dot{\omega}_x - \omega_y \cdot \omega_z) \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_1 dx = 0; \\ & C \cdot \dot{\omega}_z + (B - A) \cdot \omega_x \cdot \omega_y + \int_{-1/2}^{1/2} \rho x \cdot \dot{W}_1 dx - \omega_x \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x \cdot W_2 dx - \\ & - (\dot{\omega}_x - \omega_y \cdot \omega_z) \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_2 dx - \omega_y^2 \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_1 dx = 0; \end{aligned} \right. \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{\partial^2 u_1}{\partial \tau^2} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} (EI \cdot \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2}) - 2\omega_x \cdot \frac{\partial u_2}{\partial \tau} - \omega_x^2 \cdot u_1 + (\dot{\omega}_z - \omega_x \cdot \omega_y) \cdot x + \\ & + (\dot{\omega}_x - \omega_y \cdot \omega_z) \cdot u_2 - \omega_z^2 \cdot u_1 = 0; \\ & \frac{\partial^2 u_2}{\partial \tau^2} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} (EI \cdot \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2}) - 2\omega_x \cdot \frac{\partial u_1}{\partial \tau} - \omega_x^2 \cdot u_2 + (\dot{\omega}_y - \omega_x \cdot \omega_z) \cdot x + \\ & + (\dot{\omega}_x - \omega_y \cdot \omega_z) \cdot u_1 - \omega_y^2 \cdot u_2 = 0; \end{aligned} \right. \quad (8)$$

У цих рівняннях введені наступні позначення [1]:

$$W_1 = \dot{u}_1 - \omega_x \cdot u_2; \quad W_2 = \dot{u}_2 + \omega_x \cdot u_1; \quad A = I_{xx}; \quad B = I_{yy} + \int_{(V)} \rho x^2 dx; \quad (9)$$

$$\int_{(V)} = \int_{-1/2}^{1/2}.$$

Граничні умови для функцій  $u_1$  та  $u_2$  будуть:

$$\begin{aligned} \text{при } x = -\frac{1}{2} & \left\{ EI \cdot \frac{\partial^2 u_i}{\partial x^2} = 0; \frac{\partial}{\partial x} \left( EI \cdot \frac{\partial^2 u_i}{\partial x^2} \right) = 0, \quad i = 1, 2. \right. \\ \text{при } x = \frac{1}{2} & \end{aligned} \quad (10)$$

Розглянемо випадок, коли тіло стабілізоване швидким обертанням навколо вісі  $O_x$ , причому кутова швидкість  $\omega_x \gg \omega_y, \omega_z$  (тобто можна ввести явний малий параметр  $\varepsilon \approx \left( \frac{\omega_y}{\omega_x}, \frac{\omega_z}{\omega_x}, \frac{\sqrt{\omega_y^2 + \omega_z^2}}{\omega_x} \right), \varepsilon \ll 1$ .

За такого припущення у рівняннях (7), (8) можна виділити малі члени, пропорційні  $\varepsilon \ll 1$ , і подати їх у наступному вигляді:

$$\begin{cases} \dot{\omega}_x = \varepsilon \cdot F_1(\omega_x, \omega_y, \omega_z, u_1, u_2) \\ \dot{\omega}_y - \lambda_{1i}, \omega_{xi}, \omega_z = \varepsilon \cdot F_2(\omega_x, \omega_y, \omega_z, u_1, u_2, \dot{u}_1, \dot{u}_2); \\ \dot{\omega}_z + \lambda_{2i}, \omega_{xi}, \omega_z = \varepsilon \cdot F_3(\omega_x, \omega_y, \omega_z, u_1, u_2, \dot{u}_1, \dot{u}_2); \end{cases} \quad (11)$$

$$\begin{cases} \ddot{u}_1 + \frac{1}{q} \cdot EI \cdot u_1^{(IV)} - 2\omega_x \cdot \dot{u}_2 - \omega_x^2 \cdot u_1 = -(\dot{\omega}_z + \omega_x \cdot \omega_y) \cdot x = \\ = G_1(\omega_x, \omega_y, \dot{\omega}_z, x); \\ \ddot{u}_2 + \frac{1}{q} \cdot EI \cdot u_2^{(IV)} - 2\omega_x \cdot \dot{u}_1 - \omega_x^2 \cdot u_2 = (\dot{\omega}_y - \omega_x \cdot \omega_z) \cdot x = \\ = G_2(\omega_x, \dot{\omega}_y, \omega_z, x). \end{cases} \quad (12)$$

У рівняннях (11), (12) прийняті наступні позначення:

$$\begin{cases} \varepsilon F_1 = (\dot{\omega}_y - \omega_x \cdot \omega_z) \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_1 dx + (\dot{\omega}_z + \omega_x \cdot \omega_y) \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_2 dx - \\ - \frac{B-C}{A} \cdot \omega_y \cdot \omega_z; \\ \lambda_1 = \frac{C-A}{B}; \lambda_2 = \frac{B-A}{C}; \end{cases} \quad (13)$$

$$\varepsilon F_2 = \int_{-1/2}^{1/2} \rho x \cdot \dot{W}_2 dx + \omega_x \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x \cdot W_1 dx + (\dot{\omega}_x + \omega_y \cdot \omega_z) \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_1 dx; \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon F_3 = & - \int_{-1/2}^{1/2} \rho x \cdot \dot{W}_1 dx + \omega_x \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x \cdot W_2 dx + (\dot{\omega}_x + \omega_y \cdot \omega_z) \times \\ & \times \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_2 dx + \omega_y^2 \cdot \int_{-1/2}^{1/2} \rho x u_1 dx. \end{aligned} \quad (15)$$

Для дослідження рухів, які описуються рівняннями (11), (12), використаємо метод збурень.

При  $\varepsilon = 0$  рівняння обертальних рухів:

$$\dot{\omega}_x = 0; \dot{\omega}_y - \lambda_1 \cdot \omega_x \cdot \omega_z = 0; \dot{\omega}_z + \lambda_2 \cdot \omega_x \cdot \omega_y = 0 \quad (16)$$

мають розв'язки:

$$\omega_x = \Omega = \text{const}; \omega_y = \Phi \cdot \alpha_1 \cdot \sin(xt + \delta); W_z = \alpha \cdot \Phi \cdot \cos(\alpha t + \delta), \quad (17)$$

де:  $\Phi$  – «нормована» амплітуда коливань частот  $\omega_y$  й  $\omega_z$ ;

$\delta$  – «нормована» фаза вказаних коливань;  $\alpha_1 = \lambda_1 \cdot \Omega$ ;  $\alpha_2 = \lambda_2 \cdot \Omega$ ;

$$\alpha = \sqrt{\alpha_1 \alpha_2} = \sqrt{\lambda_1 \lambda_2} \cdot \Omega = \sqrt{\frac{(C-A)(B-A)}{BC}} \cdot \Omega; \quad C > B > A. \quad (18)$$

Розглядаючи розв'язки незбуреної системи (11) як породжуючи при дослідженні збуреного руху, перетворимо рівняння обертальних рухів до стандартної форми у змінних  $\omega_x$ ,  $\phi$  та  $\delta$ . У відповідності з методом збурень матимемо:

$$\begin{cases} \dot{\omega}_x = \varepsilon \cdot F_1; \dot{\phi} = \varepsilon \cdot \left( \frac{1}{\varepsilon_1} \cdot F_2 \cdot \sin \theta + \frac{1}{\varepsilon} F_3 \cdot \cos \theta \right); \\ \phi \cdot \dot{\delta} = \varepsilon \cdot \left( \frac{1}{\varepsilon_1} \cdot F_2 \cdot \cos \theta - \frac{1}{\varepsilon} F_3 \cdot \sin \theta \right), \end{cases} \quad (19)$$

де:  $\theta = \varepsilon \cdot \Omega \cdot t + \delta$ .

Розглянемо спочатку випадок  $C = B > A, \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$ .

Розв'язки рівняння (12) знаходимо у виді:

$$u_1 = \sum_j^\infty U_j(x) \cdot \xi_j(t); u_2 = \sum_j^\infty U_j(x) \cdot \eta_j(t). \quad (20)$$

Підставляючи розв'язки (20) у ліві частини рівнянь (12), множачи праву й ліву частини цих рівнянь на  $U_j(x)$  та інтегруючи їх по змінній  $x$ , матимемо із врахуванням формул (10) наступну систему звичайних диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \dot{W}_{1j} + k_j^2 \cdot \xi_j - \Omega \cdot W_{2j} = H_j \cdot \phi \cdot \Omega \cdot \varepsilon \cdot (\varepsilon - 1) \cdot \sin \theta; \\ \dot{W}_{2j} + k_j^2 \cdot \eta_j + \Omega \cdot W_{1j} = H_j \cdot \phi \cdot \Omega \cdot \varepsilon \cdot (\varepsilon - 1) \cdot \cos \theta, \quad j = 1, 2, 3 \dots, \end{cases} \quad (21)$$

де:  $W_{1j} = \dot{\xi}_j - \Omega \cdot \eta_j$ ;  $W_{2j} = \dot{\eta}_j + \Omega \cdot \xi_j$ ;  $H_j = \int_{(1)} U_j x dx$ ,  $j = 1, 2, 3 \dots$ ,

$\lambda_j^0 = k_j \cdot \sqrt{EI/\rho}$  - власні частоти пружного тіла, яке не обертається;  $k_j$  - числа, які визначаються при  $EI = \text{const}$  з рівняння (трансцендентного типу):

$$\text{ch}(kl) \cdot \cos(kl) - 1 = 0. \quad (22)$$

Збережемо у рівняннях (21)  $N$  перших форм пружних коливань. Система однорідних рівнянь (21), яка описує власні коливання пружного тіла (зернини), що обертається, має наступні частинні розв'язки:

$$\begin{cases} W_{1j} = A_1^j \cos \lambda_j^{(1)} t; \quad W_{2j} = A_2^j \sin \lambda_j^{(2)} t; \\ \xi_j = A_3^j \sin \lambda_j^{(3)} t; \quad \eta_j = A_4^j \cos \lambda_j^{(4)} t, \end{cases} \quad (23)$$

де власні частоти системи  $\lambda_j^{(k)}$  визначаються з характеристичного рівняння:

$$\lambda_j^{(4)} + 2 \cdot (\Omega^2 + \lambda_j^{(0)}) \lambda_j^{(2)} + (\Omega^2 - \lambda_j^{(0)}) = 0. \quad (24)$$

Тоді,

$$\lambda_j^{(1)} = \lambda_j^{(0)} + \Omega; \lambda_j^{(2)} = \lambda_j^{(0)} - \Omega; \lambda_j^{(3)} = -\lambda_j^{(0)} - \Omega; \lambda_j^{(4)} = -\lambda_j^{(0)} + \Omega. \quad (25)$$

Додатні знаки  $\Omega$  відповідають прямій, від'ємні - зворотній процес вільного тіла (зернини).

Резонанс виникає при  $\lambda_j^{(k)} = \varepsilon \cdot \Omega = \Lambda$ , тобто при:

$$\lambda_j^0 \pm \Omega = \sqrt{\frac{(C-A) \cdot (B-A)}{BC}} \cdot \Omega, \quad (26)$$

а кутові швидкості  $\Omega = \frac{\lambda_j^0}{\varepsilon+1}$  є критичними.



Припустимо, що природні та масові характеристики тіла (зернини) вираховуються таким чином, що резонанс у системі відсутній. Тоді параметри  $W_j^k$  ( $k = 1, 2$ ),  $\xi_j$ ,  $\eta_j$  при вимушених коливаннях визначаються за формулами:

$$\begin{cases} W_{1j} = B_1^{(j)} \cdot \cos\theta; & W_{2j} = B_2^{(j)} \cdot \sin\theta; & \xi_j = B_2^{(j)} \cdot \sin\theta; \\ \eta_j = B_4^{(j)} \cdot \cos\theta; & \theta = \omega\Omega t + \delta. \end{cases} \quad (27)$$

Амплітуди вимушених коливань  $B_k^{(j)}$ ,  $k = \overline{1, 4}$  у нерезонансному випадку для несиметричного несучого тіла мають види:

$$\begin{cases} B_1^{(j)} = -B_2^{(j)} = \frac{1}{\Delta} \left\{ (P_1^{(j)} \cdot \Lambda - P_2^{(j)} \cdot \omega_x) k_j^2 + (P_1^{(j)} \cdot \Lambda + P_2^{(j)} \cdot \omega_x) \times \right. \\ \left. \times (\omega_x^2 - \Omega^2) \right\}; \\ B_3^{(j)} = B_4^{(j)} = \frac{1}{\Delta} \left\{ P_1^{(j)} \cdot (k_j^2 - \omega_x^2 - \Lambda^2) - 2P_2^{(j)} \cdot \Lambda \cdot \omega_x \right\}, \end{cases} \quad (28)$$

де:  $\Delta = \Lambda^4 - 2 \cdot (\omega_x^2 + k_j^2) \cdot \Lambda^2 + (\omega_x^2 - k_x^2) \neq 0$ ;

$$P_1^{(j)} = \phi \cdot \omega_x \cdot \lambda_1 (\lambda_2 - 1); \quad P_2^{(j)} = \phi \cdot \omega_x \cdot \lambda_2 (\lambda_1 - 1).$$

У випадку симетричного тіла ( $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ ):

$$P^{(j)} = P_1^{(j)} = P_2^{(j)} = \phi \cdot \omega_x \cdot \lambda \cdot (\lambda - 1), \quad (29)$$

тоді формули (28) набувають більш простого вигляду:

$$\begin{cases} B_1^{(j)} = -B_2^{(j)} = \frac{P^{(j)} \cdot (\Lambda - \omega_x)}{\Delta} (k_j^2 - (\omega_x + \Lambda)^2); \\ B_3^{(j)} = B_4^{(j)} = \frac{P^{(j)}}{\Delta} \cdot \{k_j^2 - (\omega_x + \Lambda)^2\}. \end{cases} \quad (30)$$

Підставляючи змінні  $W_{1j}$ ;  $W_{2j}$ ;  $\xi_j$ ;  $\eta_j$  з формули (27) у формули (13) - (15), матимемо:

$$\begin{cases} \varepsilon \cdot F_1 = \left\{ (P_2^{(j)} - P_1^{(j)}) \cdot \sum_{j=1}^N \delta^{(j)} \cdot B_3^{(j)} - \frac{B-C}{A} \cdot \phi^2 \cdot \lambda_2 \lambda_1 \right\} \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta; \\ \varepsilon \cdot F_2 = \left\{ -(\Lambda - \omega_x)^2 \cdot \cos\theta + \phi^2 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \sin^2\theta \cdot \cos\theta \right\} \times \\ \times \sum_{j=1}^N \delta^{(j)} \cdot B_3^{(j)}; \\ \varepsilon \cdot F_3 = \left\{ -(\Lambda - \omega_x)^2 \cdot \sin\theta + \phi^2 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \sin\theta \cdot \cos^2\theta + \right. \\ \left. + \phi^2 \cdot \lambda_1^2 \sin^3\theta \right\} \times \\ \times \sum_{j=1}^N \delta^{(j)} \cdot B_3^{(j)}. \end{cases} \quad (31)$$

Усереднюючи праві частини рівнянь (19) із врахуванням функцій  $F_i$ ,  $i = \overline{1, 3}$ , з (31) матимемо рівняння першого наближення:

$$\left\{ \frac{d\Omega}{dt} = 0; \quad \frac{d\phi}{dt} = 0; \quad \phi \cdot \frac{d\delta^{(j)}}{dt} = \left\{ \left( \frac{1}{2\lambda_2} - \frac{1}{2\lambda_1} \right) \cdot (\Lambda - \Omega)^2 + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{8} \phi^2 \cdot \left( \lambda_1 - \lambda_2 - 3 \cdot \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2} \right) \right\} \sum_{j=1}^N \delta^{(j)} \cdot B_3^{(j)} \right\}. \quad (32)$$

З рівнянь випливає, що у першому наближенні кутова швидкість власного обертання  $\Omega$  й амплітудні значення  $\phi$  поперечних складових кутових швидкостей  $\omega_y, \omega_z$  залишаються постійними, а змінюється лише фаза  $\delta^{(j)}$ .

Для симетричного несучого тіла ( $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ ) рівняння (32) мають вид:

$$\frac{d\Omega}{dt} = 0; \quad \frac{d\phi}{dt} = 0; \quad \frac{d\delta^{(j)}}{dt} = -\frac{3\phi \cdot \lambda}{8} \cdot \sum_{j=1}^N \delta^{(j)} \cdot B_3^{(j)}, \quad (33)$$



або  $\Omega = \Omega_0 = \text{const}; \phi = \phi_0 = \text{const};$

$$\frac{d\delta^{(j)}}{dt} = -\frac{3}{8} \cdot \phi_0^2 \cdot \lambda^2 \cdot (\lambda - 1) \cdot \Omega \cdot \sum_{j=1}^N \frac{\delta^{(j)}}{\Delta} \cdot [k_j^2 - (\omega_x + \Lambda)^2]. \quad (34)$$

З рівнянь (32) й (33) випливає, що у нерезонансному випадку (при  $\Lambda \neq \lambda_j^{(k)}, k = (1,4)$ ) пружне тіло, що обертається, здійснює вимушені коливання з амплітудами  $B_3^{(j)}$ , котрі визначаються за формулами (28) - (30). Амплітуди пропорційні максимальним поперечним кутовим швидкостям  $\phi_0$  й залежать від параметрів  $\lambda_1$  й  $\lambda_2$ , які характеризують геометрію мас тіла (окремої зернини). Разом з тим, з рівнянь (32)–(34) випливає, що згінні коливання, судячи з першого наближення, не впливають на характер прецесійного руху вільного пружного тіла (зернини).

Висновок. Обґрунтована математична модель у вигляді системи диференціальних рівнянь (звичайних та у частинних похідних), які адекватно описують динаміку та процес транспортування зволоженої зернової маси під впливом зовнішніх механічних процесів і враховує її дискретно-континуальні властивості.

Отримані у роботі результати можуть у подальшому слугувати для уточнення, вдосконалення та комп'ютерного моделювання технічних систем з дискретно-континуальними властивостями.

#### Список використаних джерел

1. Гробов В. А. Теория колебаний механических систем / В. А. Гробов. – К.: Вища школа. Главное изд-во, 1982. – 183 с.
2. Филиппов А. П. Колебания механических систем / А. П. Филиппов. – К.: Наукова думка, 1965. – 715 с.
3. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле / С. П. Тимошенко. – М.: Физматгиз, 1959. – 439 с.
4. Пановко Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем / Я. Г. Пановко, И. И. Губанова. – М.: Физматгиз, 1979. – 381 с.
5. Карман Т. Математические методы в инженерном деле / Т. Карман, М. Био. – М. – Л.: Гостехиздат, 1946. – 423 с.
6. Вибрации в технике. Справочник. – М.: Машиностроение, 1978. Т. 1. – 1979. – 350 с. ; Т. 2. – 1980. – 351 с. Т. 3. – 1980. – 544 с.

УДК 631.355.3

## АДАПТОВАНИЙ КАЧАНОВІДРИВНИЙ ПРИСТРІЙ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

С. В.Смолінський, О. М. Супрун

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кукурудза є важливою продовольчою, кормовою і сировинною сільськогосподарською культурою та другою після пшениці у світі по посівним

площам. Кінцевою операцією в процесі вирощування кукурудзи є збирання, при якому використовують спеціальні кукурудзозбиральні комбайни або універсальні зернозбиральні комбайни зі спеціальними приставками.

Однією із основних операцій при роботі машин для збирання кукурудзи на зерно є відривання качанів від стебла, для виконання якої призначені качановідривні пристрої. Незалежно від марки і типу кукурудзозбиральних машин качановідривні пристрої виконують послідовно захоплення і протягування стебла, відривання качана від стебла та його транспортування. Найбільшого поширення в конструкціях машин набули качановідривні пристрої, які складаються із двох вальців, що обертаються назустріч один одному і двох нерухомих стриперних пластин. В процесі роботи вальцями захоплюються стебла окремо взятого рядка і протягуються між зазорами пластин, які при взаємодії з качаном відривають його. Але ряд факторів таких як відхилення положення стебла від осі рядка, діаметр качана, діаметр стебла, висота розміщення на стеблі качанів, кут розміщення качана на стеблі та полеглість стебла істотно впливають на якість збирання. Оскільки характеристики культури по площі поля варіюються, а, отже, і характер взаємодії робочих органів із технологічним матеріалом дещо відрізняється, то важливо при розробці та вдосконаленні качановідривних пристроїв на основі аналізу і синтезу обґрунтувати адаптований робочий орган, який забезпечував би ефективне, тобто з мінімізацією пошкодження, втрат качанів, і енергоощадне виконання збирання при змінних характеристиках. Для цього обґрунтовано цілий ряд технічних рішень, серед яких розділення процесів захоплення та відривання качанів, застосування вібраційних пристроїв і встановлення нерухомих пластин тощо, але внаслідок додаткового удару та особливостям взаємодії матеріалу з рифами вальців або іншими конструктивними елементами, встановлено обмеженість продуктивності виконання процесу.

На основі проведеного аналізу особливостей взаємодії качанів і стебла з качановідривним пристроєм пропонується з метою підвищення якісних показників і продуктивності кукурудзозбиральних машин змінити рух стебла в пристрої при захопленні і обриванні на поступальний із додатковим його повертанням. Це можливо досягнути шляхом застосування протягувальних вальців із різним кроком навивки або частотою обертання та зі встановленням стриперних пластин під кутом на пружній основі, що дозволить інтенсифікувати процес якісного відривання качанів від стебла навіть при змінних характеристиках культури.

Ефективність транспортування качанів у пристрої залежить від типу транспортуючих пристроїв і їх кінематичних та конструктивних параметрів. В більшості конструкцій качановідривних пристроїв для транспортування качанів використовуються лапчасті транспортери із ланцюговим тяговим елементом. Для транспортування обірваних качанів у обґрунтованому пристрої пропонується використовувати лапчасті транспортери із пасовим тяговим елементом, який найкраще адаптовуватиметься під конструктивні особливості пристрою.

Проведений аналіз робочого процесу обґрунтованого пристрою дозволяє зробити висновки про його адаптованість до умов роботи та різних сортів і гібридів внаслідок застосування пружин і їх вібраційної дії на качан (робочі органи забезпечуватимуть захват стебел незалежно від сорту кукурудзи та їх вологості), підвищення продуктивності, транспортуючої здатності качановідривних пристроїв та підвищення надійності виконання процесу.

УДК 532.7.

## **ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОМУ ПРОЦЕСІ АГРАРНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

*Ю. О. Ткачук*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Досягнення відповідності результатів вищої освіти потребам всіх цільових груп, на які працює освітня галузь економіки України, визначає якість послуг в цілому. Лідерські позиції сьогодні належать тим людям, організаціям і країнам, які володіють найсучаснішою інтерактивною інформацією, вміють її одержувати, аналізувати й ефективно використовувати. Одними із найважливіших критеріїв ознак фахівців різних спеціальних підготовок був і залишається рівень їх професіоналізму, який досить складно досягти при структурі вертикальної організації системи вищої освіти та її галузевому поділі, що вже не відповідають вимогам сьогодення. Тому слід розширювати фундаментальність та широкопрофільність базової освіти, збільшувати її варіативність та міждисциплінарність, що є властивим для більшості європейських систем підготовки спеціалістів.

Серед традиційних форм та методик навчання у педагогічній практиці все частіше використовуються інтерактивні технології. Ця затребуваність пояснюється тим, що таке навчання спрямовано на підвищення пізнавальної активності студентів, посилення діяльнісного підходу в навчанні і реалізацію спільної діяльності, націленої на кооперативну обробку навчальної інформації з виробленням нових знань особисто кожним студентом в оптимальному тільки для нього режимі.

Особливої уваги заслуговує сучасний стан, проблеми впровадження і перспективи інтерактивних технологій в освіті аграрних вищих навчальних закладів. Проблема використання саме інтерактивних технологій у процесі навчання є досить складною та багатогранною у плані визначення підходів до класифікації, сутності, значення.

Інтерактивні технології навчання студентів визначаємо як такі, що забезпечують включення студентів у процес навчання за рахунок добору й використання сукупності інтерактивних форм, методів, прийомів, методик,

засобів навчання, що дозволяють гарантовано досягти запланованого результату, забезпечити зворотній зв'язок, право вибору, двоспрямованість спілкування, оптимальне врахування життєвого і професійного досвіду тих, хто навчається.

На сучасному етапі розвитку педагогічної теорії поняття «інтерактивне навчання» здебільшого розглядається як: навчання, побудоване на взаємодії студента з навчальним оточенням, навчальним середовищем; навчання, що ґрунтується на психології людських взаємин і взаємодій; навчання, сутність якого полягає в організації спільного процесу пізнання, коли знання здобуваються в спільній діяльності через діалог студентів між собою й викладачем.

Отже, інтерактивне навчання це спеціальна форма організації пізнавальної діяльності, яка має конкретну, передбачувану мету – створити комфортні умови навчання, за яких кожен студент відчуває свою успішність, інтелектуальну спроможність.

УДК 631.3

## **СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ**

*О. О. Броварець, О. І. Грузін*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На сучасному етапі розвитку сільського господарства, а також згідно науово технічного процесу потрібно впроваджувати новітні системи точного землеробства за допомогою яких суттєво зменшаться комплексні витрати господарства, а також можливо провести моніторинг врожайності та стану сільськогосподарських угідь. При визначенні параметрів електропровідності ґрунту можливо провести моніторинг параметрів стану сільськогосподарських угідь та згідно цих даних створити картографічну карту поля. Після проведення визначення параметрів (ЕГ) створюють карти врожайності та параметрів стану сільськогосподарських угідь. Після взяття проб ми можемо визначити в якій точці поля необхідно внести певну кількість органічних та мінеральних добрив це забезпечить підвищення врожайності поля, а також покращення екологічного стану сільськогосподарського угіддя. Тому значення параметрів електропровідності ґрунту є досить важливими для кожного господарства тому що це зменшить енергоємні витрати господарства, а також дозволить вирощувати тільки екологічно чисту продукцію.

Одним із ключових етапів сучасних технологій сільськогосподарського виробництва (рис. 1) є моніторинг агробіологічного та фітосанітарного стану сільськогосподарських угідь: перед сівбою, протягом вегетації та при збиранні урожаю.

Відтак, регулярний контроль стану сільськогосподарських угідь повинен бути одним із ключових елементів сільськогосподарського виробництва.

В сучасному сільському господарстві та зокрема в землеробстві визначення електропровідності ґрунту ще не набуло широкого попиту, але з розвитком сучасних тенденцій кожного року все більше сільськогосподарських підприємств та господарств розпочинають застосовувати та впроваджувати у власному виробництві сучасні методи точного землеробства та поки що на дослідницькому рівні впроваджують дослідження параметрів стану сільськогосподарських угідь за допомогою електропровідності ґрунту. За допомогою досліджених даних з електропровідності ґрунту спроектовані картографічні карти поля що значною мірою візуально зображують стан поля та внесення необхідної кількості поживних речовин та вологи щоб забезпечити оптимальну врожайність сільськогосподарських культур які будуть зокрема вирощуватися на даному сільськогосподарському угідді.

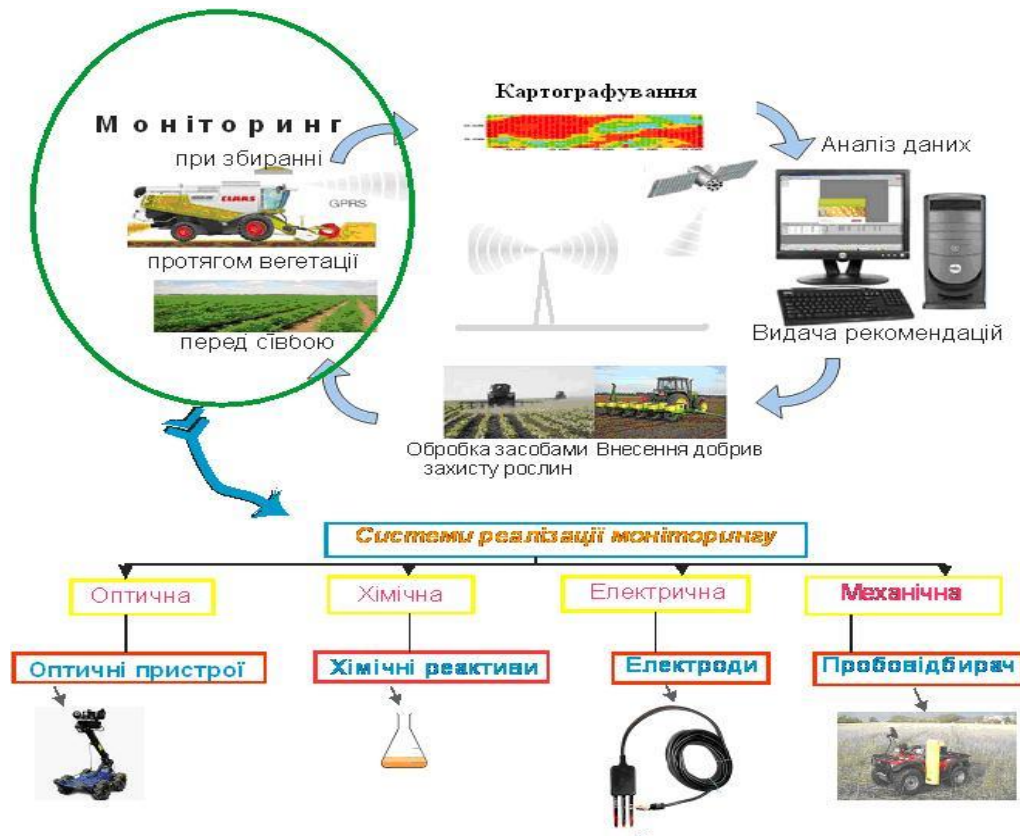


Рис. 1. Схема реалізації технологій точного землеробства.

Всім відомо що рослина споживає корисні речовини що містяться в ґрунті тому з кожним роком вміст поживних речовин в ґрунті зменшується, тому необхідно поповнити вміст поживних речовин в ґрунт не тільки згідно агротехнічних вимог, а й згідно отриманих даних виявлених при дослідженні електропровідності ґрунту, класична технологія внесення добрив згідно агротехнічних вимог передбачає внесення певних органічних та мінеральних добрив рівномірним шаром та певної консистенції по всій площі сільськогосподарського угіддя дана технологія не може в повній мірі

задовольнити сучасні потреби екомистами та підвищення врожайності в цілому, тому необхідно застосовувати сучасні технології в рослинництві. При створенні картографічних карт на внесення добрив ми можемо побачити та зрозуміти в якій частині поля необхідно внести більше чи менше поживних речовин дана технологія буде мати позитивний економічний ефект, а також ощадною до екологічних норм, також дану технологію потрібно застосовувати і для проведення сівби сільськогосподарських культур. Тому перспектива розвитку даної технології є досить потужною і прогресивною і застосування її в господарствах та підприємствах набуває широкого застосування.

УДК 631.3

## **ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТА ЗБИРАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

*О. О. Броварець, Д. В. Дубина*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Ефективність сучасного сільськогосподарського виробництва залежить від впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Тому сучасне сільськогосподарське виробництво зорієнтоване на сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур. У цьому аспекті важливе місце займає технологія STRIP-TILL – це система ресурсозберігаючого землеробства, яка поєднує переваги нульової і традиційної технології. Згідно технології STRIP-TILL поживні речовини розміщуються прямо в кореневій зоні культури на необхідних глибинах і ми «не годуємо» бур'яни. Розвиваючи технологію STRIP-TILL, як повноцінний елемент точного землеробства, відбувається економія мінеральних добрив при оптимальному їх використанні. Зрозуміло, що такі економічні аспекти привабливі для сільгоспвиробників.

Технологія STRIP-TILL – це землеробство, що дозволяє оперативно економити і розвиватися. Одні агротехнічні прийоми даної технології дають надбавку врожайності 5-10%. Окрім того, вона економічно ефективна. Так за один прохід агрегату тут можна зробити те, що використанням традиційної технології вимагає п'ять проходів агрегатів і все це за рахунок того, що можна раніше «зайти» ґрунтообробній техніці в поле, якісно висіяти насіння та забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослини. Смуги утворені в наслідок використання технології STRIP-TILL прогріваються краще, ніж суцільно оране поле. Це дозволяє у південних регіонах раніше посіяти культуру, таким чином рослина встигає сформуватися і успішно пережити засуху. Крім того технологія STRIP-TILL не тільки зберігає рослину, але й ґрунт перешкоджаючи водній та повітряній ерозії, затримує сніг на полях. Зниження об'ємів ерозії - важливий аргумент технології STRIP-TILL.



Смугова (комбінована) технологія обробки ґрунту STRIP-TILL застосовується з використанням технологій точного землеробства. Технологія обробки ґрунту STRIP-TILL є альтернативою нульової обробки NO-TILL, при якій обробляється тільки вузька смуга для сівби (15-25см), з утворенням невеликого гребеня. А близько двох третин поля залишається не обробленими. Причому сівба може проводитися звичайними (нестерньовими) сівалками [2].

Найпоширеніше устаткування для смугової ґрунтообробки включає поєднання функціональних елементів і, як правило, складається з: дренаера, ріжучих сошників, бермових фрез і, іноді, ряду пристроїв для очищення.

Робота на великій кількості ґрунтів, кліматичних зон і сільськогосподарських угіддях – ось що робить розробку пристроїв ґрунтообробки за технологією STRIP-TILL такою цікавою (рис. 1).



Рис. 1. Робота ґрунтообробного знаряддя за технологією STRIP-TILL.

Жодна машина для смугової ґрунтообробки за технологією STRIP-TILL ніколи не буде повсюдним рішенням для всіх природнокліматичних регіонів. Адже немає і не може бути універсальних рекомендацій для всіх кліматичних зон. Кожна кліматична зона має свої особливості: тип ґрунту, кількість опадів, і поширеність шкідників тощо.

Технологія STRIP-TILL – це система раціонального природокористування, при якій відбувається мінімальний обробіток ґрунту. Вона поєднує в собі переваги звичайної обробки ґрунту, такі як просушування ґрунту і прогрів, з можливістю захисту ґрунтів при обробітку завдяки тому, що зачіпається лише та ділянка ґрунту, в яку висівається ряд насіння. Пристосування для смугового ґрунтообробітку утворює, як правило, смуги близько 20-25 см завширшки (рис. 2).



Рис. 2. Поле після обробітку за технологією STRIP-TILL.

З використанням технології STRIP-TILL формується гребінь обробленого ґрунту, який швидше прогривається і просихає, що дозволяє проводити більш ранню сівбу. На полях, де техніка тимчасово не може працювати через значне перезволоження і повільне прогрівання ґрунту така перевага виявляється вагомою і стає вирішальним чинником упровадження цієї технології в більш північних зонах, де кукурудза і соняшник на зерно не вирощується.

Незважаючи на традиційний консерватизм землеробів, український аграрний сектор розвивається прискореними темпами. Передові технології і підходи все частіше знаходять подальший розвиток у природно-кліматичних зонах України. Напевно не стане виключенням STRIP-TILL, яка в США називають «золотою серединою» між традиційною і нульовою обробкою.

Отже, STRIP-TILL означає істотну економію паливно-мастильних матеріалів, технічних ресурсів трудовитрат. STRIP-TILL дозволяє сіяти на полях з великими пожнивними залишками, обходячи складну і дорогу задачу по якісному зароблянню їх в ґрунт. Зрозуміло, що палити залишки – все рівно, що палити стодолларові купюри. Крім того виникає можливість диференційованого і точного внесення різних типів добрив це дозволить економити до 50% витрат на систему живлення рослин. Важливий аргумент - зниження об'ємів ерозії.

УДК 621.87

## **МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИВОДА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМІВ РУХУ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ БАШТОВОГО КРАНА**

*І. О. Кадикало, В. С. Ловеїкін*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Баштові поворотні крани знайшли широке застосування в різних галузях виробництва.

Крани з горизонтальною стрілою можуть завантажувати та розвантажувати транспортні засоби, підіймати та опускати вантаж, а також переміщати вантаж за допомогою механізму повороту.

Враховуючи, що конструкції приводів є різноманітними в залежності від використання функціональних елементів. Для вибору власної конструкції застосовано морфологічний аналіз та синтез технічних рішень розроблений швейцарським астрономом Фріцем Цвіккі, побудованому на принципі комбінаторики.

Практичне використання методу полягає в побудові морфологічної таблиці заповненої можливими альтернативними варіантами і виборі з цієї множини найбільш прийнятних технічних рішень. Найбільше поширення отримав метод в якому за ознаки вибирають функції технічних систем, а за



альтернативні варіанти різні способи реалізації кожної функції. В цьому випадку морфологічна таблиця буде мати стільки стовпців, скільки функціональних елементів на вибраному рівні.

Якщо з кожного стовпця взяти по одному елементу отримаємо один із варіантів механізму повороту, кінематична схема якого зображена на (рис. 1).

Динамічні навантаження виникають в різних елементах приводу. Вони можуть бути визначені за допомогою двомасової динамічної моделі.

На основі отриманої динамічної моделі формальними методами будуємо математичну модель. Математична модель механічної системи становить, як правило, диференціальні рівняння руху або взаємодії окремих елементів. Чисельний розв'язок системи диференціальних рівнянь має вигляд інтерполяційного полінома, за яким можна побудувати графіки невідомих функцій. В якості оптимізаційного критерію обираємо середньоквадратичне значення зусилля в пружному елементі, яке повинно приймати мінімальні значення:

$$M_{R.c.k} = \left[ \frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} M_R^2 dt \right]^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

де:  $t_1$  – період руху.

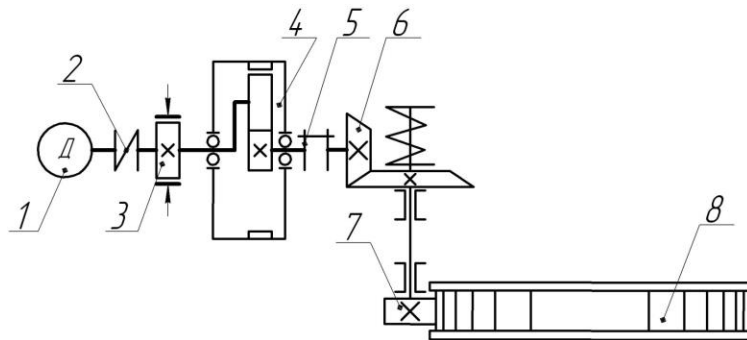


Рис. 1. Кінематична схема механізму повороту: 1 – електродвигун; 2 – пружна муфта; 3 – гальмо; 4 – планетарний редуктор; 5 – муфта; 6 – конічна зубчаста передача; 7 – відкрита циліндрична зубчаста передача; 8 – поворотна частина

Мінімальне значення цього критерію визначається інтегралом, що знаходиться в квадратних дужках, який являє собою інтегральний функціонал з підінтегральною функцією

$$M_R^2 = (I_{\Pi 2} \cdot \ddot{\varphi}_2 + M_{\Pi 2})^2 = f(\ddot{\varphi}_2) \quad (2)$$

Умовою мінімуму інтегрального функціоналу (1) є рівняння Ейлера – Пуассона, які дають умову мінімуму:

$$\frac{IV}{\varphi_2} = 0 \quad (3)$$

при наступних крайових умовах для процесу пуску механізму повороту крана:

$$\begin{cases} t = 0; \varphi_2 = 0; \dot{\varphi}_2 = 0; \\ t = t_1; \dot{\varphi}_2 = \omega_y; \ddot{\varphi}_2 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

де:  $\omega_y$  – усталена швидкість механізму повороту стрілового крана.

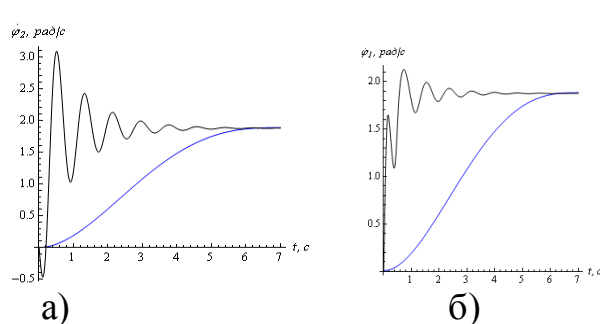


Рис. 2. Графіки зміни швидкості на природній характеристиці та за оптимальним законом – першої а) та другої б) мас

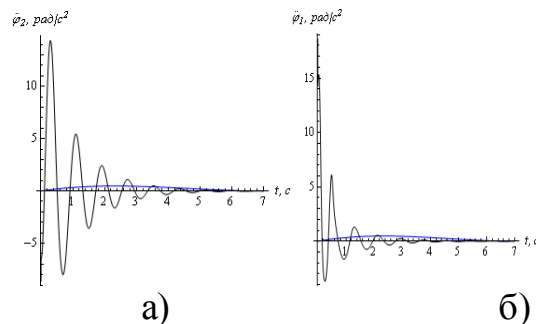


Рис.3. Графіки зміни прискорення на природній характеристиці та за оптимальним законом – першої а) та другої б) мас

У результаті розв'язання крайової задачі (3), (4) визначено оптимальні закони руху механізму повороту для першої та другої приведених мас (рис. 2 – рис. 5). Порівнявши оптимальні закони руху, що зображені плавною лінією, з рухом на природній характеристиці, що зображена кривою зі значними амплітудами коливань, бачимо, що оптимальний закон руху дає можливість зменшити коливання як швидкості і прискорення руху системи, так і діючих навантажень.

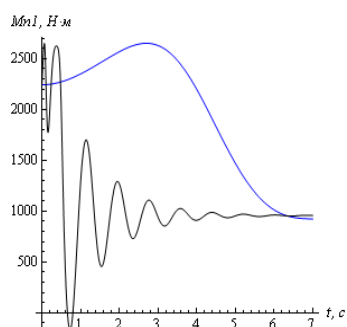


Рис. 4. Графік зміни пускового моменту на природній характеристиці та за оптимальним законом

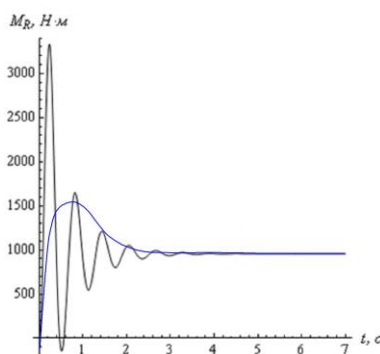


Рис. 5. Графік зміни зусилля в пружному елементі на природній характеристиці та за оптимальним законом

### Висновки

В результаті проведення дослідів виявлено, що в елементах приводу виникають значні динамічні навантаження, які перевищують статичні у декілька разів.

Для зменшення цих навантажень проведено оптимізацію за інтегральними динамічними критеріями, які дозволили усунути коливання у елементах приводу, а також значно зменшити самі навантаження.

УДК 631.31:68.14

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИСТРОЮ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ

*Т. М. Сівченко\**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Дослідження параметрів електропровідності ґрунту є досить важливими показниками в сільському господарстві, тому що показники, що впливають на електропровідність також прямо впливають на врожайність. Саме тому корелюють карти електропровідності і врожайності. Електропровідність ґрунту не дозволяє безпосередньо виміряти вміст поживних речовин, але показує варіативність важливих характеристик, таких як структура ґрунту і вміст обмінних катіонів. Ця варіативність занадто важлива, щоб її ігнорувати, і повинна враховуватися при відборі проб тому на сучасному етапі розвитку сільськогосподарських угідь виникає необхідність використання сучасних сенсорних систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь.

Для проведення теоретичних досліджень використано ліцензійний програмний продукт «КОМПАС-3D V14», що дозволяє змодельовати запропоновану конструкцію технічного засобу для моніторингу електропровідних властивостей сільськогосподарських угідь. Проектування пристрою для моніторингу варіабельності стану ґрунтового середовища виконано в графічному редакторі КОМПАС 3D V12. При складанні 3D моделі пристрою (рис. 1) було виконано побудову окремих деталей, з яких складено пристрій. П-подібна рама та повздовжні планки складають каркас пристрою для моніторингу варіабельності стану ґрунтового середовища.

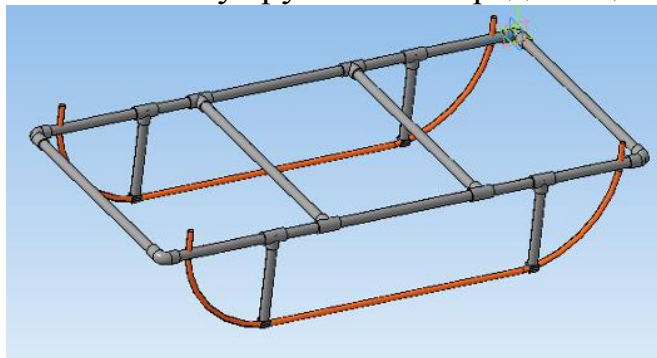


Рис. 1. Загальний вигляд змодельованого пристрою для моніторингу варіабельності стану ґрунтового середовища змодельований у графічному редакторі «КОМПАС-3D V14».

Після моделювання пристрою, виготовлено реальний лабораторний зразок пристрою для моніторингу варіабельності стану ґрунтового середовища (рис. 2).

*\*Науковий керівник – к.т.н., доц. О. О. Броварець*



Рис. 2. Загальний вигляд пристрою для моніторингу варіабельності стану ґрунтового середовища на транспортному засобі.

Характерними рисами конструкції виготовленого пристрою для моніторингу варіабельності стану ґрунтового середовища наступні служать міцна поліпропіленова рама круглого поперечного перерізу (діаметр 16мм), яка містить спеціальні тримачі контактів виготовлених у вигляді мідних електродів круглого поперечного перерізу (діаметру 12 мм).

На підставі проведених досліджень встановлено наступні висновки:

1. Встановлено високу ефективність використання систем для моніторингу електропровідних властивостей ґрунту для здійснення такого моніторингу.

2. На підставі проведених досліджень встановлено механіко-конструктивні параметри пристрою для здійснення такого моніторингу: Довжина – 1000 мм, ширина –  $500+500=1000$  мм, мідний дріт діаметром – 14 мм.

3. Встановлено, що кріплення технічного засобу для моніторингу електропровідних властивостей сільськогосподарських угідь до фронтальної частини трактора дає змогу найбільш ефективно провести дослідження щодо моніторингу електропровідних властивостей сільськогосподарських угідь та забезпечить відповідно найбільш точні результати досліджень.

4. На підставі проведених лабораторно-польових досліджень встановлено, що коефіцієнт кореляції між процесами вимірювання рівня відбитих електромагнітних хвиль і рівня відносної вологості ґрунту склав 0.81.

5. Розрахований економічний ефект від використання технічного засобу для моніторингу електропровідних властивостей сільськогосподарських угідь складає 370,70 грн/га та забезпечує річну економічну ефективність при річному навантаженні 50 га – 18535,01 грн.

УДК 632.952:66.02

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА І ЗАСТОСУВАННЯ МІКОБІОПРЕПАРАТІВ ІЗ ПЛОДОВИХ ТІЛ ГРИБІВ**

*В.В. Теслюк, В. В. Теслюк*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Сучасна концепція впровадження систем інтегрованого та біологічного (органобіологічного, органічного, екологічного, тощо) землеробства може бути забезпечена при застосуванні в технологіях вирощування сільськогосподарських культур для захисту їх від хвороб мікобіопрепаратів-індукторів резистентності на основі хітину і його похідних. Аналіз наукових публікацій використання хітозану (похідного хітину) свідчить про високу ефективність використання даних біополімерів в сільському господарстві.

На сьогоднішній день, в світі, основною сировиною для отримання хітину і продукту його переробки – хітозану залишаються панцери ракоподібних. Препарати на основі хітозану (нарцисс, агрохіт, хітозан) показали позитивні результати як для біопрепаратів, але одним із суттєвих недоліків широкого промислового виробництва таких препаратів є нестабільне забезпечення сировиною, яка характеризується високою ціною та залежить від сезонності і до того ж пов'язана з віком та біологічним видом крабів. Тому вирішення даної проблеми спонукало до пошуків інших сировинних джерел для отримання хітину і його похідних, а відтак і розробки технологічного забезпечення їх виробництва.

В результаті проведених пошукових робіт стосовно перспективних джерел отримання хітину і його похідних, нами був вибраний напрямок наукових досліджень зосереджений на розробці технології отримання зазначених біополімерів із плодових тіл грибів. Наукова робота була направлена на розробку технологічних основ отримання полісахаридів у із плодових тіл вищих базидіальних грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.), для виробництва мікобіопрепаратів на основі грибних глюканів для захисту і стимуляції рослин.

УДК 631.7.2

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГОДІВЛІ ВРХ**

*В. В. Хмельовський*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Для одержання високих надоїв від корів важливе значення має спосіб утримання тварин, склад кормового раціону, науково обґрунтований режим

годівлі, а також правильно підібрані засоби для виконання операцій приготування та роздавання кормів [1, 2]. Стосовно перших двох чинників є багато інформації, а режим годівлі в технічному плані до кінця не вивчений. Під режимом годівлі розуміють прийняті на фермі кратність, черговість та час роздавання кормової суміші тваринам упродовж доби, а також способи, місце й засоби годівлі худоби. Вирішуючи ці питання, необхідно враховувати дані етології великої рогатої худоби.

Знання і практичне використання етологічних реакцій тварин дають змогу створити для останніх на фермі комфортні умови для поїдання і пережовування кормів та перебігу фізіологічних процесів, пов'язаних з утворенням молока. Визначено [2], що на безпосереднє поїдання кормів із кормових столів (годівниць) тварини впродовж доби витрачають у середньому 4-5 год. При цьому активне поїдання кормів спостерігається 6-9 разів на добу тривалістю по 30-50 хв. У проміжках між поїданням кормів тварини відпочивають і жують жуйку.

Добову норму кормів можна роздати на кормовий стіл (у годівниці) за 1-4 рази, але при цьому тварини поїдатимуть її 6-9 періодів, тобто в такому випадку фактична кратність поїдання кормів значно перевищує кратність роздавання кормів. Черговість роздавання кормової суміші обумовлюється графіком роботи машин та обладнання на фермі. При визначенні черговості виконання операцій на фермі, як правило, виходять із умов початку і закінчення доїння корів, адже в цей період інші технологічні операції не здійснюють. Знаючи час доїння, тривалість якого досягає 1,5-2,5 год., роздавання кормів планують перед початком і після закінчення кожного доїння.

Перший раз корми роздають рано вранці після тривалого нічного періоду. Залежно від поголів'я тварин на фермі величина першого роздавання може становити від 10 до 50 відсотків від добового раціону. При цьому чим менша кількість тварин у господарстві тим більший відсоток кормової суміші подається тварині при першому роздаванні. У другій половині дня не більше ніж за 0,5 год. до вечірнього доїння здійснюють наступне роздавання кормів у вигляді кормосуміші.

Таким чином, кормову суміш роздають за два або три рази, що забезпечує поліпшене засвоєння тваринами. Машини, які забезпечують виконання процесу приготування та роздавання кормової суміші – мобільні кормоприготувальні агрегати (МКПА) з об'ємом бункера від 4 до 10 м<sup>3</sup>. Вологі й напіввологі кормові суміші на основі силосу і сінажу не можна зберігати на кормовому столі (в годівниці) більш ніж 9-12 год.

При застосуванні багаторазового роздавання кормів (більше 3-х разів на добу) тварини з'їдатимуть з апетитом більшу частину свіжих, без домішок слини, неокислених кормів. При такій технології годівлі доцільно застосовувати автоматизовані лінії з невеликим об'ємом бункера-змішувача. Багатократне безсистемне роздавання кормів може порушити відпочинок тварин, їхні жуйні процеси, що негативно позначиться на засвоюванні кормів, утворенні молока. Крім того, кожне додаткове роздавання кормів пов'язане із збільшенням витрат праці та енергетичних ресурсів.

Одноразове роздавання добової норми кормової суміші ставить до неї певні вимоги. Кормова суміш повинна бути напівсуха, а відповідно може знаходитися на кормовому столі до 24 год. Засобами механізації приготування суміші можуть бути машини, що входять до складу технологічних ліній приготування кормових компонентів з використанням змішувачів порційної або безперервної дії та роздавачів. Також можуть бути використані мобільні кормоприготувальні агрегати (МКПА) з об'ємом бункера понад 12 м<sup>3</sup>.

Висновки. Вибір обладнання для годівлі ВРХ в першу чергу буде залежати від поголів'я тварин та денного розпорядку роботи машин на фермі. З обов'язковим узгодженням технологічної та економічної складових процесу годівлі тварин.

*Список використаних джерел*

1. Машини та обладнання для тваринництва / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009. – 730 с.
2. Костенко Василь Іванович Організація годівлі Агробізнес сьогодні №22(269) листопад 2013. – С 25–30.

УДК 631.312

## **ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ СКРЕПЕР ДЛЯ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ**

*М. І. Ікальчик*

*ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"*

Постановка проблеми. Санітарний стан приміщення ферми і тварин залежить від своєчасного і повного видалення гною.

Аналіз останніх досліджень. Досліджуючи механізм розкриття скребків штангових конвеєрів Колде О.Ф. встановив, що тривалість розвороту скребка на холостому ході залежить від вихідного кута установки скребка [1]; А. А. Шувалов дослідив зону розвороту скребків дельта-скреперної установки, і віднайшов оптимальне розподілення маси скребків за їх довжиною. М.І. Ікальчик в 2014 році обґрунтував оптимальні параметри скрепера скреперної установки для прибирання гною. Кут розкриття скрепера становить 120°, кут нахилу скребків – 55°, конструкція скребків скрепера не прямокутна, а параболічна [2].

Мета досліджень. Зменшення енерговитрат на прибирання гною, та збільшення терміну служби скреперної установки.

Результати досліджень. Скреперно-роликовий пристрій для прибирання гною відноситься до сільськогосподарського машинобудування, зокрема до конвеєрів для видалення гною із тваринницького приміщення.

Найбільш близьким за сукупністю ознак і за технічним результатом до корисної моделі є (Установки скреперні для прибирання гною УС-80, УС-100, УС-120, паспорт УС.00.000 ПС, ВАТ "Брацлав", 2011, 10 с.) [3] – прийняті за

найближчий аналог. Установка містить привод, поворотний пристрій, повзун, скребки, ланцюг, штангу.

При роботі скреперної установки УС-80 під час руху вперед, обмеженням розкриття скребків є упор скребків у бокові стінки гнойового каналу [4].

Недоліком прототипу є:

1. Металеві скребки інтенсивно труться об бетонні стінки гнойового каналу, отже відбувається швидке зношування (руйнування) стінок гнойового каналу.

2. Упираючись у стінки гнойового каналу, під час свого руху створюється додатковий опір, який призводить до надлишкових витрат електроенергії.

3. За рахунок додаткового опору збільшується навантаження на вальниці, а отже зменшується їх довговічність.

В основу винаходу поставлена задача розробити скреперно-роликовий пристрій для зменшення енерговитрат на прибирання гною, та збільшення терміну служби скреперної установки.

Для вирішення поставленої задачі на краях скребків пропонується закріпити ролики. Завдяки цьому ролики будуть не ковзати, а перекочуватись по стінці гнойового каналу, а як загально відомо, що тертя кочення набагато менше за тертя ковзання, отже в нас зменшиться опір скребків.

Суть винаходу пояснюється кресленнями де зображено скреперно-роликовий пристрій та розрізи скребка.

Скреперно-роликовий пристрій для прибирання гною складається з повзуна, поворотного пристрою, скребків, ланцюга, двох роликів. В УС-80 під час робочого руху вперед, обмеженням розкриття скребків є упор скребків у бокові стінки гнойового каналу.

Скреперно-роликовий пристрій для прибирання гною працює таким чином: при включенні приводу з механізмом реверсування повзун виконує зворотно-поступальний рух, що має робочий і зворотній рухи. Під час робочого руху скребки за рахунок тертя об дно гнойового каналу розкриваються і згрібають гній з гнойового каналу і транспортують його до поперечного каналу. При цьому в УС-80 обмеженням розкриття скребків є упор скребків у бокові стінки гнойового каналу. При зворотному русі скребки складаються що забезпечує їх вільне проходження через масу гною.

В запропонованій схемі ми пропонуємо на краях скребків закріпити по ролику. Ролики будуть не ковзати, а перекочуватись по стінці гнойового каналу, а як загально відомо, що тертя кочення набагато менше за тертя ковзання, то в нас зменшиться опір скребків.

Висновки. Техніко-економічні переваги розробленого скреперно-роликового пристрою в порівнянні з прототипом полягає у зменшенні енерговитрат на прибирання гною, подовженні терміну використання бокових стінок гнойового каналу, збільшенні ресурсу використання вальниць на кутових зірочках, а також самих кутових зірочок та роликів, зменшенні загальних витрат на прибирання гною із каналів.



### Список використаних джерел

1. Колде О. Ф. Исследование рабочего процесса штангового транспортера для уборки навоза в коровнике: автореф. дисс. на стиск. учен. степени канд. техн. наук : 05.20.01 "Механизация сельскохозяйственного производства" / Колде Оскар Фридрихович; Центральный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства нечерноземной зоны СССР. – Минск, 1981. – 16 с.
2. Ікальчик М. І. Удосконалення скреперної установки для прибирання гною / М. І. Ікальчик // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2013. – Вип. 97 Т.1. – С. 613–618.
3. Установки скреперні для прибирання гною УС-80, УС-100 та УС-120 : Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК №1314/1103-01-2010 / УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке, 2010. – 14 с.
4. Ревенко І. І. Механізація тваринництва / І. І. Ревенко, В. С. Хмельовський, М. І. Ікальчик/ – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2015. – 320 с.

УДК 620.17:582.623.2:662.63

## ЕНЕРГЕТИЧНІ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВІ РОСЛИНИ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ

Л. М. Матюшенко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У процесі проведення лабораторних досліджень використовували зразки круглого перерізу свіжозрубаних однорічних та трирічних стебел енергетичних верб: *salix viminalis*, *salix dasyclados*; і тополь: *rochester* та гібриду тополі 1-214.

Вологість деревини – один із найважливіших фізичних показників [1]

Отримані середні значення вологості дослідних зразків за результатами проведених досліджень у двохкратній повторюваності занесені до табл. 1. В середньому, вологість стеблостою склала близько 52%.

### 1. Вологість дослідних зразків, %.

| № дослідження<br>п./п. | Вікова<br>категорія<br>досліджуваних<br>стебел | Верба                       |                            | Тополь                    |                  |
|------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
|                        |                                                | <i>Salix<br/>dasyclados</i> | <i>Salix<br/>viminalis</i> | Гібрид<br>тополі<br>1-214 | <i>Rochester</i> |
| 1<br>(лютий)           | однорічні                                      | 53,8                        | 60,4                       | 62,4                      | 47,2             |
|                        | трирічні                                       | 49,4                        | 49,3                       | 57,9                      | 50,3             |
| 2<br>(квітень)         | однорічні                                      | 51,58                       | 56,63                      | 45,86                     | 48,41            |
|                        | трирічні                                       | 43,15                       | 54,2                       | 46,48                     | 44,56            |

Результати математичного оброблення експериментальних значень міцнісних характеристик свіжозрубаної деревини енергетичних видів.

За результатами проведеного математичного аналізу даних отримали такі середні значення:

- ударна в'язкість:  $KC = 28872 \text{ Дж/м}^2$ ;
- міцність на стискання вздовж волокон:  $\sigma_{\max} = 41,5 \text{ МПа}$ ;
- модуль Юнга при стиску:  $E = 1336 \text{ МПа}$ ;
- коефіцієнт Пуассона  $\nu = 0,504$ ;
- міцність на статичне згинання:  $\sigma_{\max} = 280,1 \text{ МПа}$ ;
- модуль Юнга при згині:  $E = 9550 \text{ МПа}$ .

Змінними величинами під час проведення експерименту приймали діаметр поперечного перерізу зразків, який залежав від вікової категорії і товщини кори на досліджуваних зразках. Вихідними величинами є ударна в'язкість, міцність на статичне стискання вздовж волокон, міцність на статичне згинання, коефіцієнт Пуассона та модуль Юнга при статичних стиску і згині.

Слід зазначити наступне. 1. Зниження температури навколишнього середовища відбувається в таких межах, при яких попередня практично мало впливає на процес різання-рубання. Оскільки наслідком пониження температури є процес замерзання води у клітинах, що збільшує опір різанню одночасно робить рослинність більш крихкою, що позитивно впливає на процес ударного різання знижуючи тим самим зусилля різання.

2. Збільшення діаметра стовбурця дерева має вагомий вплив на процес різання-рубання. Максимальне значення міцності спостерігається в однорічних зразках, а мінімальне – у трирічних. Спостерігається зростання міцності від мінімального до максимального значення: при статичному стиску – у 2,4 рази; при статичному згині – у 9,8 разів.

3. Вплив вікової категорії має вагоме значення, оскільки впливає як на діаметр стовбурців дерев так і на їхню вологість.

4. Вплив наявності кори має незначний вплив, що видно із графіків, чим можна нехтувати.

5. Аналіз залежностей, представлених графічно показує, що:

❖ збільшення діаметра стовбурця досліджуваних енергетичних рослин і падіння вологості призводить до зменшення значення ударної в'язкості й одночасно зростання повної роботи руйнування при ударному навантаженні;

❖ при дослідженні на статичний стиск збільшення діаметра зразка і зниження його вологості веде до зменшення межі міцності та модуля пружності (модуля Юнга);

❖ межа міцності при дослідженнях на статичний згин зростає зі збільшенням діаметру рослини і підвищенням її вологості, модуль пружності росте із підвищенням вологості рослини та зі зменшенням діаметру.

#### *Список використаних джерел*

1. Использование древесной биомассы в энергетических целях : научный И88 обзор / С. П. Кундас [и др.]. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2008. – 85 с.

УДК 631.2

## ОБҐРУНТУВАННЯ ОБМЕЖЕНЬ НА КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Ю. О. Ромасевич, В. С. Ловейкін

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним з найпоширеніших перетворювальних пристроїв сучасних мехатронних систем є частотний перетворювач, до якого підключається електродвигун. Обмеження на момент двигуна можна визначити з його перевантажувальної здатності. Обмеження на максимальний струм частотного перетворювача також задаються (паспортні дані). Однак ці обмеження різних видів: одне стосується механічної величини, а інше – електричної. При синтезі оптимального керування рухом того чи іншого механізму врахування обох обмежень є складною задачею, якій приділена незначна увага, незважаючи на її практичну значимість.

Для дослідження використаємо найпростішу одномасову модель руху системи. Запишемо диференціальне рівняння, яким описується рух системи:

$$J\ddot{\varphi} = M - M_{оп}, \quad (1)$$

де:  $J$  – зведений до вала двигуна момент інерції системи „двигун-робоча машина”;  $\varphi$  – кут повороту вала двигуна;  $M$  – електромагнітний момент на валу двигуна;  $M_{оп}$  – момент опору руху робочої машини, зведений до вала двигуна. Крапка над символом позначає диференціювання за часом. Оптимальне за швидкістю керування технічною системою, при врахуванні обмежень на швидкість її руху та крутний момент, описується так:

$$M = \begin{cases} M_{\max}, & t \in [0, t_n]; \\ M_{оп}, & t \in [t_n, t_n + t_{ю.м}]; \\ -M_{\max}, & t \in [t_n + t_{ю.м}, T], \end{cases} \quad (2)$$

де:  $M_{\max}$  – максимальне значення моменту на валу двигуна;  $T$  – тривалість циклу руху системи;  $t_n$  – тривалість розгону системи;  $t_{ю.м}$  – тривалість руху системи на номінальній швидкості.

Проаналізуємо умови роботи частотного перетворювача протягом розгону системи. Для цього знайдемо струм асинхронного двигуна, який споживається ним з джерела живлення, яким у даному випадку є частотний перетворювач:

$$I_1 = \sqrt{\frac{M_{\max} s \dot{\varphi}_0}{3R'_2}} + I_{\mu}, \quad (3)$$

де:  $I_1$  – струм фази статора;  $\dot{\varphi}_0$  – кутова швидкість ідеального холостого ходу асинхронного двигуна;  $s$  – ковзання двигуна;  $R'_2$  – зведений опір ротора;  $I_{\mu}$  – струм контуру намагнічування. З виразу (3) знайдемо залежність максимального моменту двигуна від його кутової швидкості з врахуванням того, що струм, який проходить по обмотках двигуна, є максимальним для частотного перетворювача:

$$M_{\max} = \frac{3(I_{1\max} - I_{\mu})^2 R'_2}{\dot{\phi}_0 - \dot{\phi}}, \quad (4)$$

де:  $I_{1\max}$  – максимально можливий струм на виході з перетворювача частоти. Величина  $I_{1\max}$  знаходиться з умови, що частотний перетворювач працює з 150-ти процентним перевантаженням за струмом. Як правило, сучасні перетворювачі витримують таке перевантаження протягом 60 секунд. Зменшення величини перевантаження призводить до можливості збільшення тривалості перевантаження. Отже, необхідно враховувати не тільки величину перевантаження, а й її тривалість. Тому потрібно розглядати не струмові, а часо-струмові характеристики інверторів, які є вихідним елементом частотних перетворювачів.

Вираз (4) встановлює залежність обмеження на максимальний момент, яке накладене на привод, в залежності від швидкості його руху при умові, що електрична частина системи працює на межі допустимої області ( $I_1 = I_{1\max}$ ). Запишемо остаточно обмеження накладені на момент двигуна:

$$M = \begin{cases} \frac{3(I_{1\max} - I_{\mu})^2 R'_2}{\dot{\phi}_0 - \dot{\phi}} & \text{при } 0 < \dot{\phi} \leq \dot{\phi}_0 - \frac{3(I_{1\max} - I_{\mu})^2 R'_2}{M_{\max}}; \\ M_{\max} & \text{при } \dot{\phi} > \dot{\phi}_0 - \frac{3(I_{1\max} - I_{\mu})^2 R'_2}{M_{\max}}. \end{cases} \quad (5)$$

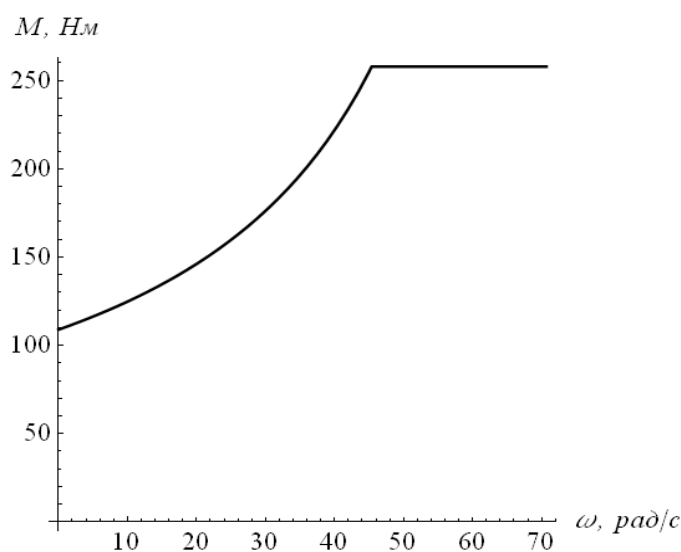


Рис. 1. Залежність максимального моменту на валу двигуна від його кутової швидкості.

Для отриманого виразу (5) побудована графічна залежність (рис. 1), що відповідає двигуну МТКМ312-8 та частотному перетворювачу номінальною потужністю 15 кВт.

Висновок. Отримане обмеження на величину моменту двигуна (5), дозволяє врахувати специфіку його роботи при реалізації оптимального керування рухом системи за допомогою частотного регулювання.

УДК 629.3

## **КОМПЛЕКСНО-СИНЕРГІЙНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА У АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ**

*М. В. Семененко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Останнім часом у розвинених країнах змінилися пріоритети у вирішенні проблем забруднення повітря антропогенними джерелами, які щільно присутні у агропромисловому комплексі (АПК), до якого входять три великі сфери галузей.

- виробництво засобів виробництва для сільського господарства та його виробничого обслуговування,
- власне сільське господарство,
- заготівля, переробка, зберігання, транспортування і збут сільськогосподарської продукції.

На жаль кожна складова вчиняє негативний вплив на навколишнє середовище.

Якщо раніше основна задача полягала у зниженні викидів речовин у джерелах викиду (енергоустановках), то зараз перевагу віддають техногенним засобам, які здійснюють вплив одночасно на всіх етапах ланцюга енерго і масо перетворень: від утворення шкідливих речовин до їх трансформації (розсіювання) в навколишньому середовищі.

Причина полягає у вичерпанні відносно простих і ефективних організаційних та інженерно-технічних рішень (наприклад, використання нейтралізаторів, високоякісного моторного палива, поліпшення сумішоутворення за рахунок електронного впорскування палива і т. д.), які вже широко використовуються.

Сьогодні пріоритети віддаються розробці комплексних підходів до оцінки впливу на навколишнє середовище різних джерел.

Для вирішення проблеми управління станом навколишнього середовища сільськогосподарського регіону необхідно в першу чергу оцінити внесок рухомих і нерухомих джерел в загальний валовий викид шкідливих речовин регіону.

Робота в цьому напрямку ведеться на кафедрі «Транспортних технологій та засобів АПК» НУБіП України спільно з кафедрою «Двигуни і теплотехніка» Національного транспортного університету (м.Київ).

Як вже було сказано, окрім технологічних джерел навколишнє середовище забруднюється шкідливими викидами транспортних засобів. Вплив перших і других факторів можна вважати адитивним (за умови, що шкідливі речовини не вступають у взаємодію між собою та з навколишнім середовищем). З урахуванням прийнятого допущення в кожній точці навколишнього середовища для кожного джерела забруднення можливо

розрахувати концентрацію токсичного компонента, як синергію :  $C = C_{\text{тех}} + C_{\text{тр}}$ , де  $C_{\text{тех}}$ ,  $C_{\text{тр}}$  – концентрація токсичної речовини в атмосфері, обумовлена відповідно розсіюванням технологічних та транспортних викидів.

Частку забруднення навколишнього середовища технологічними викидами розраховують на основі закону збереження речовини і моделі турбулентної дифузії, яка в свою чергу включає поняття «шляху перемішування».

Для розрахунку забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом було досліджено систему факторів, які можна умовно розділити на конструктивні або інженерно-технічні; дорожні або транспортні; фактори, що впливають на розсіювання і трансформацію автомобільних викидів у довкілля.

На цій підставі автором була розроблена та реалізована у вигляді комп'ютерної програми модель забруднення атмосферного повітря технічними джерелами та транспортом [1–3].

Адекватність моделі неодноразово було доведено на практиці шляхом зіставлення результатів моделювання з даними регулярних вимірювань концентрацій забруднюючих речовин на стаціонарних постах, а також в ході спеціальних експериментів поблизу досліджуваних технологічних об'єктів та автошляхів.

Таким чином розроблена модель синергійно - комплексного підходу має практичну цінність як для оцінки впливу на якість атмосферного повітря діючих складових АПК, так і для моделювання зміни концентрацій основних забруднювачів при проведенні різних заходів (агробудівних, з організації та регулювання дорожнього руху, щодо поліпшення організації перевезень, контролю викидів від транспортних засобів та ін).

#### *Список використаних джерел*

1. Семененко М. В. До визначення вкладу автомобільного транспорту в забруднення оточуючого середовища міст і населених пунктів / М. В. Семененко // Автошляховик України. Управління безпекою на автомобільному транспорті. – К., 2004. – Окремий випуск. – С. 130–132.

2. Семененко М. В. До визначення концентрацій в атмосфері шкідливих речовин, що викидаються стаціонарними джерелами / М. В. Семененко // Вісник Національного транспортного університету. – К: НТУ, 2006. – Вип. 13. – Ч. 1. – С. 123–127.

3. Семененко М. В. Математическая постановка оптимизационной задачи моделирования производственной системы с учетом экономико-экологических показателей / М. В. Семененко // Вісті автомобільно-дорожнього інституту : Науково-виробничий збірник / НДІ ДонНТУ. – Горлівка, 2009. – №2(9). – С. 235–240.

УДК 629.631.554

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

*С. Г. Фришев*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

За даними Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України продовження вегетації цукрових буряків в осінній період є одним із резервів збільшення їх врожаю. Збір у більш пізній період передбачає скорочення строків його тривалості, що досягається застосуванням більш ефективної збиральної техніки та транспорту.

Потокова технологічна схема збирання та перевезення цукрових буряків, яка широко розповсюджена в Україні, є найбільш високопродуктивна, але має суттєві недоліки:

- для без зупиночної роботи бурякозбиральних комбайнів (БК) з урахуванням великої відстані перевезення до цукрових заводів потрібна значна кількість автомобільних транспортних засобів (АТЗ); в той же час у зв'язку з значними коливаннями обороту АТЗ простої бурякозбиральних комбайнів (БК) в очікуванні транспорту сягають 20%;
- при переуволожнених ґрунтах неможлива робота АТЗ в полі, що призводить до простоїв БК;
- великовантажні АТЗ значно ущільнюють ґрунт, що веде до його деградації та потребує додаткових витрат для розпушення;
- з полів вивозиться з коренеплодами до 5% ґрунту (від маси буряків).

Перші два недоліки призводять до зниження продуктивності як БК так і АТЗ, затягування агротермінів збирання та втратам урожаю. Так у великих господарствах України цукровий буряк збирається на протязі вересня – листопаду.

В останній час, коли у країнах ЄС з'явилися більш досконалі БК з бункерами великої місткості – 18, 25-30 та 40 м<sup>3</sup> (комбайни фірм Kleine, ROPA та інші), а також тракторні транспортні засоби – причепи-перевантажувачі (ТПП), наприклад причіп RUW HAWE місткістю 40 м<sup>3</sup> з трактором Джон Дір 8400 (Німеччина) та високопродуктивні навантажувачи-очишувачи, наприклад Rora euro-Mac, відбувається удосконалення і застосування перевалочної технології.

Важливою перевагою спеціалізованих ТПП перед іншими транспортними засобами (ТЗ) являється зменшена ступінь впливу на ґрунт. Якщо у звичайних тракторних причепів або АТЗ питомий тиск в декілька разів перевищує допустиму норму, то у спеціалізованих ТПП, завдяки широко профільним шинам цей показник близький до нормального. Сучасні БК також комплектуються широко профільними шинами низького тиску (до 2 бар). Удосконалений збирально-транспортний перевалочний технологічний процес

полягає в наступному. Група з 3-4-х БК працює в одному полі, але кожний у своїй загінці, при цьому гичка подрібнюється та розкидається як органічне добриво. За групою БК закріплюється група ТПП. Трактор з причепом під час завершення заповнення бункера комбайна під'їжджає до нього і на ходу завантажується коренеплодами, а потім переїжджає на край поля до кагатів, де розвантажується та повертається до БК. За допомогою навантажувача-очищувача (НО) коренеплоди очищуються та завантажуються у великовантажні АТЗ і перевозяться до приймального пункту цукрового заводу.

В результаті теоретичного аналізу нами розроблена методика обґрунтування раціонального кількісного складу та параметрів збирально-транспортного комплексу для цукрових буряків. Для визначення робочих параметрів технологічних ланок запропоновані детерміновані моделі з використанням аналітичних рівнянь, які дозволяють розрахувати кількість ТПП для обслуговування групи комбайнів та кількість АТЗ, яка необхідна для безперервної роботи навантажувача-очищувача.

Такий комплекс машин забезпечує роботу комбайнів без простою, зменшує ущільнення ґрунту, виключає його вивезення з поля, а також дає можливість оптимізувати терміни транспортування коренеплодів та кількість АТЗ, які одночасно застосовуються. Як показує досвід країн ЄС та передовий досвід господарств України, удосконалення перевалочної технології шляхом застосування на перевезенні від БК до кагатів на краю поля спеціалізованих тракторних перевантажувальних причепів, а також високопродуктивних навантажувачів-очищувачів в поєднанні з АТЗ підвищеної вантажопідйомності у значному ступені ліквідує основні недоліки традиційного варіанту потокової технології.

УДК 631.173

## **СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ТЕХНІКОЮ ДЛЯ КОРМОВИРОБНИЦТВА**

*А. В. Новицький, В. О. Соломка*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Ситуація, яка склалася в Україні у зв'язку з недостатнім рівнем технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств, а також високим рівнем морального і фізичного старіння значної частини машин та обладнання, вимагає серйозного державного підходу до здійснення інвестування в модернізацію парку сільськогосподарської техніки. Значний економічний потенціал галузі не використовується і на половину, низькою залишається якість тваринницької сировини. На сьогоднішні потенційні можливості збільшення виробництва молока та яловичини в господарствах населення майже повністю вичерпані, фермерські господарства практично не займаються молочним



скотарством. За таких умов лише комплексний системний підхід до вирішення існуючих проблем у скотарстві дасть змогу докорінно змінити ситуацію в цьому сегменті вітчизняного тваринництва. З метою забезпечення продовольчої безпеки держави в частині виробництва молочної продукції, розвитку збільшення експортного потенціалу галузі тваринництва в Україні сформовано Національний проект «Відроджене скотарство» [1]. Одним із шляхів виконання Проекту, повинно стати створення та організація молочних комплексів із повним оборотом стада ВРХ на власній кормовій базі з придбанням техніки для кормовиробництва.

Нами проведемо моніторинг забезпеченості сільськогосподарських підприємств Київської області технікою для кормо виробництва. За даними Головного управління статистики у Київській області [2], станом на 1 січня 2014 р. в столичному регіоні у користуванні сільськогосподарських підприємств для забезпечення кормовиробництва нараховувалось: 390 кормозбиральних комбайнів, включаючи 121 самохідних, 632 сінокосарок, включаючи 462 тракторних та 433 прес-пакувальники та прес – підбирачі. Аналіз таблиці 1 показує, що для представлених видів машин частка списаних в 2013 році становила від 2,5 до 7,5%, в той час як надходження протягом року нових машин – від 4,6 до 15,3%.

Різке погіршення технічної оснащеності підприємств області призвело до значного скорочення посівних площ кормових культур. Слід відмітити відносно стабільний валовий збір основних кормових культур за останні 3 роки. Разом з тим, кількісне зменшення парку техніки для кормовиробництва та зростання валового збору кормових культур призводить до збільшення на неї навантаження та інтенсивного її зносу.

*Список використаних джерел*

1. Національний проект «Відроджене скотарство». – К.: ДІА, 2011. – 44 с.
2. Статистичний бюлетень ФБМ «Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві в 2014 році.

УДК 628.517

## **ОСОБЛИВОСТІ ЕРГОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ МІСЦЬ МЕХАНІЗАТОРІВ**

*С. Є. Тарасенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Аналіз даних, які отримані в результаті проведення наглядових заходів за умовами праці працюючих в аграрному секторі економіки, показує, що, в Україні зберігається тенденція до погіршення умов праці. Основними причинами вказаної ситуації є старіння основних виробничих фондів і технологічного устаткування, скорочення обсягів ремонту і технічного

обслуговування машин та обладнання, недостатнє фінансування на поліпшення умов праці.

Праця сільськогосподарських працівників, особливо в інженерній галузі, характеризується тим, що більшість основних робіт проводиться в полі, на відкритому повітрі, з ранньої весни до пізньої осені і частково взимку. При цьому на працюючих постійно впливає комплекс метеорологічних факторів, інтенсивність яких визначається порою року і погодними умовами.

В процесі проведення збиральних робіт механізатори піддаються впливу комплексу несприятливих факторів, обумовлених як конструктивними недоліками тракторів і комбайнів, так і особливостями виконуваних процесів. Перш за все, це несприятливі фактори, які обумовлені недосконалістю ергономічних параметрів робочого місця: вимушена робоча поза, часті повороти голови. Вони призводять до патології кістково-м'язового апарату, а також можуть спровокувати й інші порушення в стані здоров'я.

По друге, при виконанні польових сільськогосподарських робіт параметри мікроклімату в кабінах тракторів і комбайнів не відповідають нормативним рівням, а температура повітря в літній період вища гігієнічних нормативів на  $5 - 25^{\circ}\text{C}$ . Причиною цього є недосконалість систем вентиляції та кондиціонування повітря, а на гусеничних тракторах вітчизняного виробництва ці питання практично не вирішені. Слід зазначити, що на зернозбиральних комбайнах встановлена тільки приточна фільтруюча вентиляція, однак відсутність в аграрних підприємствах запасних фільтрів унеможливорює її ефективну експлуатацію. Нагріванню повітря кабіни тракторів і комбайнів сприяють, крім працюючого двигуна, також нагріті від прямих сонячних променів поверхні облицювання кабіни. Комбайнери і трактористи дуже часто в літній період працюють при відкритих дверцятах, досягаючи при цьому деякого зниження температури повітря в результаті штучно створюваного протягу, однак в цих умовах збільшується забруднення повітря пилом та шкідливими газами. Крім того при цьому зростає ймовірність захворювань дихальних шляхів.

Аналіз літературних джерел показує, що в окремих випадках, запиленість повітря в кабінах перевищує допустимі концентрації в 1,2-2,5 рази. Пил є багатокомпонентною, що включає органічні домішки тваринного і рослинного походження, спори мікроорганізмів, отрутохімікати і мінеральні добрива, які можуть призвести до розвитку або загострення захворювань. Джерелом її утворення є робота ходових систем, молотильних апаратів комбайнів; величина концентрація пилу залежить від ступеня герметичності кабіни.

Недостатня герметизація кабін, наявність зазорів і отворів, відсутність скла або робота з опущеним склом збільшує гранично допустимі рівні шуму на робочих місцях. Провідним з несприятливих факторів, які супроводжують роботу механізаторів, є шум, що перевищує гранично допустимі умови на 3-9 дБА.

УДК 631.65

## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИЛ В ЗОНЕ КОНТАКТА ДЕФОРМИРУЕМОГО КОЛЕСА С ДЕФОРМИРУЕМОЙ ПОЧВОЙ

*В. П. Ковбаса, Д. Ю. Калиниченко*

*Національний університет біоресурсів і природопольовання України*

Во многих задачах, связанных с анализом взаимодействия рабочих органов и любых деформаторов с материалами и средами, возникает необходимость применения физических уравнений связи напряжений с деформациями. При этом, такая связь может проявляться в виде существенного влияния упругих, вязких и пластических свойств. Для формализации материалов и сред в виде моделей с существенным проявлением отдельных видов этих свойств существуют фундаментальные законы и физические уравнения связи напряжений с деформациями (скоростями деформаций), но при сложных видах влияния свойств, в частности в случаях, когда проявляются все три свойства в равной мере, модели связи напряжений с деформациями (скоростями деформаций) построены для частичных случаев, т.е. только для нормальных или сдвиговых деформаций.

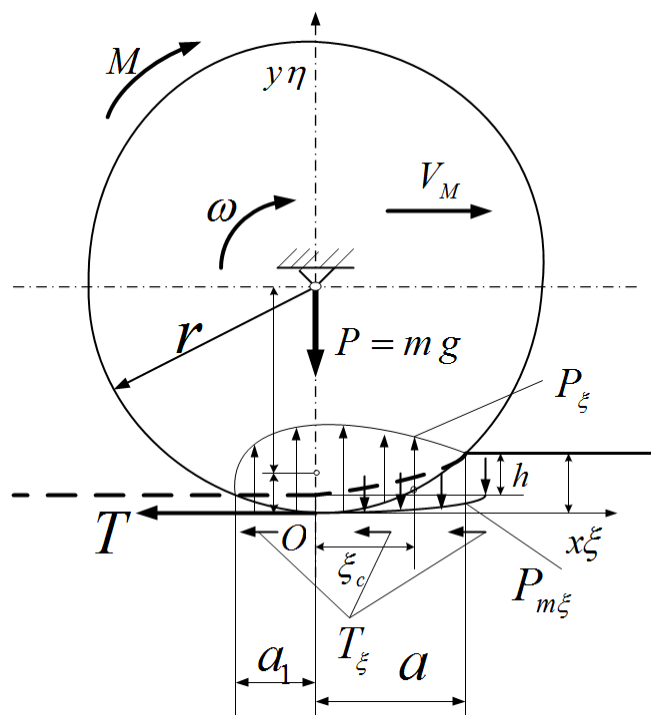


Рис. Схема взаимодействия деформируемого приводного колеса с деформируемой средой.

Если такие модели построены для полных тензоров напряжений и деформаций, то их применение в полном виде не разрешает решить задачу о напряженно-деформированном состоянии среды или материала из-за того, что после подстановки этих физических уравнений в уравнения равновесия среды

они становятся существенно нелинейными и становятся гиперболическими уравнениями в частных производных третьего порядка.

Такие задачи (связанные с анализом напряженно-деформированного состояния среды) возникают, в частности при анализе взаимодействия рабочих органов и колес машин с почвой. В последнем случае почва формализуется как сплошная среда со свойствами упругости, вязкости и пластичности. Правомерность такой формализации и результаты анализа взаимодействия рабочих органов с грунтом основываются на результатах исследований Кушнарева А. С., Ковбасы В. П., Золотаревской Д. И. и др. [1–10].

Для физически линейной связи напряжений с деформациями или их скоростями построены физические уравнения связи, которые получили в последнее время достаточно широкое распространение при анализе взаимодействия рабочих органов машин с материалами и средами, в том числе и при взаимодействии деформируемых колес с почвой.

Однако, при решении прямой контактной задачи, т.е. для случая когда на границе приложены силы или их распределенные величины, при том, что чаще всего известны лишь величины сосредоточенных сил возникает вопрос об определении распределения сил в зоне контакта. Особенно это важно для случаев взаимодействия тел несогласованной геометрической формы. Для плоской постановки задачи взаимодействия деформируемого колеса с деформируемой почвой (рис.) распределенные по зоне контакта силы могут быть определены с использованием криволинейного интеграла первого рода. Так для сосредоточенной силы тяжести  $P = mg$  можно записать равенство:

$$\frac{d}{d\xi} \left( \int \frac{P}{(a - a_1)} d\xi \right) = \frac{d}{d\xi} \left( \int \left( p_\xi \sqrt{1 + \left( \frac{d}{d\xi} \left( \frac{\xi^2}{2r} \right) \right)^2} \right) d\xi \right), \quad (1)$$

где:  $a, a_1$  передняя и задняя границы зоны контакта, соответственно,  $p_\xi$  -- распределенная по пятну контакта сила. Из решения уравнения (1) распределенная сила представится следующим образом:

$$p_\xi = \frac{P}{(a - a_1) \sqrt{1 + \frac{\xi^2}{r^2}}}. \quad (2)$$

Аналогичным образом определить распределенная касательная сила из уравнения:

$$\frac{d}{d\xi} \left( \int \frac{M}{r} d\xi \right) = \frac{d}{d\xi} \left( \int T_\xi \sqrt{1 + \left( \frac{d}{d\xi} \left( \frac{\xi^2}{2r} \right) \right)^2} d\xi \right), \quad (3)$$

где:  $M, T_\xi$  - крутящий момент и распределенное касательное усилие, которое из уравнения (3) выразится следующим образом:

$$T_{\xi} = \frac{M r \sqrt{1 + \frac{\xi^2}{r^2}}}{(a - a_1)(r^2 + \xi^2)}. \quad (4)$$

Таким образом полученные распределенные по поверхности контакта силы являются исходными для решения прямой контактной задачи взаимодействия деформируемого колеса с почвой в плоской постановке.

#### *Список литературы*

1. Ковбаса В. П. Моделирование распределения напряжений в почве под действием деформаторов [Текст] / В. П. Ковбаса // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА. – 2001. – Вип. 2. – т. 16. – С. 123–127.
2. Ковбаса В. П. Фізичні рівняння деформування ґрунту з суттєвим проявом в'язкопластичних властивостей / В. П. Ковбаса // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2011. – Вип. 166. – Ч. 2. – С. 284–296.
3. Ковбаса В. П. До визначення фізичних рівнянь пружнов'язко-пластичного середовища з умовою руйнування за модифікованим критерієм Кулона-Мора [Електрон. ресурс] / В. П. Ковбаса // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 11. – Т. 2. – С. 161–174. Режим доступу: [www.nbu.gov.ua/portal/Chem\\_Biol/Ptdau/2011\\_11\\_2/index.html](http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Ptdau/2011_11_2/index.html).
4. Ковбаса В. П. Фізичні рівняння деформування ґрунту з суттєвим проявом в'язкопластичних властивостей [Текст] / В. П. Ковбаса // Motrol: Motorization and power industry in agriculture. – 2011. – Tom 13 B. – P. 92–97.
5. Кушнарєв А. С. Механико-технологические основы процесса воздействия рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий на почву: дис. докт. техн. наук: 05.20.01 / А. С. Кушнарєв. – Мелітополь, 1980. – 329 с.
6. Кушнарєв А. С. К вопросу снижения тягового сопротивления и улучшения агротехнических показателей культиваторов с упругой подвеской рабочих органов [Текст] / А. С. Кушнарєв, Л. Н. Волков, В. П. Базаров // Научные основы проектирования сельскохозяйственных машин. – РИСХМ. – Ростов-на-Дону, 1980. – С. 77–84.
7. Кушнарєв А. С. Механико-технологические основы обработки почвы [Текст] / А. С. Кушнарєв, В. И. Кочев. – К.: Урожай, 1989. – 144 с.
8. Золотаревская, Д. И. Исследование и расчет уплотнения почвы колесными движителями [Текст] / Д. И. Золотаревская // Механ. и электриф. сельского хозяйства. – 1982. – № 2. – С. 28–32.
9. Золотаревская Д. И. Взаимосвязь различных математических моделей деформирования почвы [Текст] / Д. И. Золотаревская // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. – № 5. – С. 10–16.
10. Золотаревская Д. И. Основы теории и методы расчета уплотняющего воздействия на почву колесных движителей мобильной сельскохозяйственной техники: дисс... доктора техн. наук: 05.20.01. [Текст] / Д. И. Золотаревская. – М., – 1997. – 432 с.

УДК 514.18

## ІНВЕРСНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ MAPLE

О. В. Несвідоміна \*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Перелік криволінійних поверхонь віднесених до ізометричних сіток є обмеженим. Для таких поверхонь характерно те, що їх коефіцієнти  $E$  і  $G$  першої квадратичної форми координатних ліній рівні між собою. Одне із практичних застосувань ізометричних поверхонь є те, що відображення між ними мають мінімальні спотворення.

Один із способів розширення ізометричних сіток – застосування інверсного перетворення до вихідної ізометричної сітки. Отримати параметричні рівняння нової ізометричної сітки (образу) для вихідної ізометричної сітки (прообразу) можливо тільки в середовищах символічної математики, наприклад Maple. Але це потребує розробки відповідного аналітичного, алгоритмічного та програмного забезпечення.

Запишемо параметричне рівняння довільної ізометричної сітки (прообразу) у загальному вигляді:

$$R(u, v) = R[x(u, v), y(u, v), z(u, v)], \quad (1)$$

де:  $u \in [u_1..u_2]$ ,  $v \in [v_1..v_2]$  – внутрішні координати поверхні  $R(u, v)$ .

Ізометрична сітка в інверсному перетворенні (образ) буде мати наступне параметричне рівняння:

$$R'(u, v) = \frac{L^2}{R^2} \cdot R[x(u, v), y(u, v), z(u, v)], \quad (2)$$

де:  $L$  – радіус сфери інверсного перетворення.

За розробленим програмним забезпеченням в середовищі Maple було проведено інверсне перетворення (2) різних ізометричних сіток (1). В табл. 1 наведено окремі результати  $R'(u, v)$  інверсного перетворення плоских ізометричних відрізків  $R(u, v)$  (прообразу), заданого в декартовій (а, б) та в полярній (в, г) системах координат. Їх образом є сферичні ізометричні сітки різного радіусу та положення в декартовій системі координат  $Oxyz$ .

Пояснимо інверсне перетворення на прикладі плоскої полярної ізометричної сітки (табл. 1, в), параметричне рівняння якої має вигляд:

$$R(u, v) = R[e^v \cos(u), e^v \sin(u), z_0 = L], \quad (3)$$

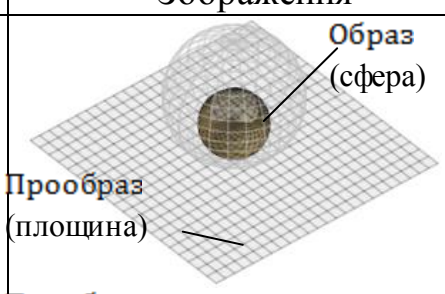
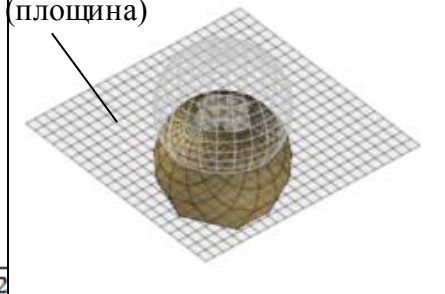
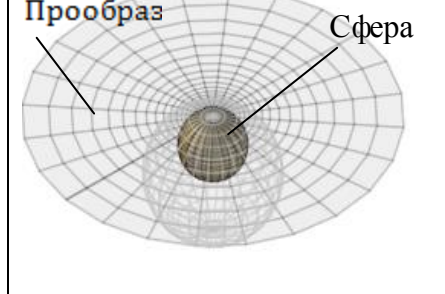
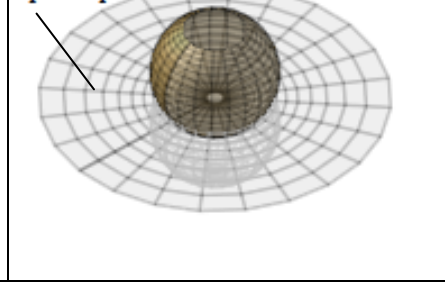
де:  $u \in [0..2\pi]$ ,  $v \in [0..v_2]$  – внутрішні координати полярної сітки;

$E = G = e^v$  – коефіцієнти  $E$  і  $G$  першої квадратичної форми  $ds^2$ ;

$z_0 = L$  – полярна сітка дотикається до сфери інверсного перетворення.

\*Науковий керівник – д. т. н., проф., С. Ф. Пилипака

1. Параметричні рівняння площини (прообразу) та сфери (образу) віднесених до ізометричних координатних ліній

| №  | Прообраз                                                                                                | Образ                                                                                                                                                                                                               | Зображення                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| а) | $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} u, \\ v, \\ -L \end{bmatrix},$ $E \equiv G = 1$                           | $\mathbf{R}' = \begin{bmatrix} \frac{u L^2}{u^2 + v^2 + L^2}, \\ \frac{v L^2}{u^2 + v^2 + L^2}, \\ -\frac{L^3}{u^2 + v^2 + L^2} \end{bmatrix},$ $E \equiv G = \frac{L^4}{(u^2 + v^2 + L^2)^2}$                      |    |
| б) | $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} u, \\ v, \\ -L/2 \end{bmatrix},$ $E \equiv G = 1$                         | $\mathbf{R}' = \begin{bmatrix} \frac{4u L^2}{4u^2 + 4v^2 + L^2}, \\ \frac{4v L^2}{4u^2 + 4v^2 + L^2}, \\ -\frac{2L^3}{4u^2 + 4v^2 + L^2} \end{bmatrix},$ $E \equiv G = \frac{16L^4}{(4u^2 + 4v^2 + L^2)^2}$         |    |
| в) | $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} e^v \cos(u), \\ e^v \sin(u), \\ L \end{bmatrix},$ $E \equiv G = e^{2v}$   | $\mathbf{R}' = \begin{bmatrix} \frac{e^v \cos(u) L^2}{e^{2v} + L^2}, \\ \frac{e^v \sin(u) L^2}{e^{2v} + L^2}, \\ \frac{L^3}{e^{2v} + L^2} \end{bmatrix},$ $E \equiv G = \frac{e^{2v} L^4}{(e^{2v} + L^2)^2}$        |   |
| г) | $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} e^v \cos(u), \\ e^v \sin(u), \\ L/2 \end{bmatrix},$ $E \equiv G = e^{2v}$ | $\mathbf{R}' = \begin{bmatrix} \frac{e^v \cos(u) L^2}{4e^{2v} + L^2}, \\ \frac{e^v \sin(u) L^2}{4e^{2v} + L^2}, \\ \frac{L^3}{4e^{2v} + L^2} \end{bmatrix},$ $E \equiv G = \frac{16 e^{2v} L^4}{(e^{2v} + 4L^2)^2}$ |  |

Інверсне перетворення (2) до ізометричної полярної сітки (3) приведе до параметричного рівняння виду:

$$\mathbf{R}'(u, v) = \mathbf{R} \left[ \frac{L^2 e^v \cos(u)}{e^{2v} + L^2}, \frac{L^2 e^v \sin(u)}{e^{2v} + L^2}, \frac{L^3}{e^{2v} + L^2} \right], \quad (4)$$

де:  $L$  – радіус сфери в інверсному перетворенні;  $E = G = \frac{L^4 e^{2v}}{(e^{2v} + L^2)^2}$  – коефіцієнти  $E$  і  $G$  першої квадратичної форми  $ds^2$ .

Одержаний образ є сфера радіуса  $\frac{L^3}{e^{2v} + L^2}$ , яка має з полярною ізометричною сіткою та сферою інверсного перетворення спільну точку дотику в полюсі (табл. 1, в).

Форма образу (4) в інверсії залежить від положення прообразу (3) відносно сфери інверсного перетворення. На рис.1 побудовано образи для полярної сітки розташованої вздовж осі Oz: а)  $z_o = -\frac{L}{2}$ ; б)  $z_o = 0$ ; в)  $z_o = \frac{L}{2}$ .

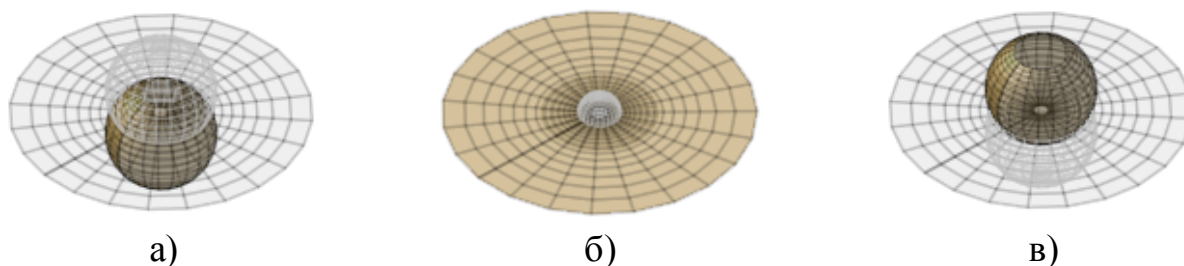


Рис. 1. Положення образу в залежності від положення прообразу.

УДК 631.2

## АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ В ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

*Хайдер Раад Надим Аль-Хаазали*

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

Современные способы и техника полива должны обеспечивать создание оптимальных условий для выращивания плодовых культур; способствовать сохранению структуры почвы; проведению поливов с минимальным расходом оросительной воды на единицу площади; получению высоких урожаев с хорошим качеством плодов; препятствовать возникновению водной эрозии; механизировать и автоматизировать процесс полива; регулировать в определенном диапазоне водный, питательный и воздушный режимы почвы и растений; повышать степень надежности и коэффициент полезного действия оросительных систем; уменьшать энергетические затраты и позволять проводить междурядную обработку почвы.

Благодаря большому сроку службы, внутripочвенное орошение характеризуется высокой экономической эффективностью при орошении многолетних культур, таких как плодовые культуры.

Расстояние между увлажнителями для садов и виноградников зависит от расстояния между рядами посадок. Для новых насаждений целесообразно закладывать 1 – 2 увлажнителя в ряду сада или виноградника. В существующих садах и виноградниках увлажнитель следует закладывать на расстоянии 1,5 – 2,0 м от оси ряда. На среднесуглинистых и глинистых почвах для плодовых насаждений первый увлажнитель рекомендуют закладывать на расстоянии 1,5 – 1,75 м от штамба дерева, а последующие – через 2,5 – 3,5 м. Исследования по применению внутripочвенного орошения в плодоводстве проводились и проводятся в настоящее время, как в Украине, России, так и за



рубежом. В Калифорнии еще в XIX веке для орошения садов применялся способ Ли, который осуществлялся следующим образом.

Закладывалась главная магистраль (труба) диаметром 0,15 м она подводила воду к саду, к ней присоединялись боковые отводы диаметром 0,07 м, расположенные под почвой вдоль ряда деревьев. Около каждого дерева имелся клапан, через который увлажнялась почва.

Расстояние между увлажнителями устанавливалось в зависимости от уклона местности и водоупора. Длина увлажнителей из керамических труб диаметром 60 мм составляла 50 м. Вода в увлажнитель поступала под напором 0,2 – 0,25 м с расходом 1 – 1,3 л/с, поливы проводили малыми поливными нормами (до 22 м<sup>3</sup>/га) один – два раза в неделю. В результате было установлено, что на горных склонах внутрипочвенное орошение обеспечивает удовлетворительное увлажнение почвы и повышает урожайность ягод винограда в 2 – 2,5 раза по сравнению с неорошаемым участком.

В процессе определения контуров увлажнения было выявлено, что основное увлажнение происходит в слое почвы на глубине 0,2 – 1,5 м, а в двухметровом слое оно несколько уменьшается. Смыкание контуров было достигнуто при поливных нормах 700 – 900 м<sup>3</sup>/га.

При испытываемой протяженности увлажнителя и расходе 1,4 л/с наблюдалось равномерное распределение воды по всей его длине. Для поддержания влажности почвы на уровне 80% НВ в среднесухие годы проводилось два полива нормой 800 – 900 м<sup>3</sup>/га, в сухие годы три полива поливной нормой 1400 – 1800 м<sup>3</sup>/га, а также во все годы предусмотрен осенний влагозарядковый полив нормой 700 – 800 м<sup>3</sup>/га.

В результате этого все деревья имели хороший вегетационный прирост и при экономном расходовании воды ежегодно стали давать устойчивые и высокие урожаи (в среднем за 4 года исследований 12 т/га).

Использование пластмассовых материалов при строительстве систем внутрипочвенного орошения позволяет снизить капитальные затраты в 2 раза по сравнению с участком с увлажнителями из гончарных трубок, а также почти полностью автоматизировать полив.

Эффективность применения внутрипочвенного орошения в плодоводстве доказывают и исследования Кременского В.И., которые проводились с 9 – летними яблонями сорта Голден Делишес. При этом использовали перфорированные внутрипочвенные увлажнители, заложенные на глубину 0,8 м и смещенные вправо на 0,05 м относительно штамба дерева. Исследования характера распределения корневой системы показали, что в результате внутрипочвенной подачи воды вокруг увлажнителя образуется большое количество обрастающих корней, которые располагаются параллельно увлажнителю. Проникновение корней в увлажнитель через отверстия перфораций не наблюдалось, что подтверждает возможность использования исследуемой системы внутрипочвенного орошения при поливе плодовых культур. Проведенные исследования систем внутрипочвенного орошения на виноградниках в совхозе «Гратиешты» Молдавской ССР привели к увеличению урожая по отношению к контролю без полива в 2 – 2,7 раза. Орошение

проводили макрокапиллярной системой внутрипочвенного орошения, с укладкой увлажнителей через 1 – 4,5 м на глубину 0,7 м. внутрипочвенные магистрали располагали на расстоянии 0,3 – 0,4 м от штамба дерева.

Равномерность увлажнения почвы по длине увлажнителей достигалась компенсацией пьезометров различным количеством фильтрующих отверстий в трубках – питателя.

В ходе исследований была отмечена высокая надежность работы изучаемой системы внутрипочвенного орошения и даны следующие рекомендации по укладке увлажнителей. На существующих посадках сада, с целью наименьшего повреждения корневых систем растений, внутрипочвенная оросительная сеть должна располагаться не ближе 2 м от оси основного ряда деревьев. Для саженцев оптимальное расстояние между местом посадки и водовыпуском составляет 1 – 1,5 м. Располагать водовыпуски ближе 0,5 м нежелательно. Это связано с трудностями строительства и последующего ухода за сетью в эксплуатационный период. Более удаленное расстояние от саженцев (2 м) приводит к недостаточному увлажнению почвы и, как следствие этого, к остановлению в росте растений в первый год посадки с заметными отличиями в последующем развитии. Основные результаты проведенных исследований представлены в работах В. Н. Лунева, Л. Х. Ким, В. М. Масленникова, А. П. Орлова, Я. Хондрояниса.

В винсовхозе «Абрау-Дюрсо» Краснодарского края с 1978 по 1984 г. проводились исследования на опытно-производственном участке внутрипочвенного орошения ВГСХА на площади 2,4 га.

В ходе исследований изучали технику внутрипочвенного полива и его эффективность. В результате проведенного анализа исследований по внутрипочвенному орошению плодовых насаждений сформулированы цель и задачи исследований, которые состояли в следующем: обеспечить минимум затрат поливной воды, а также энергоемкости процесса при обеспечении оптимальных условий развития насаждений в зависимости от типов насаждений и почвенно-климатических условий. Для достижения поставленной цели предполагается решить следующие задачи: определить зоны распространения влаги в зависимости от физико-механических и физико-химических свойств почвы и параметров истечения жидкости из дрены; определить оптимальное геометрическое расположение дрен и сопел; определить оптимальные режимы истечения жидкости из сопел; экспериментально определить адекватность полученных зависимостей.

УДК 631.1

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДНЫХ КОЛЕС С ПОЧВОЙ**

*Али Кадем Ахмед*

*Сумской национальный аграрный университет*

В настоящее время перед аграриями актуальной остается задача увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Требование интенсификации производства привело к появлению на полях мощной энергонасыщенной техники (включая тракторы и почвообрабатывающие орудия), обладающей большой единичной массой. Это вызывает изменение состояния почвы и отрицательно влияет на ее плодородие: создается подпахотный уплотненный слой, нарушается водно-воздушный режим почвы, ухудшаются ее физические свойства, разрушается структура.

Все это выдвигает в число наиболее актуальных проблему улучшения показателей работы ходовых систем колесных сельскохозяйственных тракторов. Решение этой проблемы возможно путем решения двух составляющих ее проблем: повышения тягово-сцепных качеств тракторов и снижения их уплотняющего воздействия на почву до агротехнически допустимого значения. Для этого необходимо, помимо использования результатов экспериментальных исследований, создать и широко использовать научно-обоснованные уточненные расчетные методы определения показателей взаимодействия движителей машин с почвой. Эти методы должны основываться на результатах теоретических и экспериментальных исследований процессов деформирования почв и эластичных колес.

Необходимо располагать численными методами, позволяющими определять показатели взаимодействия движителей тракторов с почвой с учетом изменяющихся во времени контактных напряжений, скорости трактора, времени воздействия нагрузок, обратимых деформаций почвы и шины. Поэтому решение проблемы улучшения показателей работы ходовых систем колесных сельскохозяйственных тракторов связано с развитием теории качения со следом и уплотнения почвы колесными движителями, учитывающей вязкоупругие (реологические) свойства почв и эластичных колес, проявляющиеся в зависимостях их напряженно-деформируемого состояния при взаимодействии от времени.

Цель работы: снижение отрицательного воздействия на почву движителей колесных энергетических машин и уменьшение эксплуатационных затрат при проведении полевых работ.

В результате проведенных исследований:

1. Получил дальнейшее распространение метод вывода функций распределения давлений в зоне контакта двух тел несогласованной геометрической формы.

2. Впервые определены границы зон контакта деформируемого колеса с деформируемой поверхностью для случая приложения к колесу силы веса и крутящего момента.

3. Впервые получены две взаимно перпендикулярные составляющие распределения смещений в зоне контакта деформируемого колеса с деформируемой поверхностью.

4. Получены предпосылки для аналитического определения коэффициента трения качения деформируемого тела по деформируемой поверхности.

УДК 514.18

## ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЙ НА ПОВЕРХНЯХ ОБЕРТАННЯ У ФУНКЦІЇ ДОВЖИНИ ДУГИ

Я. С. Кремець \*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Нехай меридіан поверхні заданий параметричними рівняннями  $\varphi = \varphi(u)$  і  $\psi = \psi(u)$ . В такому випадку параметричні рівняння поверхні обертання запишуться:

$$X = \varphi \cos v; \quad Y = \varphi \sin v; \quad Z = \psi. \quad (1)$$

Якщо зв'язати дві незалежні змінні поверхні  $u$  і  $v$  певною залежністю, то на поверхні буде описана лінія. Таку залежність задамо у вигляді  $u = u(s)$ ,  $v = v(s)$ , де  $s$  – довжина лінії. В такому випадку повинна виконуватися тотожність  $x'^2 + y'^2 + z'^2 = 1$ . Знайдемо перші похідні рівнянь (1) по змінній  $s$  (при цьому прописні літери в рівняннях (1) замінимо на строчні, оскільки в першому випадку рівняння описують поверхню, а в другому – лінію на ній):

$$\begin{aligned} x' &= u' \varphi'_u \cos v - v' \varphi \sin v; \\ y' &= u' \varphi'_u \sin v + v' \varphi \cos v; \\ z' &= u' \psi'_u. \end{aligned} \quad (2)$$

Після підстановки в наведену тотожність похідних (2) отримаємо:

$$v'^2 \varphi^2 + u'^2 (\varphi_u'^2 + \psi_u'^2) = 1. \quad (3)$$

Відомо, що геодезична кривина геодезичної лінії на поверхні дорівнює нулю. Геодезичну кривину лінії на поверхні для нашого випадку можна знайти із визначника:

$$k_z = \begin{vmatrix} N_x & N_y & N_z \\ x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix}, \quad (4)$$

де:  $N_x, N_y, N_z$  – координати одиничного вектора нормалі до поверхні;

$x', y', z', x'', y'', z''$  – перші і другі похідні рівнянь (1) по параметру  $s$ .

Отже нам потрібно визначник (4) прирівняти до нуля, причому вектор нормалі приводити до одиничного немає сенсу, оскільки спільний знаменник

\*Науковий керівник – д.т.н., проф. С. Ф. Пилипака

для складових вектора може бути винесений за межі визначника, а прирівнювати до нуля потрібно саме визначник.

Перші похідні наведено у виразах (2). Для отримання других похідних диференціюємо вирази (2) по змінній  $s$ :

$$\begin{aligned}x'' &= (u'^2 \varphi_u'' + \varphi_u' u'' - \varphi v'^2) \cos v - (\varphi v'' + 2\varphi_u' u'v') \sin v; \\y'' &= (u'^2 \varphi_u'' + \varphi_u' u'' - \varphi v'^2) \sin v + (\varphi v'' + 2\varphi_u' u'v') \cos v; \\z'' &= u'^2 \psi_u'' + \psi_u' u''.\end{aligned}\quad (5)$$

Нормаль до поверхні знаходимо із векторного добутку:

$$\overline{N} = \begin{vmatrix} x & y & z \\ \frac{\partial X}{\partial u} & \frac{\partial Y}{\partial u} & \frac{\partial Z}{\partial u} \\ \frac{\partial X}{\partial v} & \frac{\partial Y}{\partial v} & \frac{\partial Z}{\partial v} \end{vmatrix}.\quad (6)$$

Частинні похідні, що входять до визначника (6), запишуться:

$$\begin{aligned}\frac{\partial X}{\partial u} &= \varphi_u' \cos v; & \frac{\partial Y}{\partial u} &= \varphi_u' \sin v; & \frac{\partial Z}{\partial u} &= \psi_u'; \\ \frac{\partial X}{\partial v} &= -\varphi \sin v; & \frac{\partial Y}{\partial v} &= \varphi \cos v; & \frac{\partial Z}{\partial v} &= 0.\end{aligned}\quad (7)$$

Після підстановки (7) у (6) і розкриття визначника отримаємо проекції нормалі до поверхні:

$$N_x = -\psi_u' \cos v; \quad N_y = -\psi_u' \sin v; \quad N_z = \varphi_u'.\quad (8)$$

Підставимо вирази (8), (2) і (5) до визначника (4), розкриємо його і прирівняємо до нуля. Ми отримаємо наступне рівняння:

$$(\varphi_u'^2 + \psi_u'^2)(v''u'\varphi + 2\varphi_u'u'^2v' - u''v'\varphi) - \varphi u'^2v'(\varphi_u'\varphi_u'' + \psi_u'\psi_u'') + \varphi^2\varphi_u'v'^3 = 0.\quad (9)$$

Диференціальні рівняння (3) і (9) складають систему відносно невідомих функцій  $u=u(s)$  і  $v=v(s)$ . Щоб розв'язати цю систему відносно других похідних вказаних функцій, необхідно продиференціювати рівняння (3) по змінній  $s$ , щоб у ньому теж з'явилися другі похідні:

$$u'[u''(\varphi_u'^2 + \psi_u'^2) + u'^2(\varphi_u'\varphi_u'' + \psi_u'\psi_u'') + \varphi\varphi_u'v'^2] + \varphi^2v'v'' = 0.\quad (10)$$

Розв'яжемо систему диференціальних рівнянь (9), (10) відносно других похідних невідомих функцій:

$$u'' = \frac{\varphi\varphi_u'v'^2 - u'^2(\varphi_u'\varphi_u'' + \psi_u'\psi_u'')}{\varphi_u'^2 + \psi_u'^2}; \quad v'' = -\frac{2\varphi_u'u'v'}{\varphi}.\quad (11)$$

Розглянемо приклад. Візьмемо конус, параметричні рівняння меридіана якого мають наступний вигляд:

$$\varphi = e^{u \cos \beta}; \quad \psi = e^{u \cos \beta} \operatorname{tg} \beta,$$

де  $\beta$  – кут нахилу прямолінійних твірних конуса до основи.

Запишемо похідні рівнянь (11):

$$\begin{aligned}\varphi_u' &= e^{u \cos \beta} \cos \beta; & \psi_u' &= e^{u \cos \beta} \sin \beta; \\ \varphi_u'' &= e^{u \cos \beta} \cos^2 \beta; & \psi_u'' &= e^{u \cos \beta} \sin \beta \cos \beta.\end{aligned}\quad (12)$$

Підстановка (12) у (11) дає систему диференціальних рівнянь:

$$u'' = (v'^2 - u'^2) \cos \beta; \quad v'' = -2u'v' \cos \beta. \quad (13)$$

Розв'язком системи рівнянь (13) є наступні вирази:

$$v = \frac{1}{\cos \beta} \operatorname{Arctg} \left( \frac{\rho \sin \alpha_0 + s \sin \alpha}{\rho \cos \alpha_0 + s \cos \alpha} \right);$$

$$u = \frac{1}{\cos \beta} \ln \left( \cos \beta \sqrt{\rho^2 + s^2 + 2\rho s \cos(\alpha - \alpha_0)} \right), \quad (14)$$

де:  $\rho$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha_0$  – постійні інтегрування.

УДК 621.867

## ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ МОЛОТКІВ КОРМОДРОБАРОК

*О. О. Котречко, Л. Л. Rogovskiy*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Недостатня надійність і довговічність роботи дробарок ДДР і ДДМ-5, призначених для виробництва комбікормів, в основному обмежена зносостійкістю і міцністю молотків, виготовлених зі сталі 30ХГСА, які піддаються звичайному гартуванню та відпуску на твердість 46–52 HRC.

Практикою встановлено, що вихід з ладу молотків в умовах експлуатації обумовлений зношуванням їх робочої поверхні або руйнуванням внаслідок потрапляння в дробарку з фуражним зерном металевих предметів.

Механізм зношування поверхневих шарів молотків обумовлений ударами, тертям, ковзанням і хімічним впливом матеріалу, що подрібнюється. Тому підвищення довговічності молотків можливо при застосуванні матеріалів і методів їх зміцнення, що знижують рівень мікропластичної деформації і сприяють утворенню міцних і хімічно-стійких вторинних структур.

В якості матеріалів для виготовлення молотків використовували сталей 65Г, 6ХС і 60С2. Зміцнення готових молотків здійснювали звичайним загартуванням в маслі і ізотермічним в розплаві солей. Особливістю ізотермічного загартування являлося те, що безпосередньо в охолоджуючий розплав, що складався з 55% селітри і 45% нітриду натрію, вводилася вода.

Випробування зносостійкості проведені у виробничих умовах комбікормових заводів. Зношування визначали зважування і по зміні розміру молотків залежно від часу їх роботи і обсягу випущеної продукції.

Результатами експерименту показано, що зносостійкість молотків, виготовлених із сталей 65Г, 60С2 і 6ХС і зміцнених в процесі ізотермічного гартування вище серійних зі сталі 30ХГСА в 1,4–1,6 рази.

Збільшення довговічності роботи експериментальних молотків із зазначених сталей, як виявлено механічними випробуваннями, металографічними і електронноскопічними аналізами, викликано підвищенням

міцності, ударної в'язкості, стріли прогину та створенням диспергованої структури і високою фрагментацією мартенситних кристалів.

УДК 631.1.007

## **РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

*Л. О. Чорна, С. Г. Фришев*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Збирання та транспортування цукрових буряків (ЦБ) – це найбільш трудомісткі технологічні операції у їх виробництві, на які приходить більше половини всіх трудозатрат та близько половини фінансових затрат. Тому мета роботи: підвищення ефективності збирально-транспортної технології для цукрових буряків шляхом впровадження удосконаленої технології. Предмет дослідження: закономірності впливу збирально-транспортного процесу на його ефективність. Об'єкт дослідження: технологічні процеси збирання та транспортування цукрових буряків.

Предмет дослідження: закономірності впливу збирально-транспортного процесу на його ефективність.

Робота виконувалась на базі використання господарських даних ТОВ "Продовольча компанія "Зоря Поділля", у Вінницькій області, м. Гайсин, одного з найбільших виробників цукрових буряків в Україні, яка має посівне поле цукрових буряків 14917 га (у 2013 році) з урожайністю культури 48 т/га та середньою відстанню перевезення продукції на цукрові завод 25 км.

Збір ЦБ на підприємстві проводиться сучасними високопродуктивними комбайнами: «Rora» та «Holmer terrados» за перевалочною технологією, яка містить такі операції. Комбайн після наповнення бункера під'їжджає до краю поля і розвантажує цукрові буряки у бурт, що обумовлює значні втрати його робочого часу та відповідне зниження продуктивності. З буртів коренеплоди навантажувачем-очищувачем («Rora Maus») навантажуються на АТЗ і перевозяться на цукровий завод. Результатом недосконаленості технології є суттєве порушення агротермінів збирання та значне ущільнення ґрунту.

Враховуючи досвід ряду європейських країн запропонуємо удосконалену перевалочну технологію – її перевантажувальний варіант – шляхом застосування спеціалізованого тракторного перевантажувального причепа (ТПП) у складі збирально-транспортного комплексу.

Під час завершення заповнення буряками бункера комбайна до нього під'їжджає ТПП і на ходу завантажується із бункера. Цукровий буряк причепом перевозиться до бурта, де розвантажується, після чого причіп повертається до

комбайна. Після тимчасового зберігання в буртах коренеплоди завантажуються навантажувачем-очищувачем в АТЗ і перевозяться на цукровий завод.

Застосування причепа-перевантажувача дозволяє забезпечити безперервну роботу комбайнів і зменшити ущільнення ґрунту, оскільки причіп має шини широкого профілю і понижений тиск.

Для здійснення удосконаленої перевалочної технології було проведено розрахунки раціональних робочих параметрів збирально-транспортного комплексу, який містить:

- 3-х високопродуктивних комбайнів (РораЕуро);
- 3-х спеціалізованих ТТП (Haverlove) з тракторами Джон Дір 4800;
- навантажувач очищувач (Ропа Маус);
- автопоїзди-самоскиди КамАЗ-45144 з причепом ГКБ 83500 з вантажопідйомністю близько 25 т. – 15 од.

Проведені розрахунки показали, що:

1. Удосконалення перевалочної технології для цукрових буряків шляхом застосування збирально-транспортного комплексу (ЗТК) дозволяє, в порівнянні з базовою технологією, підвищити продуктивність комбайнів в 1,5 рази, автотранспорту на 12–25% та зменшити ущільнення ґрунту.

2. При виконанні удосконаленої технології ЗТК забезпечує збирання, очищення та перевезення цукрового буряку з площі 4950 га при урожайності 48 т/га і середньої відстані до заводу 25 км за 30 робочих днів (відповідно для досліджуваного господарства таких комплексів необхідно три). Річний економічний ефект складає 141 грн/т.

УДК 631.34

## **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК**

*В. Г. Опалко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Основним напрямком АПК України є виробництво зернових культур, стабільність якого значною мірою залежить від технічного забезпечення. Якісна сільськогосподарська техніка і зокрема сівалки забезпечать високий рівень розвитку агропромислового комплексу України в сучасних ринкових умовах.

Для підвищення технічного рівня сільськогосподарської техніки необхідно виходити з того, що якість техніки ґрунтується на її сучасній уніфікованій елементній базі та складових конструкцій машин.

Найпопулярнішими на українському ринку сьогодні залишаються сівалки ПАТ «Червона Зірка». Системний аналіз зернової сівалки типу СЗ-3,6А свідчить, що дана посівна машина включає велику номенклатуру складових



частин. При цьому багато компонентів на різних рівнях складності мають різьбові з'єднання.

Використання великої кількості різьбових з'єднань в сучасних сільськогосподарських машинах свідчить про актуальність виділення їх як окремого елемента і дослідження їх впливу на якість техніки.

Метою роботи є визначення алгоритму методики оцінки якості різьбових з'єднань зернових сівалок типу СЗ-3,6А; дослідження впливу показників різьбових з'єднань на технічний рівень посівних машин; оцінка відповідності різьбових з'єднань та їх елементів нормованим вимогам при виготовленні та подальшій експлуатації

Розроблений алгоритм методики досліджень включає наступні операції:

1. Вивчення НД щодо різьбових з'єднань.
2. Формулювання вимог до різьбових з'єднань.
3. Визначення номенклатури нормованих показників.
4. Види робіт та їх послідовність щодо визначення показників.
5. Інструментальне забезпечення робіт.
6. Документація на реєстрацію вимірювань.
7. Правила обробки та аналізу даних.

На основі вивчення нормативної документації і джерел, що присвячені тематиці роботи, були сформульовані загальні вимоги до болтів, гвинтів, шпильок і гайок, визначена номенклатура нормованих показників.

Окремо визначалися показники різьбових з'єднань в збірці.

1. Наявність необхідних деталей в складальних з'єднаннях.
2. Головки болтів, як і гайки, повинні бути однаковими по висоті і розмірам під ключ з правильно розташованими щодо центру фасками.
3. Виступ стрижнів болтів за межі гайок повинен бути не більше 1-5 кроків різьби або не більше 1,5 діаметра різьби відповідно до ГСТУ 3-37-5-94, причому кожен з торців повинен мати однакову за розмірами фаску.

4. Зовнішній діаметр шайб і їхня товщина мають бути на всіх болтах однаковими.

5. Контргайки також повинні бути однаковими і за розмірами під ключ відповідати основним гайкам.

6. Прилягання головки болта, гайки, шайби до деталей, що скріплюються (стінки ящика сівалки), повинно бути щільним. Нещільне прилягання є наслідком слабого затиснення.

7. Величини моментів затягування різьбових з'єднань при контрольних вимірах повинні знаходитися в діапазоні від  $1,05M_{кр\ max}$  до  $0,88M_{кр\ min}$ .

Були визначені види робіт та їх послідовність у відповідності до вимог.

1. Перевірка якості складання різьбових з'єднань проводиться зовнішнім оглядом і за допомогою вимірювань.

2. Вимірювання виступу стрижнів болтів за межі гайок.

3. Перевірка щільного прилягання головки болта, гайки, шайби до деталей, що скріплюються.

3. Контроль затяжки болтових з'єднань

Було визначено інструментальне забезпечення робіт у складі: штангенциркуль, стандартний вимірювальний молоток або шматок дерева для простукання, набір плоских шупів, моментний ключ.

Для оформлення результатів випробувань розроблялися форми протоколів для визначення щільності прилягання кріпильних виробів, складових елементів сівалки, вимірювань параметрів болтових з'єднань сівалок, визначення моменту затяжки болтів.

Систематизація, обробка результатів дослідження проводилася за допомогою статистичних методів. При роботі з вибірками обчислювалися їх числові параметри, що характеризують тенденції, розкид і мінливість даних. Обробка даних виконувалася із застосуванням програми «Описова статистика» пакету Microsoft Excel, що дозволило отримати єдиний статистичний звіт за всіма характеристиками.

Висновок. Розроблена методика дає можливість дослідити та вивчити вплив показників різьбових з'єднань на якість зернових сівалок і виключити можливі недоліки при виготовленні та подальшій експлуатації машин.

УДК 621.004.1

## ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ

*Л. Л. Тітова*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Питання обґрунтування режимів відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт (далі – машин) присвячені фундаментальні дослідження, виконані під керівництвом д.т.н. Крамаренко Г. В., д.т.н. Кузнєцова Є. С., д.т.н. Веденяпіна Г. В., д.т.н. Скуділа Г. І., д.т.н. Кугеля Р. В., к.т.н. Пасічника Н. С. Особливу увагу дослідники приділяли (надавали) виявленню закономірностей і причин зміни технічного стану і визначення допустимих значень параметрів стану деталей, з'єднань, вузлів.

Всі ці залежності базуються на формулах Ерланга, які викладені із передбачення, що час обслуговування заявок розподілений за показниковим законом і справедливий і при довільному законі розподілу часу обслуговування.

Формули Ерланга:

$$P_k = \frac{\alpha^k \cdot n^k}{k!} \cdot P_0, \text{ де } P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k \cdot n^k}{k!}},$$

де  $n$  – кількість приборів;  $k$  – кількість вимог;  $\alpha$  – коефіцієнт завантаження системи;  $P_k$  – ймовірність того, що обслуговуванням зайнято  $k$  приладів.

$$\alpha = \frac{A}{\mu \cdot n},$$

де  $A$  – щільність потоку заявок;  $\mu$  – інтенсивність обслуговують.

В задачах масового обслуговування розглядаються, зазвичай, пуасоновський потік вимог, одночасно володіючий властивостями стаціонарності (ймовірність надходження вимог залежить від положення цього відрізка на осі часу), ординарності (неможливості виникнення двох і більше вимог в один і той самий момент часу) і відсутність наслідку (надходження в відрізок часу визначеної кількості заявок не залежить від попередньої обстановки). Встановлення при знаків пуасоновського потоку вважається складним процесом, однак Хинчин А. Я. показав, що потік вимог може вважатись простішим, якщо він отриманий сумуванням досить значної кількості незалежних між собою потоків, вплив кожного з яких на суму рівномірно мале. Виходячи, із зазначених передумов, значна кількість дослідників вирішують задачі ефективності функціонування просторових систем масового обслуговування (наприклад, ТО і усунення несправностей пересувними або (і) стаціонарними "станціями" різних видів машин) в припущенні, що потік заявок простий, а час обслуговування вимог відповідає показниковому закону розподілу.

Ймовірність стану замкнутої системи масового обслуговування буде описуватись такими залежностями:

- ймовірність того, що всі прибори вільні від обслуговування:

$$P_0 = \left[ \sum_{n=0}^n \frac{m! \cdot \alpha^k}{k! \cdot (m-k)!} + \sum_{k=n+1}^n \frac{m! \cdot \alpha^k}{n^{k-n} \cdot n! \cdot (m-k)!} \right]^{-1},$$

де:  $m$  – найбільша кількість вимог до системи;  $n$  – кількість приборів в системі обслуговування;  $k$  – конкретна кількість вимог.

- ймовірність того, що в системі знаходиться  $k$  вимог, з них  $P_k$  обслуговується, а  $P_0$  очікують обслуговування:

$$P_k = \frac{m! \cdot \alpha^k}{n^{k-n} \cdot n! \cdot (m-k)!} \cdot P_0.$$

- середнє число вимог, які очікують початку обслуговування:

$$M_{oc} = - \sum_{k=n+1}^m \frac{(k-n) \cdot m! \cdot \alpha^k}{n^{k-n} \cdot n! \cdot (m-k)!} \cdot P_0.$$

- коефіцієнт простою вимог, які очікують початку обслуговування:

$$k_{oc} = \frac{M_{oc}}{m_{ob}} \cdot 100\%.$$

- середня кількість вимог, яка знаходиться в системі обслуговування:

$$M = M_{oc} + \sum_{k=1}^n \frac{m! \cdot \alpha^k}{k! \cdot (m-k)!} \cdot P_0 = \sum_{k=1}^n k \cdot P_k.$$

- середній відсоток простою вимог:

$$k_{об} = \frac{M}{m_{об}} \cdot 100\%.$$

- середня кількість вільних приладів при установленому процесі обслуговування:

$$N_0 = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(n-k) \cdot m! \cdot \alpha^k}{k! \cdot (m-k)!} = \sum_{k=0}^{n-1} (n-k) \cdot P_0.$$

- коефіцієнт простоїв приборів обслуговування:

$$k_{np} = \frac{N_0}{n} \cdot 100\%.$$

Оптимальні параметри системи масового обслуговування можливо також визначити за економічними показниками, використовуючи затрати від втрат системи. Вартісна функція втрат в випадку замкнутої системи масового обслуговування буде мати вид:

$$G_n = (q_{оч} \cdot M_{оч} + q_{nn} \cdot N_0 + q_k \cdot N_z) \cdot T,$$

де:  $q_{оч}$  – вартість втрат, що пов'язані з простоєм вимог за одиницю часу;

$q_{nn}$  – вартість одиниці часу простою прибору системи;

$q_k$  – вартість експлуатації кожного прибору системи за одиницю часу;

$T$  – розрахунковий інтервал (проміжок) часу;

$$N_z = n_z - N_0,$$

де:  $n_z$  – загальна кількість приборів обслуговування в системі.

Параметруючи потік вимог (заявок на технічне обслуговування машин) при постійній інтенсивності обслуговування розрахунковою кількістю пересувних агрегатів і відповідних коефіцієнтів завантаження, є можливість за приведеними аналітичними формулами вибрати найбільш раціональний варіант завантаження пересувних агрегатів і тим самим уточнити їх розрахункову кількість. При цьому за формулами можна оцінити і ефективність функціонування прийнятої форми організації, як для гарантійного технічного обслуговування, так і “станції” в цілому.

В теорії технічного обслуговування машин не вирішеною залишається задача об'єднання різнорідних робіт в один комплекс і формування циклу технічного обслуговування. під циклом вбачається найменший, періодично повторний інтервал наробітку або часу експлуатації машин, за який виконується в певній послідовності установлені всі види технічного обслуговування. перспективність вбачається за методами, які дозволяють стосовно до конкретної машини використовувати досвід експлуатації машини-прототипу. Г. В. Веденяпін запропонував для цієї цілі метод «стержневих робіт»: при проектуванні цмклу вибирають тривалість циклу, періодичність, кратність періодичності і кількість видів технічного обслуговування машин. Тривалість циклу взначається надійністю основних складових частин машини.

Аналіз досвіду закордонних фірм-виробників машин дозволяє констатувати, що найбільш застосованою є тривалість циклу в межах 1000-2000 мото-годин. Для вітчизняних тракторів тривалість циклу технічного обслуговування знаходиться в межах 960-1000 мото-годин, для комбайнів і

інших складних самохідних машин 240 мото-годин, а складних несампрохідних машин 240 годин роботи під навантаженням. При цьому допускається відхилення фактичної перводичності в межах  $\pm 5 \dots 10\%$ .

Для забезпечення умов організації, планування і контролю технічного обслуговування необхідно, щоб кожне технічне обслуговування мало періодичність кратну періодичності слідуєчого більш складного виду обслуговування. Найбільша періодичність технічного обслуговування повинна бути кратною до і-го міжремонтного ресурсу.

УДК 631.1

## **РОЗВАНТАЖУВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ НАГНІТАЛЬНИХ КЛАПАНІВ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

*К. О. Держан*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В даний час в собівартості продукції частка витрат на експлуатацію та ремонт кормозбиральних комбайнів становить понад 20%. Понад 50% всіх відмов паливних систем кормозбиральних комбайнів припадати на паливну апаратуру. У структурі відмов паливних насосів більше 15% припадає на нагнітальні клапани. Однією з причин зниження працездатності нагнітальних клапанів паливної апаратури кормозбиральних комбайнів є недостатня точність оцінки їх технічного стану при технічному обслуговуванні та ремонті.

Нами теоретично обґрунтований критерій оцінки розвантажувальної здатності нагнітальних клапанів паливної системи кормозбиральних комбайнів. Запропоновано оцінку працездатності нагнітального клапана проводити не по щільності (зазору) з'єднання «отвір – розвантажувальний поясок клапана», а за фактичним обсягом витісняється клапаном технологічної рідини. Для оцінки технічного стану нагнітальних клапанів паливної апаратури запропоновано новий метод і пристрій, який дозволяє проводити оцінку здатності клапана за розвантажувальним обсягом.

Нами теоретично обґрунтовано вплив жорсткості пружини на працездатність нагнітального клапана. Втрата жорсткості пружини викликає зниження швидкості закриття клапана, тривалість зниження залишкового тиску в лінії нагнітання збільшується, що тягне за собою ймовірність подвиприсков палива і димність дизелів. Отримана формула для визначення тривалості повернення замикаючого паска нагнітального клапана в сідло корпусу.

Встановлено, що розвантажувальна здатність нагнітальних клапанів в чому залежить від зазору в з'єднанні «отвір - розвантажувальний пасок» клапана. У клапанів, що були в експлуатації понад 74% клапанів мали вказаний зазор вище допустимого нормативно-технічною документацією. У нових нагнітальних клапанів, що надходять на сервісні підприємства в якості

запасних частин, також виявлені клапани (20%) з перевищенням нормативного значення.

Встановлено закономірності зміни зазорів з'єднання «отвір корпусу – розвантажує пасок» клапана і ходу розвантаження від напрацювання. Найбільш інтенсивно збільшення зазору відбувається після напрацювання +2000 мото-годин. Хід розвантаження клапана змінюється по лінійної залежності. Жорсткість пружин найбільш інтенсивно знижується після напрацювання 1000 мото-годин. Встановлено залежності обсягу розвантаження клапана від зазору в з'єднанні «отвір – розвантажувальний пасок» і ходу розвантаження.

Випробування нагнітальних клапанів підтвердили переваги запропонованого методу і пристрою для оцінки їх розвантажує здібності. У кормозбиральних комбайнів з нагнітальними клапанами, перевіреними та допущеними до експлуатації як придатні на розробленому приладі, димність була нижчою на 9%, ніж у клапанів, перевірених на серійному приладі КІ-1086. При технічному обслуговуванні нагнітальних клапанів, заміна пружини, колишньої в експлуатації на нову пружину також знизила димність дизеля на 11%.

Аналіз точності розробленого методу і пристрою для оцінки технічного стану нагнітальних клапанів за розвантажувальним обсягом показав його перевагу в порівнянні з існуючими методами. Так, максимальне відхилення циклової подачі клапанів, перевірених і відібраних як придатні, на розробленому приладі становить  $\pm 7,5\%$ , а на серійному приладі –  $\pm 20,8\%$ .

Розроблені технологічні й організаційні рекомендації щодо забезпечення працездатності нагнітальних клапанів паливних насосів дизелів кормозбиральних комбайнів при технічному обслуговуванні та ремонті впроваджені агропромислових підприємствах, на ділянці по діагностування та ремонту паливних насосів ТОВ «Агроснаб».

Економічний ефект від реалізації запропонованих рекомендацій з виявлення несправностей нагнітальних клапанів і зниженню димності дизелів тільки для парку машин 54 шт. складе 146,32 тис. грн. на рік.

УДК 631.1

## **СИСТЕМНИЙ ПІДХІД І СИНЕРГЕТИКА У ВИКОРИСТАННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ У СФЕРІ АГРАРНОЇ ОСВІТИ**

*Т. О. Костюк*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На початку 80-х років минулого століття наука наблизилася до відкриття законів, дія яких забезпечує цілісність функціонування природних систем. Про це свідчить створення синергетичних теорій самоорганізації складних систем, а також єдиних теорій фундаментальних фізичних взаємодій. Сьогодні

синергетику розглядають як науковий напрям, що вивчає єдину сутність найрізноманітніших явищ як процес переходу від неупорядкованості до порядку.

За своєю сутністю синергетика є розвитком ідей системного підходу для відкритих неврівноважених систем, вона узагальнює всі найважливіші для дослідження процесів самоорганізації теоретичні і методологічні результати системних досліджень. Зіставлення головних положень синергетики і системного підходу представлено у табл. 1.

Не можна стверджувати, що сьогодні склалось чітке розуміння синергетики. Можна констатувати відсутність прийнятного для широкого кола дослідників викладення основних положень синергетичного підходу.

Найпоширенішим є тлумачення синергетики як міждисциплінарної науки, яка лежить в основі комплексного моделювання як природних, так і соціальних процесів, що базується на загальній теорії систем і теорії еволюції. У межах синергетики відбувається формування нової пізнавальної парадигми самоорганізації як нового міждисциплінарного напрямку досліджень складних систем, що самоорганізовується.

Водночас, синергетика – це новий світогляд і нове розуміння процесів розвитку, на відміну традиційних поглядів, що базуються на постулатах класичної науки Ньютона і Лапласа, у яких:

- випадковість виключалася як щось зовнішнє і неістотне;
- процеси в світі представлялися як зворотні за часом, передбачувані на необмежено великі терміни;
- еволюція розглядалася як прямолінійний процес, позбавлений відхилень.

*1. Співвідношення головних положень системного підходу і синергетики*

| Системний підхід                                                                                      | Синергетика                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Акцент роблять на статичні системи, їхньому морфологічному або функціональному описі.                 | Акцентує увагу на процесах формування, розвитку і руйнування систем.                                    |
| Надає велике значення впорядкованості, рівновазі.                                                     | Вважає, що хаос відіграє важливу роль у процесах функціонування систем, причому не тільки деструктивну. |
| Вивчає процеси організації систем.                                                                    | Досліджує процеси самоорганізації систем                                                                |
| Найчастіше зупиняючись на стадії аналізу структури системи, абстрагується від кооперативних процесів. | Наголошує на узгодженості процесів, що лежать в основі самоорганізації і розвитку.                      |
| Проблема взаємозв'язку розглядається переважно як взаємозв'язок компонентів усередині системи.        | Вивчає сукупність внутрішніх і зовнішніх взаємозв'язків системи.                                        |
| Джерело руху вбачає в самій системі.                                                                  | Визнає велику роль середовища в процесі зміни.                                                          |

Синергетика, прийнявши від системного підходу розвиток системних ідей, наповнює їх новим змістом. Вона намагається подолати жорстке розмежування явищ і закономірностей живої природи і штучної – з одного боку, та живої і неживої – з іншого.

У центрі головних проблем синергетики у використанні інтелектуального потенціалу у сфері аграрної освіти є виявлення законів еволюції і самоорганізації, які властиві процесам аграрної освіти найрізноманітнішої природи. На нашу думку, вона має тенденцію до універсалізації, предметом якої є загальні властивості та закони. Чотири проблеми найбільш близькі до проблемного поля синергетики у використанні інтелектуального потенціалу у сфері аграрної освіти: 1) звідки все виникає – проблема становлення або проблема початку; 2) як відбуваються процеси розвитку; 3) телеологія – проблема цілей; 4) холізм – як частини співвідносяться з цілим.

Синергетична модель еволюційного розвитку матерії виглядає так: хаос (немає організації) – поява організованої неживої матерії – поява організованої живої матерії – поява людського інтелекту. Розвиток трактується як послідовність тривалих стабільних періодів, які перериваються короткими періодами хаотичної поведінки, після чого відбувається перехід до наступного стабільного стану, вибір якого визначається, зазвичай, спонтанно. Щодо суті концепції, то під синергетичним підходом розуміють такий спосіб наукового опису реального процесу використання інтелектуального потенціалу у сфері аграрної освіти, який базується на трьох поняттях: відкритість, невірноваженість і нелінійність.

Відкритість – здатність системи постійно обмінюватися речовиною (енергією, інформацією) з навколишнім середовищем і володіти як "джерелами" – зонами підживлення її енергією навколишнього середовища, дія яких сприяє нарощуванню структурної неоднорідності цієї системи, так і "стоками" – зонами розсіювання, "скидання" енергії, внаслідок чого відбувається згладжування структурних неоднорідностей у системі.

Невірноваженість – стан відкритої системи, за якого відбувається зміна її структури і характеру функціонування. Причому невірноваженість не тільки призводить до порядку і безладдя, але відкриває також можливість для виникнення унікальних подій, бо спектр можливих способів існування об'єктів в цьому випадку значно розширюється. Для підтримки невірноваженості система потребує надходження з середовища потоку негативної ентропії за величиною, яка принаймні дорівнює внутрішньому виробництву ентропії, а також, згідно з принципом невірноваженості, система мусить постійно функціонувати, щоб зберегти умови свого існування.

Нелінійність – розглядають як непередбачувану реакцію на зовнішні дії, коли незначна "правильна дія" робить більший вплив на еволюцію системи, ніж дія сильніша, але організована неадекватно її власним тенденціям.

Синергетика виходить з того, що еволюційний процес бере свій початок не просто з хаотичного стану, а є продовженням інших еволюційних процесів. Хаос як об'єкт сучасної науки є обов'язковим чинником усіх складних процесів. У процесах самоорганізації відкритих нелінійних систем виявляється



суперечлива, подвійна природа хаосу. Він то конструктивний, то руйнівний. Хаос конструктивний через руйнування (порядок виникає завдяки хаосу і з нього, хаос – основа виходу на одну з тенденцій самоструктуризації складної системи) і руйнівний через конструктивність (стійкі, впорядковані структури поблизу точки загострення стають нестійкими).

Процес утворення нових структур є проявом самоорганізації, причому еволюційний розвиток відбувається з ускладненням структури і зростанням ступеня впорядкованості. Хаос виступає як стан невизначеності, коли один ступінь впорядкованості повинен змінити інший, і неможливо однозначно передбачити, який порядок виникне. При цьому принципово виявляється будь-яка зміна початкових умов. Така чутливість до початкових умов, що визначається нестійкістю розвитку, особливо простежується в життєдіяльності людства. У періоди стійкого розвитку випадковість (смерть політичного діяча, стихійне лихо тощо) лише переводила розвиток суспільства з однієї траєкторії на іншу стійку траєкторію.

Виходячи з виявлених синергетикою принципів коеволюції складної системи використання інтелектуального потенціалу у сфері аграрної освіти (законів їх співіснування і сумісного розвитку), для забезпечення стійкого розвитку економічних систем можна сформулювати дві фундаментальні умови. По-перше, потрібно відмовитися від принципу вирівнювання, "гомогенізації" системи. Сучасна мегасистема "Цивілізація" охоплює структури різного рівня розвитку. Проте, незважаючи на відмінність у рівні розвитку, об'єднання в єдину структуру (за обов'язкового дотримання умови вдалої топології), є вигідним для всіх її складових частин – процес еволюції прискорюється, розвиток потребує менших витрат ресурсів і енергії. Рівень розвитку залишається різним, але відставання в часі у менш розвиненої структури щоразу зменшується, у міру наближення до моменту загострення. Одночасно яскравіше проявляються тенденції зближення, посилюються доцентрові процеси. Це виявляється в поширенні єдиного способу мислення, стилю життя, уніфікації життя взагалі.

По-друге, процес інтеграції різних частин в ціле не є рівномірним, сталим і односпрямованим. Еволюційний розвиток проходить через низку циклів розпаду та інтеграції, гальмування ходу процесів і їх прискорення. Єдність досягається за допомогою чергування розпаду (хоча б часткових) і більш могутніх об'єднань. Цикли загострення інтенсивності процесів і спадання їх інтенсивності, розпаду і об'єднання частин складають внутрішню закономірність нелінійних процесів, вони були закладені в самій нелінійності процесів. Будь-які складні організації у момент кульмінаційного розвитку (моменту загострення процесів) демонструють внутрішню нестійкість до малих збурень, піддаються загрозі розпаду.

УДК 631.1

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВІДЕОЕНДОСКОПІ ПРИ ДІАГНОСТУВАННІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

*О. В. Грубрін, І. Л. Роговський*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Бездротові цифрові відеоендоскопи на гнучкому підставі (рис. 1) призначені для візуального огляду і проведення діагностичних заходів по виявленню несправностей механізмів (в т.ч. двигунів комбайнів, коробок передач) розташованих у важкодоступних місцях, без попереднього розбирання вузлів і агрегатів.



Рис. 1. Відеоендоскоп.

Область застосування відеоендоскопів досить обширна, розглянемо застосування відеоендоскопів для потреб агротехсервісу. Це вимірювальне обладнання відноситься до обладнання неруйнівного контролю (візуальний контроль) і дозволяє проводити візуальну інспекцію та діагностику агрегатів і вузлів зернозбиральних комбайнів без попередньої їх розбирання. Відеоендоскоп може не тільки заглянути в циліндро-поршкову групу двигуна комбайна, але і наочно продемонструвати наявність знайдених несправностей власнику комбайна.

Відеоендоскопи можуть бути використані не тільки при діагностиці та обстеженні двигунів комбайнів. Застосування відеоендоскопа вельми полегшує контроль стану механізмів КПП, дає можливість побачити зсередини трубопровід і виявити в ньому будь-які відкладення і тріщини, відеоендоскоп (відеоскоп) дозволяє діагностувати стан випускної системи відпрацьованих газів без її демонтажу. За допомогою відеоендоскопів можна заглянути в

приховані порожнини кабіни, бункера, шнеків комбайна, виявивши невидимі неозброєним оком сліди корозії.

При діагностиці двигуна комбайна можливості відеоендоскопії найбільш широкі, ніж інші прилади діагностики. Через отвір для форсунки відеоендоскопом добре проглядаються стінки циліндра, клапана, днище поршня. Завдяки гнучкій насадці відеоендоскопа можна без зусиль визначити знос циліндро-поршневої групи будь-якого комбайна, виявити нагар на стінках циліндрів і на днищі поршня, не розбираючи двигун встановити наявність пошкоджень клапанів (рис. 2), переконатися у відсутності тріщин головки блоку циліндра, а також її герметичності.



Рис. 2. Клапани ГЗМ двигуна зернозбирального комбайна.

Ендоскопія дозволяє навіть при мінімальному зносі оливозйомних ковпачків, поршневих кілець, коли на перший погляд ще жоден ознака неполадок не виявила себе, виявити сліди оливи на клапанах, на днищі поршня, в камері згоряння і завчасно усунути несправність.

Одна з основних переваг відеоендоскопів полягає в можливості контролювати якість складання агрегатів після закінчення ремонтних робіт. Завдяки відеоендоскопам можна встановити реальний пробіг двигуна, якщо при огляді двигуна виявиться, що циліндр у верхній частині зношений, а це, як правило, видно по наявності затертих хонів, лисок, можна сміливо сказати, що у двигуна комбайна великий пробіг. Відсутність ж явного спрацювання циліндрів двигуна з великим пробігом, говорити про те, що двигун недавно перебірався.

Подібна інформація може виявитися дуже корисною при огляді комбайна перед покупкою вживаного комбайна, особливо це стосується машин привезених із закордону, існує думка, що там за комбайнами особливо не стежать. Тому відеоскоп забезпечить від придбання комбайна зі скрученим пробігом або несправним двигуном.

Жорсткі ендоскопи та відеоендоскоп дозволяють не тільки правильно і без особливих витрат діагностувати несправність зернозбирального комбайна, завдяки можливості відеоендоскопічних приладів та обладнання записувати фото і відеоінформацію на карту пам'яті, можна наочно і у всіх подробицях продемонструвати наявність будь-якої несправності комбайна клієнтові агротехсервісу.

УДК 631.1

**ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА***О. М. Бистрий**Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Приклад підвищення готовності зернозбирального комбайна:

$$K_z = \frac{T_{\epsilon}}{T_{\epsilon} + T_{y.n.}}, \text{ год},$$

де:  $K_z$  – коефіцієнт готовності;  $T_{\epsilon}$  – наробіток на відмову, год;  $T_{y.n.}$  – тривалість усунення наслідків відмов, год.

звідки,

$$T_{y.n.} = \frac{T_{\epsilon} \cdot (1 - K_z)}{K_z}, \text{ год}.$$

Зважаючи на те, що рівень наробітку на відмову для зернозбиральних комбайнів 42 години, при фактичному коефіцієнті готовності 0,82 отримуємо, що на усунення несправностей відводиться  $T_{y.n.} = \frac{42 \cdot (1 - 0,82)}{0,82} = 9,2$  годин.

Підвищення ж коефіцієнта готовності за рахунок заходів технічного обслуговування до 0,92 дозволить при тих же затратах часу на усунення несправностей забезпечити наробіток на відмову до  $T_{\epsilon} = \frac{T_{y.n.} \cdot K_z}{1 - K_z} = \frac{9,2 \cdot 0,92}{1 - 0,92} = 105,8$  годин, тобто підвищити на його 2,5 рази, до рівня кращих світових комбайнів.

При нормативному навантаженні на зернозбиральний комбайн в 260 га на сезон.

Можемо відзначити, що підвищення до 0,92 коефіцієнта готовності отримаємо, що лише два періода простоя пр наробітку 105,8 годин та 211,6 годин, тобто затрати часу на усунення несправностей будуть складати лише 18,4 годин.

Тоді як при коефіцієнті готовності в 0,82 маємо 6 періодів відмов 42 гдини, 84 год, 126 год, 168 годин, 210 годин і 252 годин наробітку комбайна.

Критерієм оптимізації термінів проведення планових замін (технічних обслуговувань) є величина середніх питомих затрат, що приходять на одиницю відпрацьованої частини середнього ресурсу. Крім того середні питомі затрати:

$$C_{\tau} \left( \frac{\tau}{T} \right) = \frac{C_{\tau_0} \cdot \tau + (C_p + C_n) \cdot \left( 1 - R \left( \frac{\tau}{T} \right) \right) + C_p \cdot R \left( \frac{\tau}{T} \right)}{T \cdot \psi \left( \frac{\tau}{T} \right)},$$

де:  $C_{\tau_0} \cdot \tau$  – поточні затрати на технічне обслуговування, заміни;  $C_n$  – вартість втрат, що пов'язано з простоями або іншими наслідками відмов в експлуатації;

$C_p$  – вартість ремонту техніки;  $R\left(\frac{\tau}{T}\right)$  – ймовірність безвідмовної роботи за ресурсними відмовами на момент проведення планового ремонту.

Найбільш раціональним варіантом планової заміни є період коли деталі мають наробіток від 50 до 90% середнього ресурсу; дієний час заміни необхідно визначати, узгоджено з його графіком використання зернозбиральних комбайнів. В такому випадку, визначаючи періоди використання машин і час ТО (заміни) можна перед початком або в кінці виконання сільськогосподарських операцій – основною метою даної стратегії є запобігання аварійних ремонтів в період відповідальних сільськогосподарських робіт (збирання врожаю), потребуючих чіткого виконання операцій в стислі терміни.

УДК 631.1

## ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

*І. Л. Роговський*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У системи відновлення працездатності сільськогосподарських машин є власна особлива місія за якої ця система виходить за межі сільськогосподарського підприємства і безпосередньо впливає на проектування і виробництво.

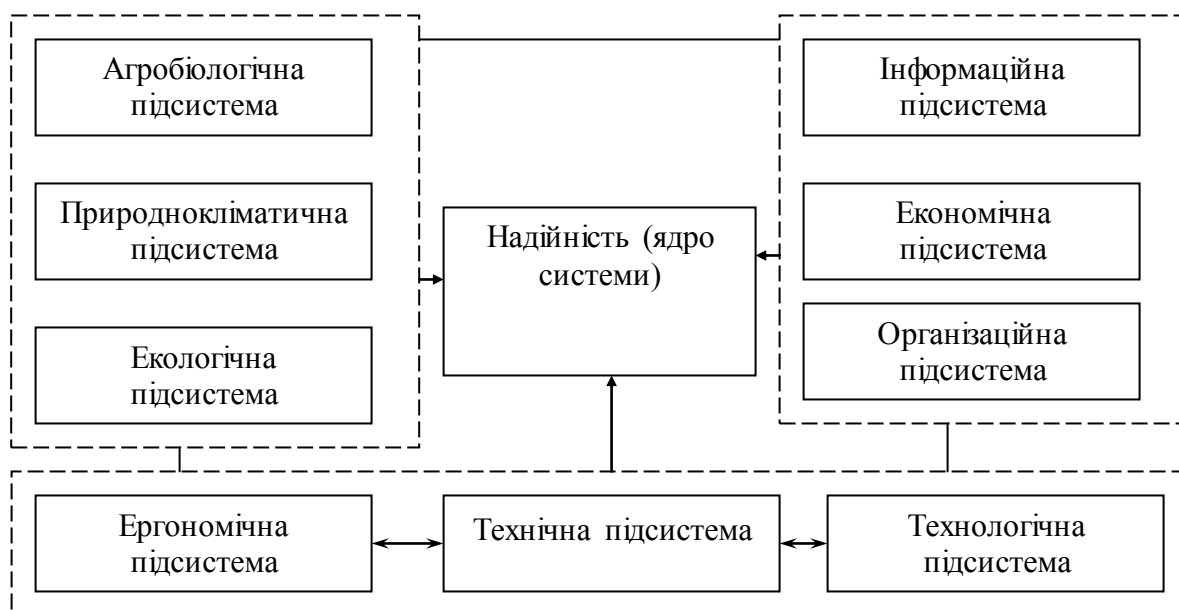


Рис. 1. Система оцінки інтенсифікації відновлення працездатності сільськогосподарських машин.

Узагальнивши науковий досвід, сформульована ієрархічна система формування оцінки інтенсифікації відновлення працездатності сільськогосподарських машин. Ядром системи (рис. 1) є узагальнюючий критерій надійність. Кожна підсистема має власні відмінності та особливості і взаємопов'язана з іншими. В цілому система є складною технічною системою, яка володіє властивостями асоціативності, рефлексивності, неоднорідності і емерджентності.

Природнокліматичні: рельєф місцевості; міцність ґрунту; властивості ґрунту; висота над рівнем моря.

Агробіологічні – забур'яненість ґрунту, конфігурація поля.

Технічні: підготовка машин до роботи; режим ТОР; система відновлення деталей

Режим зберігання; необхідна якість ПММ, забезпечення запасними частинками; сертифікація техніки і послуг технічного сервісу;

Організаційно-виробничі: структура виробничих фондів; структура МТП; об'єми робіт і завантаження; управління технічною експлуатацією; застосування оренди, підяду, лізингу; спільне використання техніки, оновлення МТП, вибір технологічного комплексу, вибір параметрів процесу, використання часу зміни, режими технологічного обслуговування; способи руху МТА, швидкісний режим

Соціологічні: охорона праці, організація праці, сертифікація виробництва, мотивація виробництва кінцевого продукту, інформаційне забезпечення, кадри та інфраструктура.

В підсистемах об'єднано більше 60 факторів. Об'єктивно оцінити цю складну сукупність можливо лише шляхом багатокритеріальної оптимізації. Кваліметричною основою оцінки при значній кількості метрологічних і якісних критеріїв, які характеризуються розмінностями і фізичним змістом, є обґрунтування коефіцієнтів “предпочтєння” або “бажаності” зі зміною їх від 0 до 1 з результируючим співставленням даних про довільне прийняте рішення. Методика розрахунку коефіцієнтів розроблена в працях Р.Л. Кини, Х. Райфа. Узагальнюючий критерій, розраховується за частинними коефіцієнтами “предпочтєння”.

Запропоновано типові зональні маршрутні технології ТО з уніфікованими і узагальненими процесами ТО машин всіх видів і марок на єдиній науково-методичній основі:

- система типизації повинна забезпечити виконання всіх видів технології з підтримання с.г. машин в роботоздатному стані з оптимальними затратами праці, часу, матеріалів, засобів і енергоресурсів;

- система повинна забезпечити виконання всіх видів ТО машин і обладнання, що експлуатуються в різних сільськогосп товаровиробників;

- операційні технології повинні адаптуватись до більшості процесів;

- система ТО повинна мати параметричний ряд виконань за рахунок блочно-модульності і змінно-блочності, з врахуванням складності різної покупної спроможності товаровиробника и дилерів;

– система повинна адаптуватись до виробника с.г. машин.

Сформувати множину альтернативних варіантів функціональних схем основної виробничої складової:

$$f = (f_1^s, f_2^s, f_3^s) \cup (f_1^p, f_2^p, f_3^p),$$

де:  $\cup$  – знак диз'юнкції (логіка "або").

Для регулювання параметрів технічного стану сільськогосподарських машин при їх ТО необхідно мати їх граничні значення, які можуть бути визначені і теоретичними методами. Потреба практики вимагають підвищення точності розрахунків і вони можуть бути виконані лише при умові розроблення нових способів побудови розрахункових схем і математичних моделей з орієнтацією на сучасне програмне забезпечення. Актуальності набувають проблеми оперативного прийняття рішень ТО аналізу, оцінювання надійності при різних умовах експлуатації. Періодичність обслуговування  $t_{TO}$ :

$$t_{TO} = \frac{t_{pmin}}{N},$$

де:  $t_{pmin}$  – мінімальний ресурс об'єкта;  $N$  – кількість ТО за ресурс об'єкта.

Середній ресурс об'єкта при  $i$ -му періодичності ТО  $t_{pi}$  визначається формулою:

$$t_{pi} = t_{pmin} \left[ \left( \frac{t_{pmax}}{t_{pmin}} - 1 \right) \cdot P_c(t_{TOi}) + 1 \right],$$

де:  $t_{pmax}$  і  $t_{pmin}$  – максимальний і мінімальний ресурс об'єкта, відповідно;  $P_c(t_{TOi})$  – середня ймовірність ненаступлення граничного стану періодичності відновлюваної допоміжної системи при напрацюванні  $t_{TOi}$ .

Вибір оптимального варіанту здійснюється за допомогою класичних і похідних критеріїв прийняття технічних рішень: мінімксного, Байєса-Лапласа, Севіджа, Гурвиця, Ходжа-Лемана, Гермейера, BL-критерію, добутку.

УДК 631.1

## **МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНИХ І ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕХАНІЗМІВ ПРИВОДУ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ ЗЕРНОТУКОТРАВ'ЯНОЇ СІВАЛКИ**

*Н. В. Матухно*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Зміна передаточних чисел у механізмі приводу висівних апаратів зернотукотрав'яної сівалки СЗТ-3.6А проводилася шляхом знімання, переставляння і збирання від двох до восьми зубчастих коліс. Деякі варіанти настроювання передбачали зміну положення проміжної осі редуктора (при

внесенні мінеральних добрив і сівбі насіння трав). Крім того, зміни шестерень і проміжної осі редуктора передувало знімання і встановлення на місце однієї або двох бокових кришок зернотукового редуктора. Причому кришка редуктора для приводу апаратів для сівби насіння зернових фіксувалася за допомогою трьох шплінтів, а кришка, що закриває вузол кріплення проміжної осі зернотукового редуктора, кріпиться трьома болтами з двома гайками на кожному з них.

Маса серійних редукторів сівалок СЗТ-3,6А і удосконаленого механізму приводу універсальної начіпної ґрунтосбробно-посівної машини до тракторів класу 1,4 визначалася шляхом зважування їх на вагах вантажопід'ємністю 150 кг. Відповідність передаточних чисел, наведених в інструкціях і фактичних, визначалася розрахунковим методом у відповідності з кількістю зубців зірочок і шестерень на схемах та на натуральному зразку машини.

Удосконалений механізм приводу катушкових висівних апаратів на макетному зразку універсальної ґрунтообробно-посівної машини до тракторів класу 1,4 перевірявся при сівбі насіння гречки широкорядним способом з міжряддями 45 см у фермерському господарстві „Люцерна” (с. Черняхів Кагарлицького р-ну Київської області). В польових умовах норма висіву дорівнювала 55 кг/га при довжині робочої частини катушки 22 мм (діаметр катушки 25 мм) і передаточному числі  $i = 10/9 \times 9/14 = 0,71$ .

З метою поліпшення якості заробки насіння кильовидними сошниками зернотукотрав'яної сівалки СЗТ-3,6А в насінневому каналі сошника було встановлено два відбивачі розміром 18 x 50 мм: один в верхній частині каналу, а другий – в нижній частині каналу. Ці відбивачі спрямовували насіння під п'ятку наральника. Досліди проводилися у відповідності з двохфакторним експериментом (табл. 1).

*1. План експерименту визначення статистичних оцінок відстані від місця падіння насіння гречки до задньої стінки кильовидного сошника.*

| Кут нахилу верхнього відбивача до осової лінії насінневого каналу |           | Кут нахилу нижнього відбивача до горизонту |           | Статистичні оцінки: |                                |                    |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|-----------|---------------------|--------------------------------|--------------------|
|                                                                   |           |                                            |           | Середнє             | Середнє квадратичне відхилення | Помилка середнього |
| кодований                                                         | фактичний | кодований                                  | фактичний | M, мм               | $\sigma$ , мм                  | $S_M$ , мм         |
| -1                                                                | 0         | -1                                         | 40        |                     |                                |                    |
| -1                                                                | 0         | 0                                          | 60        |                     |                                |                    |
| -1                                                                | 0         | +1                                         | 80        |                     |                                |                    |
| 0                                                                 | 15        | -1                                         | 40        |                     |                                |                    |
| 0                                                                 | 15        | 0                                          | 60        |                     |                                |                    |
| 0                                                                 | 15        | +1                                         | 80        |                     |                                |                    |
| +1                                                                | 30        | -1                                         | 40        |                     |                                |                    |
| +1                                                                | 30        | 0                                          | 60        |                     |                                |                    |
| +1                                                                | 30        | +1                                         | 80        |                     |                                |                    |



Різниця між найбільшим та найменшим значеннями відстані від місця падіння насіння до задньої стінки наральника визначалася по формулі:

$$d = X_1 - X_2,$$

де:  $X_1$  і  $X_2$  – відповідно середня найбільша та найменша відстань від місця падіння насіння до задньої стінки наральника з даних таблиці 3.4. Помилка цієї різниці визначена по формулі:

$$S_d = \sqrt{S_{x_1}^2 + S_{x_2}^2},$$

де:  $S_{x_1}$  і  $S_{x_2}$  – відповідно помилки при визначенні середньої найбільшої та найменшої відстані  $x_1$  та  $x_2$  у відповідності з даними табл. 1.

На підставі отриманих результатів по критеріях Ст'юдента та Фішера зроблено висновок про доцільність виключення верхнього відбивача в конструкції кильовидного сошника. Аналогічні оцінки отримані при відсутності відбивачів в насіннєвому каналі кильовидного сошника, які підтвердили доцільність встановлення нижнього відбивача, який спрямовує насіння під задню стінку наральникового сошника.

Полюві випробування універсальної ґрунтообробно-посівної машини з удосконаленим механізмом приводу висівних апаратів від сівалки СЗТ-3,6А проводилися на полях фермерських господарств „Люцерна” і „Плугатар” Кагарлицького району Київської області. В дослідях проводилися заміри глибини заробки насіння гречки після появи сходів по довжині етильованої частини рослин. Точкові оцінки глибини загортання насіння (середнє, середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації) проводилися у відповідності з РД 105.1-91. Крім глибини загортання насіння визначалися відстань між рослинами в рядку (150 замірів) та між найближчими з них у двох суміжних рядках (теж 150 замірів) та гребеністість поверхні, а також статистичні оцінки цих показників. Умови випробувань визначалися у відповідності з КНД 46.16.02. 08-95.

УДК 631.363.004.15

## **НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОФЕСІЙНО ВАЖЛИВИХ ЯКОСТЕЙ ПРАЦІВНИКІВ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОЇ СЛУЖБИ В ПРОЦЕСІ ЇХ ДІЯЛЬНОСТІ**

*А. В. Новицький*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Професійна діяльність і розвиток особистості в процесі професіоналізації є важливим об'єктом теоретичного і прикладного інтересу вітчизняної та зарубіжної наук. Як показує аналіз, розвиток вказаної проблематики змінювався в залежності від поточних змін соціально-трудових та економічних відносин у суспільстві.

Наукові розробки періоду радянського часу з початку їх появи мали відношення до пізнання специфіки професійного становлення особистості та індивідуальної майстерності, які включали: облік психофізіологічних параметрів і психологічних характеристик фахівців космічної, авіаційної, військової та енергетичної галузей, спортсменів, а також підготовку персоналу до діяльності в екстремальних умовах.

В останні десятиліття розробляються положення про конкурентоспроможність особистості, як спеціалізованої психологічної функції професіоналу, досліджується велике коло проблем професіографії, оцінки та формування компетентності фахівців, встановлення їх професійно важливих якостей (ПВЯ). Незважаючи на активну розробку професійно-трудової тематики, ще мало досліджень, які були б спеціально присвячені формуванню ПВЯ працівників в процесі трудової діяльності. Ще менше робіт присвячено особливостям професійної підготовки та успішній діяльності працівників інженерно-технічної служби в аграрному секторі економіки. До цієї категорії працівників можна віднести інженерів, техніків-механіків, управлінський персонал технічної служби, механізаторів, водіїв, операторів машин та складної сільськогосподарської техніки.

Систематизовані дослідження, присвячені питанням формування та розвитку ПВЯ вказаних категорій працівників, проводилися не достатньо, і тому цикл статей і тез доповідей по даній проблематиці може заповнити цей пробіл. Основними напрямками досліджень повинні стати:

- аналіз документації і посадових інструкцій, що регламентують діяльність персоналу та визначають їх еталонні ПВЯ;
- виконання професіографічних досліджень, спрямованих на виявлення ПВЯ персоналу;
- виявлення основних проблем формування ПВЯ працівників інженерно-технічної служби аграрної сфери економіки;
- розробка рекомендацій з підбору, навчання і підвищення кваліфікації персоналу, які б враховували оптимальне співвідношення між кваліфікацією працівника і складністю машин та обладнання;
- проведення опитування з використанням методики комплексного підходу для оцінки ПВЯ персоналу;
- розробка моделей прийняття рішень персоналом;
- розробка та впровадження програми ситуативного психологічного тренінгу, який направлений на формування ПВЯ фахівців.

*Список використаних джерел*

1. Бурлаков В. І. Формування показників якості роботи технічного персоналу при технічному обслуговуванні авіаційної техніки / В. І. Бурлаков, Р. М. Салімова, М. В. Корсуненко // Вісник НАУ. – 2005. – №3. – С. 69– 2.
2. Луговська Е. М. Трансформація й інтеграція фахових знань та вмінь як умова формування фахової компетентності майбутніх техніків-механіків агропромислового виробництва / Е. М. Луговська // Психолого-педагогічні науки. – 2013. – № 5 – С. 167–173.

З. Новицький А. В. Вплив кваліфікації персоналу на надійність складних технічних систем «людина – машина» / А. В. Новицький, В. І. Мельник, О. Л. Віннічук // ІНТ, X Міжнародна науково-практична інтернет – конференція «Сучасний соціокультурний простір 2013». – К., 2013. – С. 1–4.

УДК 620.925

## **СТАН І ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК В УКРАЇНІ**

*Ю. В. Олещук, А. В. Новицький*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Біогазова установка (БГУ) – це установка, яка дає можливість переробляти різні види органічної сировини в енергію у вигляді біогазу, у високоефективні органічні добрива і при цьому є розв'язком низки екологічних проблем (ерозія ґрунтів, забруднення водоймищ, викиди вуглекислого газу в атмосферу, тощо). Основні тенденції в розробці та виготовленні зарубіжних біогазових установок:

- зарубіжні фірми не виготовляють стандартних типорозмірних рядів, а розробляють для кожного господарства проекти біогазових комплексів, виготовляють відповідну елементну базу (метантенки, енергетичні блоки) і збирають біогазові комплекси;

- біогазові установки виготовляють комплексними, починаючи з ферментації рідких органічних відходів і закінчуючи виробництвом електроенергії;

- для збільшення виробництва біогазу з 1 м<sup>3</sup> вихідної маси німецькі фірми почали спеціально вирощувати й доставляти в метантенки подрібнену рослинну масу, використовуючи при цьому весь біологічний урожай кукурудзи.

В Україні нині працює не більше десятка біоенергетичних установок. Першу з них було споруджено у с. Бортничі Київської області на основі розробок Київського інституту УкрНДІАгропроект. Пізніше подібні установки були побудовані у Харкові, Одесі, Кривому Розі. Більш потужна установка працює на свинофермі компанії «Агро-Овен» у с. Оленівка Дніпропетровської області. Установка призначена для переробки 80 т/добу гнойових стоків зі свиноферми з 20-тисячним поголів'ям. Вміст сухої речовини в стоках становить 11,6%. Установка складається з двох метантенків, двох когенераційних установок (по 150 кВт електричних та 30 кВт теплових кожна) та системи зневоднення збродженого гною. Споруджена установка дає змогу отримати 3300 м<sup>3</sup> біогазу. У реакторах підтримується температура близько 35°C. Гній надходить у метантенки зі свиноферми крізь змішувальну ємкість. Зброджений гній виходить з реактора до сепаратора. Готовий біогаз очищається від сірководню системою десульфації фірми Ecogas. Установка виробляє 4000-

5000 кВт/год. електроенергії. З 1 м<sup>3</sup> біогазу теплової енергії близько 3 – 3,2 кВт/год. та електричної 1,4–1,5 кВт/год. Вироблене двигуном тепло використовується для нагрівання метантенка (близько 50%).

На Миколаївщині в м. Вознесенську працює біогазова установка кон'ячного заводу. Сировиною слугують: 10 т/добу трав'яного силосу + 2 т/добу виноградної барди. Реактор установки - 1200 м<sup>3</sup>; Виробляється: 125 кВт електроенергії, + 140 кВт. тепло + надлишок 500 м<sup>3</sup> біогазу/добу на котельню заводу. Установка, що працює на свинофермі комбінату «Запоріжсталь», у якості сировини використовує свинячий гній.

Будівництвом біогазових комплексів також займаються такі відомі в Україні агрохолдинги, як «Миронівський хлібопродукт», «АПК-інвест», «Астарта», «Еко-прод» та ін. Деякі з них користуються кредитами Європейського банку реконструкції та розвитку (ЄБРР). Наприклад, у 2012 році ЄБРР надав агрохолдингу «Астарта» кредит у 12 млн. дол. на будівництво біогазового заводу у Полтавській області. Завод буде працювати на буряковому жомі. Тут планується щорічно переробляти 120 тис. тонн жому і отримувати 14,4 млн. м<sup>3</sup> біогазу.

Слід також наголосити, що біогазові установки уловлюють біогаз, переважно метан, який виділяється в атмосферу в нинішніх системах переробки гноєвих стоків ферм, а його спалювання запобігає потраплянню цього газу в атмосферу, скорочуючи викиди парникових газів, на що зобов'язалась Україна, ратифікувавши Кіотський протокол.

Висновок. Таким чином в Україні є науковий потенціал для розробки та виготовлення біогазових установок, використання яких в державі вирішить ряд актуальних еколого-економічних проблем:

- зменшення енергоємності агровиробництва;
- розвиток місцевих, національних та міжнародних ринків органічної продукції;
- нові перспективи для малих фермерських господарств;
- мінімізація негативного впливу на довкілля через запобігання деградації земель (ерозії, підвищеної кислотності, засоленості), збереження та відновлення їхньої природної родючості;
- припинення забруднення водних басейнів і підземних вод, очищення джерел питної води від токсичних хімікатів;
- зменшення викидів в атмосферу парникових газів.

УДК 631.3:360.172

## **ТЕХНІЧНИЙ СТАН ВАЛІВ РОЗПОДІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЯМЗ-238**

*В. О. Грошко\**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Кулачки розподільчого валу виготовляють із чугуна твердістю 55-62 HRC, шороховатість Ra 0,64 – 0,32. Чавун - сплав заліза з вуглецем (змістом звичайно більш 2,14%), що характеризується евтектичним перетворенням. Вуглець у чавуні може міститися у вигляді цементиту і графіту. Залежно від форми графіту та кількості цементиту, виділяють: білий, сірий, ковкий і високоміцні чавуни. Чавуни містять постійні домішки (Si, Mn, S, P), а в деяких випадках також легуючі елементи (Cr, Ni, V, Al та ін).

На рис. 1 приведено приклад зношеного валу.



Рис. 1. Зношений газорозподільчий вал.

Граничні та допустимі при ремонті зноси деталей та їх спряжень можуть бути визначені експериментальним та аналітичним способами. В розрахунках будемо використовувати аналітичний спосіб. Він ґрунтується на використанні кореляційних залежностей між величиною зносів і такими їх конструктивними характеристиками як розмір, вид посадки, точність та ін.

В табл. 1. приведено перелік контрольованих параметрів при визначенні технічного стану розподільних валів.

Вал не приймається на відновлення<sup>^</sup> при наявності сколів, тріщин, викришувань. В табл. 1 приведено основні дефекти і пошкодження газорозподільних валів та можливі способи їх усунення.

---

*\*Керівник – к.т.н., доцент Карабиньох С. С.*

## 1. Перелік контрольованих параметрів

| Найменування контрольованих параметрів, розмірів і поверхонь | Спосіб встановлення дефекту і засоби контролю                                                                                       | Контрольований розмір, мм                                                                                                                                                                                                                                  |                    |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|                                                              |                                                                                                                                     | Номінальне значення                                                                                                                                                                                                                                        | Допустиме значення |
| Зовнішня поверхня розподільного валу                         | Огляд. Лупа десятикратна. Магнітний дефектоскоп                                                                                     | Тріщини на зовнішній поверхні валу, раковини. Злами валу, задири, риски, заокруглення крайок, масляних каналів                                                                                                                                             |                    |
| Опорні шийки розподільного валу                              | Замір. Пристосування для контролю геометричних розмірів розподільного валу. Мікрометр. Шаблон. Набір плиток для контролю шорсткості | Овальність, конусність опорних шийок не більше 0,01 мм. Шорсткість поверхні Ra 0,64-0,32                                                                                                                                                                   |                    |
| Геометричні розміри розподільного валу                       | Замір. Пристосування для контролю геометричних розмірів розподільного валу                                                          | Биття середні опорні шийок щодо крайніх не більше 0,03 мм                                                                                                                                                                                                  |                    |
| Шпонковий паз                                                | Огляд. Замір. Шаблон                                                                                                                | Знос паза під шпонку за шаблоном                                                                                                                                                                                                                           |                    |
| Резьбовая поверхню під болт кріплення розподільної шестерні  | Огляд. Замір. Шаблон                                                                                                                | Деформація, знос різьбових поверхонь за калібром. Зрив різьби. Глибина різьбових поверхонь                                                                                                                                                                 |                    |
| Поверхня під кріплення розподільної шестерні                 | Огляд. Замір. Мікрометр. Шаблон                                                                                                     | Овальність, конусність не більше 0,05 мм. Шорсткість поверхні Ra 0,64-0,32                                                                                                                                                                                 |                    |
| Впускні і випускні кулачки розподільного вала                | Замір. Мікрометр. Пристосування для контролю геометричних розмірів розподільного валу                                               | Висота впускних і випускних кулачків. Наявність виступання циліндричної поверхні кулачків над поверхнею переходів не менше 0,2 мм. Непаралельність утворюючої поверхні кулачків щодо робочих поверхонь опорних шийок не більше 0,005 мм на довжині кулачка |                    |
| Отвори під масляні канали в розподільному валу               | Огляд. Пристосування для контролю пропускної здатності масляних каналів                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |

УДК 631.3:360.172

## **ОСНОВНІ НЕСПРАВНОСТІ ГІДРОЦИЛІНДРІВ**

*А. Л. Калита\**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

До основних несправностей гідроциліндрів можна віднести: порушення ущільнення поршня, знос поверхні гільзи, зрив різьби, різні течії через ущільнення, знос гільзи, поршня, штока та ін. У гільзі циліндра зношується внутрішня поверхня, на якій можуть бути задираки, глибокі подряпини, а також забоїни і задирки по торцях. Слід зазначити, що знос гільзи гідроциліндра носить бочкоподібний характер. Це викликано тим, що для основних робочих операцій лісових і будівельних машин немає необхідності використовувати весь можливий хід поршня. Таким чином гільза гідроциліндра зношується в основному у своїй центральній частині, в той час, як по краях знос має мінімальні значення.

Окремі забоїни або ризики на дзеркалі циліндра можна зачищати шкуркою, зернистістю 80-120. При значному зносі робочої поверхні гільзи її розточують під ремонтний розмір. Після розточення дзеркало циліндра піддається оздоблювальних операцій, тому що чистота поверхні дзеркала має бути не менш дев'ятого класу. В даний час в якості оздоблювальних операцій застосовують хонінгування, розкочування, притирання, точну розточування, шліфування, полірування й прошивання.

Ремонт штоків можна проводити двома шляхами. Перший зводиться до обробки штоків по діаметру до ремонтного розміру з подальшим хромуванням, з товщиною шару не менше 0,021 мм. Другий спосіб зводиться до проточці зовнішньої поверхні на глибину 0,6-1 мм, наросування металу віброконтактной наплавленням, обробці і хромуванням. Погнуті штоки слід правити без нагріву, допустимий прогин, при довжині штока до 300 мм, не більше 0,15 мм на всій його довжині. Різьба на кінцях штока, у разі її забою, проганяється або заварюється, проточується і нарізається знову. У поршня зношуються направляючі поверхні, канавки для поршневих кілець і самі кільця. В даний час є досвід відновлення поршнів наплавленням поліамідної смолою П-6110Л на спеціальних ливарних формах. Крім того, розроблено метод ремонту поршнів за допомогою поліамідних чохла-манжет. Ущільнювальні гумові кільця замінюються новими при їх зносі або втрати еластичності. Зібрані гідроциліндри випробовують на стенді на герметичність і швидкість переміщення штока. При великому зносі зазвичай поршні не відновлюють, а замінюють знову виготовленими.

Корозійні руйнування зовнішньої поверхні гільз циліндрів визначають оглядом. Зона корозії та кавітації захоплює в більшості випадків межу вздовж гільзи до 105 мм і шириною до 80 мм. Глибина проникнення корозії досягає 3 мм. Досліди показують, що ступень та причини кавітації гільз циліндрів

*\*Керівник – к.т.н., доцент Карабиньох С. С.*

частково залежить від часу їх роботи, а також в більшій мірі від конструктивних особливостей та технології виготовлення гільз.

УДК 631.3:360.172

## МОЖЛИВІ ВІДХИЛЕННЯ ВИКРИВЛЕННЯ ФОРМИ ТА РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛІ “ВАЛ ВТОРИННИЙ”

А. О. Осадчий \*

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

*Відхилення форми.* Оскільки оброблювана деталь являє собою тіло обертання, то відхилення форми, пов'язані з відхиленнями в площині нами розглядатися не будуть.

1. *Відхилення від прямолінійності осі в просторі* – найменше значення діаметра  $\Delta$  циліндра, усередині якого розташовується реальна вісь 1 поверхні обертання в межах нормованої ділянки. У нашому випадку може мати місце відхилення від прямолінійності осі заготовки в процесі її експлуатації або транспортування, що з огляду на конфігурацію деталі і тип виробництва буде невинним браком.

2. *Відхилення від округлості.* Це найбільша відстань  $\Delta$  від точок реального профілю 2 до прилягаючої кола 1 (рис. 1, а).

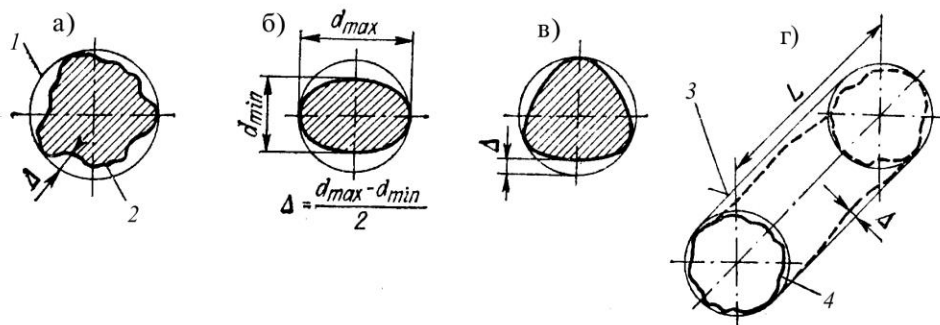


Рис. 1. Відхилення від округлості (а, б, в) і від циліндричності (г)

Окремими видами відхилень від округлості є овальність і огранювання. Овальність – відхилення від округлості, при якому реальний профіль являє собою овалоподібну фігуру, найбільший і найменший діаметри якої знаходяться у взаємоперпендикулярних напрямках (рис. 1, б).

Огранювання – відхилення від округлості при який реальний профіль являє собою багатогранну фігуру. Огранювання підрозділяється по числу граней. Зокрема, огранювання з непарним числом граней характеризуються тим, що діаметри профілю поперечного перерізу у всіх напрямках однаковий (рис. 2, в).

\*Керівник – к.т.н., доцент Карабиньох С. С.



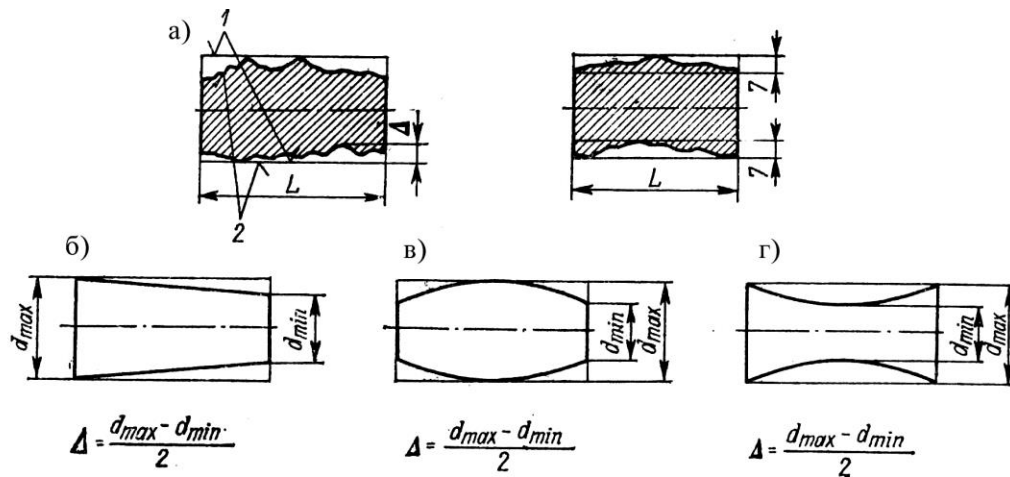


Рис. 2. Відхилення профілю поздовжнього перетину циліндричної поверхні (а) і його частки види: б – конусоподібність, в – бочкоподібність, г – сідлоподібність.

Відхилення від округлості повинно задовольняти заданим умовам у будь-якому перетині. Тому що розглянутий допуск округлості не обговорений вимогами креслення, то він буде нормований по нормальній відносній геометричній точності.

При цьому для нього буде використано приблизно 60% від допуску на розмір. Приймаємо допуск округлості відповідно до ГОСТ 24643-81, що складає 0,010 мм, що відповідає 6-му ступеню точності.

3. *Відхилення від циліндричності* – це найбільша відстань  $\Delta$  від точок реальної поверхні до прилягаючого циліндра в межах нормованої ділянки. Окремими випадками відхилення від циліндричності будуть конусоподібність, бочкоподібність і сідлоподібність, що розглянуті нижче.

4. *Відхилення профілю поздовжнього перетину* характеризує відхилення від прямолінійності і паралельності утворюючих приватними видами відхилення профілю поздовжнього перетину є конусоподібність, бочкоподібність і сідлоподібність. Розглядаючи ж деталь у цілому, можна виділити відхилення профілю поздовжнього перетину при переході від однієї шийки валу до іншої. У даному випадку одержання бочкоподібності і сідлоподібності можливе лише у випадку неправильної правки шліфувальних кругів.

*Відхилення розташування.* З усіх відхилень розташування до даної деталі можна застосувати відхилення від співвісності шийок валу. Це відхилення може виявитися при обробці шийок на різних установках. При обробці ж за один установ цей параметр буде дорівнювати нулю. Приймаємо допуск співвісності шийок валу відповідно до ГОСТ 24643-81, що складає 0,01 мм, що відповідає 4-му ступеню точності.

*Сумарні відхилення форми і розташування.* Радіальне биття – різниця  $\Delta$  найбільшої і найменшої відстаней від точок радіального профілю поверхні обертання до базової осі 1 у перетині площиною, перпендикулярною до базової осі (рис. 3, а). Поле допуску радіального биття – область на площині, перпендикулярній до базової осі 1, обмежена двома концентричними колами з

центром, що лежить на базовій осі, і віддаленими друг від друга на відстані, рівній допуску радіального биття Т (рис. 3, б). Радіальне биття є результатом спільного прояву відхилення від округлості профілю розглянутого перетину і відхилення його центру відносно базової осі. Воно не містить у собі відхилень форми і розташування утворюючої поверхні обертання.

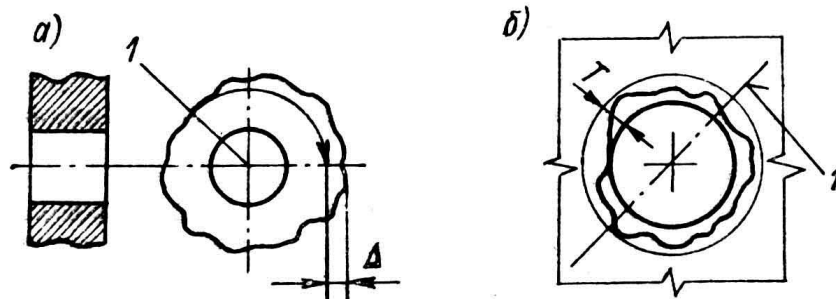


Рис. 3. Сумарне відхилення форми і розташування: а) радіальне биття; б) поле допуску радіального биття.

УДК 631.3:360.172

## КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИПУСКНОГО КЛАПАНА ЯМЗ-236

Д. А. Гонкало\*

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Випускний клапан (рис. 1) механізму газорозподілу двигуна ЯМЗ-236 (№236-1007015-В – випускний) є відповідальною деталлю до якої ставляться високі вимоги при експлуатації.

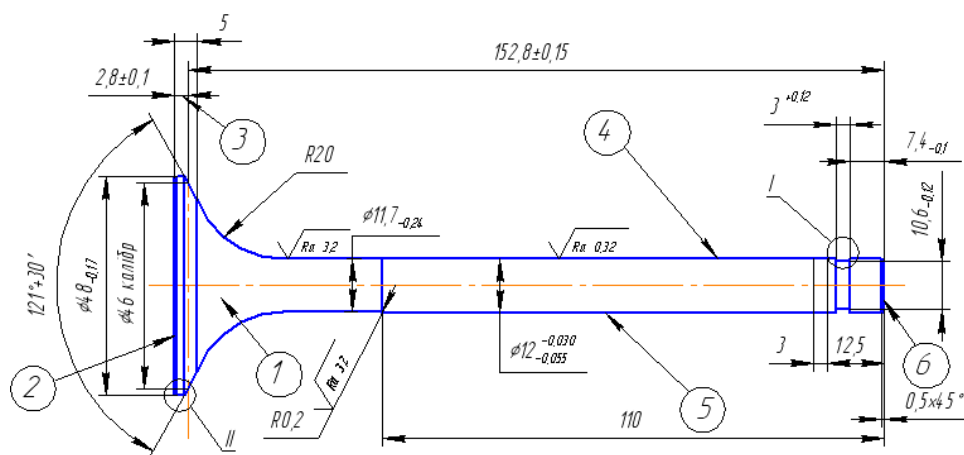


Рис. 1. Випускний клапан ЯМЗ-236.

\*Керівник – к.т.н., доцент Карабиньон С. С.

Випускний клапана по конструкції схожі між собою, однак діаметр головки впускного клапана дещо більший від випускного це зроблено для того щоб більша кількість свіжого заряду (пальної суміші) могла заповнити циліндр двигуна.

Випускний клапан виготовлений із сталі 4X14H14B2M (ЄИ-69) з наступним гартуванням до твердості HRC 25-30 (HB 255-286). До торця стержня клапана приварений в стик наконечник із сталі 40XH, поверхня якого загартована на глибину 2-3мм до твердості HRC 50-57. Клапани працюють в тяжких умовах, піддаються дії високих температур, тиску газів, сил пружності пружин і сил інерції деталей механізму передачі.

Клапан складається із головки і стержня. Головка клапана являється частиною поверхні камери згоряння. Форма головки визначає пружність робочої поверхні клапана, його жорсткість, масу і обтічність. В двигуні ЯМЗ-236 встановлюються клапана з плоскою головкою. Перехід від головки до стержня виконаний з великим радіусом, за рахунок чого збільшується жорсткість головки, що запобігає коробленню робочої поверхні і покращує обтічність клапана свіжою сумішшю.

Кут робочої фаски впускного клапана складає  $121^{\circ+30'}$  що дозволяє збільшити кількість пальної суміші що подається в циліндр. Кут робочої фаски випускного клапана складає  $91^{\circ+30'}$ , завдяки чому покращується відведення відпрацьованих газів. Стержень клапана має циліндричну форму, діаметр його з урахуванням передавальних навантажень і відведень теплоти складає  $\Phi=12$ . На кінці стержня клапана зроблено кільцевий паз для встановлення сухариків, які забезпечують надійне з'єднання стержня клапана з тарілкою пружин.

УДК 674.1

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ ТРАКТОРІВ

*С. В. Маслай, І. Р. Волков*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Трелювання лісу (від йому.(німецький) treilen, англ.(англійський) trail – тягнути, волочити), лісозаготівельна операція по збору і транспортуванню дерев, очищених від суччя стволів (хлистів), колод від місця їх заготівки до вантажних пунктів в лісовозних доріг. Основні засоби механізації трелювання трелювальні трактори і лебідки. Трелювальні тракторами застосовують на рівнинній місцевості і на гірських схилах крутістю до  $22^{\circ}$  (взимку – до  $14^{\circ}$ ); здійснюють в напівзануреному стані (один кінець дерева, хлиста або колоди зміцнюється на тракторі, а інший волочиться по землі, причому дерева зазвичай спираються на трактор комлем, а хлисти - вершиною).

Трелювання є найважливішою операцією в лісозаготівельному процесі: на неї припадає на 20–30% трудовитрат по лісосічних роботах; 9–12% всіх

трудовитрат по комплексу лісозаготівель. Необхідність цієї операції очевидна, оскільки за допомогою автомобілів лісовозів або вузькоколійного транспорту не можна взяти деревину безпосередньо на лісосіці. Її заздалегідь потрібно зібрати. Метою трелювання якраз і є збір деревини з великої площі на спеціально підготовлені вантажні майданчики біля доріг лісовозів. Трелювання є транспортною операцією, але вона різко відрізняється від інших видів транспорту. Внаслідок того, що трелювальні засоби переміщуються по обширній території і працюють на одній лісосіці протягом короткого періоду, тут не робиться і не може бути зроблене ніяких капітальних витрат на пристрій шляху. Тому трелювання проводиться у виключно скрутних умовах – при повному бездоріжжі, на будь-яких ґрунтах літом або по сніжній цілині взимку, з подоланням численних перешкод у вигляді пнів, вітролому, валунів і т.д. Трелювальні машини працюють на дуже невисоких швидкостях (1–1,5 м/с), але розвивають значні тягові зусилля. Трелювання ведеться на порівняно невеликій відстані: звичайний до 300 м, іноді до 500–700 м і лише в окремих випадках – до 1 км. Завдяки трелюванню досягається концентрація деревини в певних місцях біля доріг лісовозів, що дозволяє застосувати в лісі сучасні технічні засоби: автомобілі і вузькоколійний залізничний транспорт на вивезенні, щелепні навантажувачі на вантаженні, сучкорізи машини на обрізанні суччя. Без трелювання (безпосередньо з пня) всі ці операції було б дуже важко механізувати. У гірських умовах на крутих схилах або там, де застосування тракторів обмежується лісгосподарськими вимогами, застосовуються канатні установки різних систем, канатно-рейкові дороги, лісопуски, лотки. Найбільш поширеним способом трелювання в даний час є трелювання хлестів з вершини. В майбутньому у міру впровадження машин на звалюванні і трелюванні лісу, основним способом буде трелювання дерев за комлі, оскільки все нові лісосічні машини створюються під комлеве трелювання. Трелювання сортиментів проводять в дуже невеликих об'ємах – іноді в горах, при заготовках окремих сортиментів. В більшості випадків ліс трелюють в напівнавантаженому положенні («напівволоком»), тобто один кінець трельованої пачки закріплений на трелювальний механізм, а інший кінець тягнеться по землі або снігу. Цей спосіб застосовують при роботі спеціальних трелювальних тракторів.

Трактори, що не мають спеціального устаткування (Т-100), трелюють ліс волоком. У канатних системах, що працюють з щоглою, ліс трелюється в напівпідвішеному положенні: передній кінець трельованої пачки декілька підводиться за рахунок вертикальної складової від натягнення каната, що полегшує переміщення пачки, особливо на підході до щогли. У повністю підвішеному положенні трельована деревина переміщується при роботі підвісних канатних трелювальних установок. Переміщення деревини в повністю закріпленому положенні можливо при використанні на трелюванні транспортними засобами (наприклад, колісними тракторами) з причепами. Трелювальні трактори мають принципові відмінності від звичайних тракторів. Вони забезпечені відкидними щитами, на які затягується передній кінець трельованої пачки. На трелювальних тракторах є лебідка для складання і підтягання пачки хлестів. Ходова частина тракторів еластична, що дозволяє

краще долати перешкоди на лісосіці, а кабіна винесена вперед. Окрім спеціальних трелювальних тракторів, на лісозаготівлях працюють трактори загального призначення.

Трелювальні трактори мають спеціальне технологічне устаткування, призначене для формування пачки, її транспортування, розвантаження та виконання інших робіт (навантаження, вирівнювання пачки, прибирання сучків і т.д.). До нього відносяться: лебідка, вантажний пристрій з гідравлічним приводом, а також тяговий канат і чокери. До технологічного устаткування відносяться також штовхачі, що є на тракторах ТДТ-55, і причіпні пристрої на тракторах Т-100.

Відома машина для трелювання дерев, що включає самохідне шасі, на якому встановлені лебідка з запасованим на неї тросом, щит і арка зі знімним гідроуправляємим захватом, з'єднаним з рамою самохідного шасі за допомогою сферичного шарніра і виконаний з можливістю повороту в горизонтальній і вертикальній площинах від двох похило встановлених гідроциліндрів, сполучених з рамою за допомогою сферичних шарнірів. При цьому рама самохідного шасі забезпечена поперечними горизонтальними напрямними (авторська свідоцтво №548238, кл. А 01 G 23/08).

Цей пристрій дозволяє здійснювати трелювання дерев в напівпідвішеному стані, однак введення в конструкцію машини поперечних направляючих для стріли і гідроциліндрів приводу стріли з кульовими циліндрами значно її ускладнюють.

Відома також машина для безчокерного трелювання дерев, що включає самохідне шасі з гідроуправляємою стрілою, забезпеченою щелепним захватом з гідроприводом. В даному пристрої шарнір кріплення стріли до рами шасі розташований на невеликій відстані від центру ваги шасі, а на вільному кінці стріли закріплений двуплечий важіль з гідроприводом і дугоподібним упором, що забезпечує жорсткий зв'язок стріли з пачкою дерев (авторська свідоцтво №201822, кл. А 01 G).

Розглянуті машини повинні бути конструктивно-досконалими, відповідати вимогам надійності. Зростання продуктивності праці в лісовій промисловості і в лісовому господарстві неможливе без вдосконалення технологічних процесів, без застосування нової прогресивної техніки з його новим технологічним обладнанням.

УДК 620.925

## **ДВОСТУПНЧАТІ БІОГАЗОВІ УСТАНОВКИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРНІ ПОШКОДЖЕННЯ**

*Ю. В. Олещук, А. В. Новицький*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На даний час в Україні гостро стоїть проблема енергетичної незалежності. У зв'язку з обмеженими об'ємами вичерпних ресурсів,

відновлювальні джерела енергії набули великої актуальності. Одним з таких джерел є біогаз. Починаючи з 2013 року, в Україні введено «зелений тариф» для біогазу. Блакитне природне паливо українського виробництва, «видобуте» у сільськогосподарській галузі – це не тільки крок до енергетичної незалежності нашої держави, але й отримання реальних прибутків аграріями. Крім того, виробництво біогазу вирішує проблему утилізації органічних відходів, які накопичуються аграрній сфері.

Як правило продукти життєдіяльності тварин утилізують внесенням у ґрунт, у вигляді добрив, для підвищення врожайності. У випадку створення великих тваринницьких комплексів, площа навколишніх земель може виявитись недостатньою для утилізації продуктів життєдіяльності тварин. В результаті цього, можуть бути забрудненими підземні води, навколишні водойми і колодязі.

Продукти життєдіяльності деяких тварин не завжди можна вносити в ґрунт безпосередньо, адже вони часто є переносниками збудників хвороб і паразитів, якими може хворіти також і людина. До таких тварин відносяться, в першу чергу, свині. Тому відходи цих тварин необхідно попередньо знезаражувати.

Біогазові технології – один з основних і найбільш раціональних шляхів знезараження органічних відходів. Перероблені анаеробними методами органічні відходи є цінним органічним добривом, здатним підвищувати родючість ґрунтів – одного з найбільш цінних ресурсів держави, а також підвищувати конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції.

Біогаз – це суміш газів, яка утворилась внаслідок анаеробного метанового зброджування біомаси, і складається з метану (60-80 %), вуглекислого газу (20-40 %), невеликої кількості сірководню, домішок водню, аміаку, оксидів азоту тощо. Утворення біогазу – це так зване метанове бродіння. Суть процесу полягає в анаеробному бродінні (без доступу повітря), яке відбувається внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів і супроводжується рядом біохімічних реакцій.

Біогаз виробляється на біогазовій установці (БГУ) (рис. 1), яка складається з метантенка (інша назва біореактор, ферментатор, камера зброджування), в якому відбувається метанове бродіння, резервуара для біошламу і газгольдера, призначеного для зберігання біогазу. Важливою складовою метантенка є пристрої для підігрівання і для перемішування субстрату. Для ефективного протікання метанового зброджування біомаси необхідна її підготовка, що здійснюється за допомогою спеціального обладнання, до складу якого входять: пристрої для подрібнення біомаси, гомогенізації та транспортування (трубопроводи, насоси).

В загальному випадку схема двохступінчастої БГУ має такий вигляд. Оскільки процес виробництва біогазу вимагає стабільності протікання процесу, виникає потреба у забезпеченні безвідмовної роботи всіх елементів БГУ. На основі проведених аналізів існуючих БГУ можна зробити висновок, що під час експлуатації біогазового устаткування найчастіше виникають такі поломки: зношування робочих органів насосів-подрібнювачів, руйнування мішалок субстрату, руйнування перекачуючи насосів і транспортуючих механізмів.



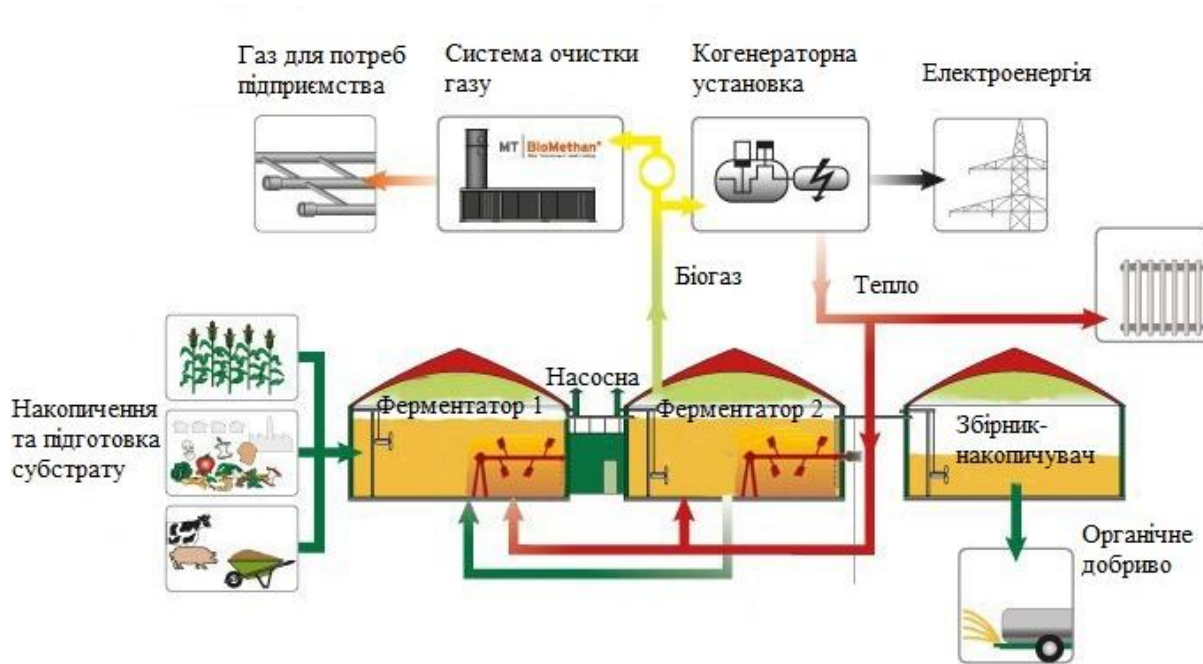


Рис. 1. Технологічна схема двохступінчастої біогазової установки.



Рис. 2. Пошкодження подрібнювача насоса.

Руйнування насоса-подрібнювача призводить до перебоїв у транспортуванні свіжої порції субстрату в ферментатор. Найбільше зносу піддаються деталі зі списку швидкозношуваних: торцеве ущільнення, підшипники, ріжучий механізм. На знос ріжучого механізму має вплив кількість абразивних часток, тому слід розглянути варіант внесення в конструкцію БГУ пісковловлювача або підняття насоса вище від дна.

Серед механічних пошкоджень найчастіше зустрічаються пошкодження кабелю і абразивний знос ріжучого механізму.

Зупинка мішалок вразі вказаної поломки може призвести до підвищення рівня вмісту ферментатора. Бульбашки газу піднімають густий субстрат як дріжджове тісто. Сила, яка при цьому виникає має настільки велике значення, що може підняти наприклад перекриття ферментатора. Таке трапилося на біогазовій установці «Карлсхофф» біля міста Мюнхена в 2004 році. БГУ з цієї причини не працювала на протязі багатьох тижнів. Крім того, у разі зупинки мішалки трапляється нерівномірний розподіл температури і субстрату, що в свою чергу призводить до порушення біології процесу [1].

Дуже важливо своєчасно виявляти пошкоджені деталі та забезпечувати їх працездатність. Для цього обов'язково потрібна автоматизована система аварійної сигналізації. Система управління виробничим процесом реєструє експлуатаційний стан важливих компонентів установки і контролює його. Якщо з'являється технічна несправність, в системі генерується повідомлення про втрату працездатності.

Завдяки такому підходу можна швидко усувати несправності та відмови. Для запобігання параметричних відмов БГУ важливо, щоб на складі завжди були основні запасні частини та швидкозношувані деталі. Таким чином можна зменшити час ремонтів і простоїв. Щоб звести ризик відмов з технічних причин до мінімуму, слід забезпечити регулярний контроль та дотримання періодичності технічного обслуговування з боку експлуатаційника.

#### *Список використаних джерел*

1. Барбара Эдер. Биогазовые установки. Практическое пособие. Перевод с немецкого выполнен компанией Zorg Biogas в 2011 г. / Барбара Эдер, Хайнц Шульц // – 274 с.

2. Руководство по биогазу от получения до использования/: Идентификационный номер проекта (FKZ/ИНП): 22005108/ Немецкий центр исследования биомассы Torgauer Straße 116- 04347 Leipzig – [5-е полностью перераб. изд.]. – Гюльцов, : издано агентством по возобновляемым ресурсам (FNR) Fechagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2010. – 214 с.

УДК 620.925

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО СЕРВІСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ**

*К. С. Новаленко, О. А. Дьомін*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Основою стратегічного курсу будь-якого транспортного підприємства, його базовим принципом, має стати реалізація програмних та проектних заходів, спрямованих на запровадження інноваційної моделі розвитку,



структурної перебудови та зростання економічного потенціалу. Управління проектами на підприємстві прямо залежить від очікувань керівництва, замовників, зацікавлених осіб. Особливостями науково-технічного прогресу є різноманіття технічних та організаційних способів досягнення цілей і, як наслідок, неоднозначність технічних і економічних результатів, що досягаються за тих самих витрат. З цим пов'язана актуальність вибору найкращого комплексу заходів проектного розвитку підприємства.

Для підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту виникає необхідність вирішення значної кількості наукових та прикладних задач, які передбачають, в першу чергу, поліпшення управління на підприємствах транспорту. Один із шляхів раціонального вирішення проблеми якості та ефективності логістичного сервісу перевезень вантажів полягає в її системному розгляді та оптимізації основних факторів цієї системи на основі розроблення та ефективної реалізації організаційних, методичних, технічних і інформаційних засобів управління. Розроблення моделей і критеріїв та використання їх в процесі забезпечення необхідного рівня логістичного сервісу при перевезенні вантажів є основою для формування відповідних проектів.

Таким чином, виникає необхідність розроблення та реалізації відповідних науково-обґрунтованих проектів та програм щодо забезпечення якості та ефективності логістичного сервісу при перевезенні вантажів.

Ця робота є актуальною та своєчасною. Вона направлена на розвиток проектно-орієнтованого управління в процесах перевезень.

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи підприємств транспортної галузі на основі розвитку методології проектно-орієнтованого управління в процесах перевезень.

Проведено аналіз наукових праць вітчизняних та зарубіжних авторів з питань управління проектами логістичного сервісу та перевезень вантажів, проаналізовано стан транспортної галузі України, проведено аналіз структури вантажопотоків, визначено основні напрямки розвитку потенціалу систем логістичного сервісу в Україні, сформовано, в контексті цілей і задач дослідження, визначення логістичного сервісу, розглянута структурна схема логістичного сервісу в проектах перевезень вантажів, на ґрунті якої ідентифіковано проблеми управління проектами логістичного сервісу та перевезень вантажів, а також проведено аналіз методів і моделей, які можуть бути використані при розв'язанні зазначених проблем.

Значний внесок в розвиток теорії управління проектами зробили С. Д. Бушуєв, В. І. Воропаєв, П. Р. Левковець, В. А. Рач, В. Д. Шапіро, А. І. Рибак, О. В. Сидорчук, Н. С. Бушуєва, Ю. М. Тесля, О. І. Мельниченко та інші. На рис. 1 представлено структурну схему забезпечення операцій логістичного сервісу в проектах перевезень.

#### *Висновки*

1. Системний аналіз наукових праць і законодавчих актів щодо проблеми дослідження показав, що завдання з удосконалення логістичного сервісу в проектах перевезень вантажів не було предметом спеціального дослідження. Отже, це дало підстави вважати, що стан наукового опрацювання

даної проблеми не можна вважати задовільним, а сама проблема потребує ґрунтовного дослідження.

2. Аналіз існуючого стану транспортного комплексу та міжнародних зв'язків України вказує на можливість суттєвого збільшення експортного, імпортного та транзитного потенціалу у розвитку міжнародних перевезень вантажів за рахунок оновлення парків АТЗ, розвитку інфраструктури транспортного ринку та експедиційного обслуговування, покращення якості перевезень.



Рис. 1. Структурна схема забезпечення операцій логістичного сервісу в проектах перевезень.

УДК 620.925

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОБУСНИХ МАРШРУТІВ В М. НІЖИНІ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Д. М. Татаренко, О. А. Дьомін*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Проблема перевезення пасажирів стоїть досить гостро у містах і містечках – сателітах великих міст, через які постійно проходять великі

транспортні потоки. До них можна віднести місто Ніжин, яке потребує підвищеної уваги з точки зору поліпшення якості організації пасажирських перевезень, так як через нього проходять автомобільні та залізничні шляхи міжнародного значення.

Актуальність теми полягає в тому, що на сьогоднішній день на міських маршрутах не достатньо ефективно використовуються автобуси під час перевезень пасажирів.

Об'єктом дослідження є технологія виконання міських пасажирських перевезень.

Предметом дослідження є ефективність використання автобусів на міському маршруті №39 Космонавтів-Заводська м. Ніжина.

Метою нашого дослідження є підвищення ефективності роботи автобусів на міському маршруті №39, розроблення рекомендацій та заходів направлених на підвищення ефективності роботи автобусів на міському маршруті №39.

В ході дослідження були вивчені наступні питання:

1. Провели збір інформації про стан пасажирських перевезень в м. Ніжині:

- м. Ніжин обслуговують декілька підприємств, що здійснюють перевезення пасажирів (ТОВ "Пассервіс", "Відродження", "Грааль")

- Через місто проходять такі автобусні маршрути:

1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 39, 39а, 11, 13, 14, 15, 16.

- Маршрути користуються великим попитом у пасажирів, проходять по головних вулицях міста, густонаселених регіонах, повз торгові центри магазини.

Більшість маршрутів проходить через залізничний вокзал, що є зручно для пасажирів здійснити посадку на поїзди.

2. Транспорт міста Ніжина:

- Ніжин є важливим вузлом залізничних та автомобільних доріг.

- Неподалік міста є аеродром, підпорядкований МНС України.

- Нині ж (кін. 2000-х рр.) міський громадський транспорт Ніжина представлений винятково маршрутними таксі.

- Важливим об'єктом транспортної інфраструктури Ніжина є Ніжинський залізничний вокзал (на вулиці Вокзальній). Звідси ж і завтостанції «Ніжин», що розташована поруч, курсують автобуси і маршрутки міжміського (на Чернігів, Київ, Прилуки, Носівку) сполучення.

- На центральній площі Івана Франка здійснюється посадка, і відходять численні приміські маршрутні автобуси.

3. Виявили переваги та недоліки маршрутної мережі м. Ніжина

На маршрутах існує ряд переваг:

- короткий інтервал руху автобусів;

- Інтенсивний пасажирообмін.

А також і певні недоліки:

- незадовільний стан дорожнього покриття;

- недосконалість наукової бази визначення пасажиропотоків по кожній годині доби

- неритмічність руху автобусів
- переповнюваність автобусів у години “пік”.

Результати дослідження. Щоб намітити шляхи підвищення ефективності автобусних маршрутів в м. Ніжині, ми провели такі дослідження:

- розраховували пасажиропотоки по кожній зупинці по годинах доби;
- визначили необхідну кількість автобусів на маршрутах по кожній годині доби;
- порівняли з мінімальною кількістю автобусів, враховуючи максимальний інтервал руху 15 хв.;
- здійснили порівняльний аналіз автобусів різних марок, використовуючи метод відносних коефіцієнтів;
- в результаті наших досліджень стабільність (ритмічність) руху повинна значно поліпшитись, а затрати часу пасажирів на очікування автобуса – скоротитись.

На основі отриманих даних про пасажиропотоки побудували гістограми пасажиропотоків по годинах доби, по дням тижня і по місяцях року.

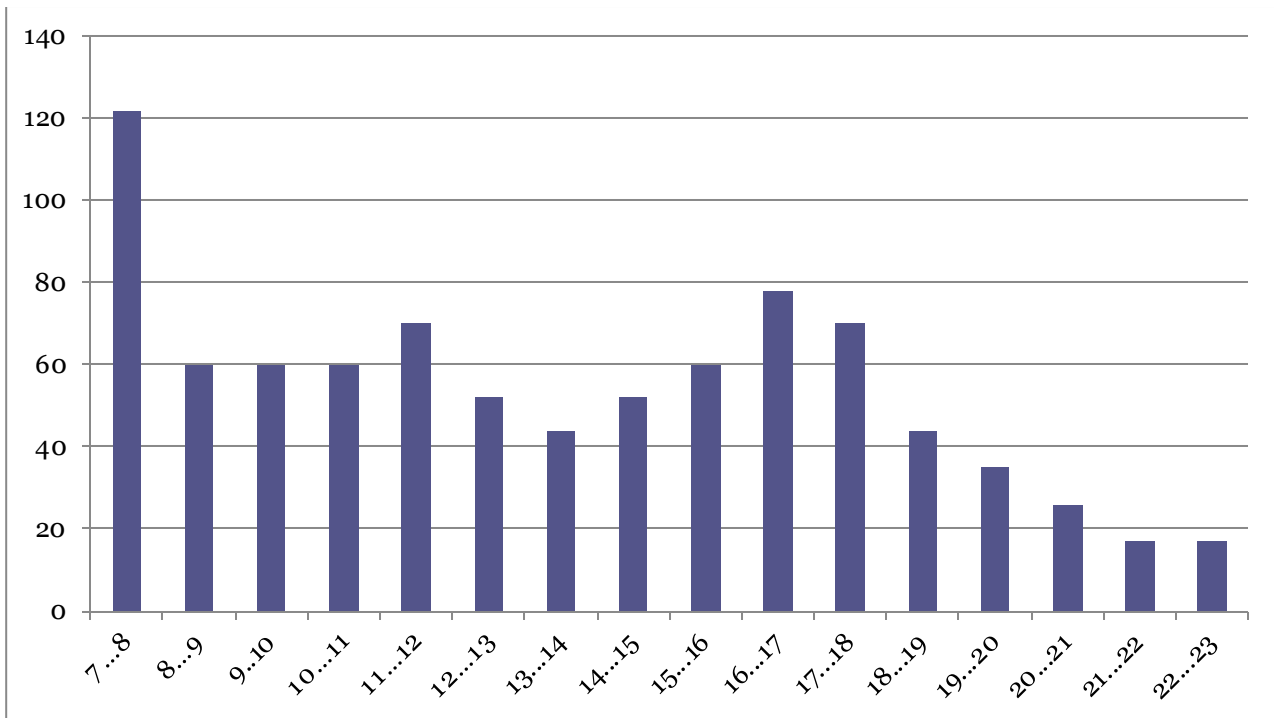


Рис. 1. Гістограма пасажиропотоку на маршруті по годинах доби.

Ми дослідили інтенсивність руху пішоходів на вищеперерахованих перехрестях і прийшли до висновку, що доцільно змінити регулювання світлофорних об'єктів на вимогу пішоходів.

Ми запропонували заходи по підвищенню ефективності роботи маршруту.

1. Зупинки з найменшим пасажиропотоком зробити на вимогу.
2. Світлофорне регулювання зробити на вимогу пішоходів. Ми дослідили інтенсивність руху пішоходів на перехрестях і прийшли до висновку, що доцільно змінити регулювання світлофорних об'єктів на вимогу пішоходів.

3. Підбір автобусів здійснювати, використовуючи метод відносних коефіцієнтів.

Ми провели розрахунки по вибору автобуса, підбір здійснювали методом відносних коефіцієнтів.

Користуючись методом відносних коефіцієнтів, ми дослідили ефективність використання автобусів різних марок на маршруті №39:

- На основі розрахунків приймаю автобус для перевезень пасажирів у годину «пік» моделі ПАЗ-32054. з ГБО.

- Основні переваги альтернативного газоподібного палива перед традиційним полягають у наступному:

- Економія. Газове паливо майже вдвічі дешевше бензину. Незважаючи на те, що витрата газу трохи вище традиційного палива: у міських умовах на 15%; на дорогах за містом на 10%, економія все ж суттєва. Особливо це відчутно при істотних пробігах автомобіля. Витрати на паливо в цілому можуть знижуватися на 40-50%.



Рис. 2. Автобус марки ПАЗ-32054

### *Висновки*

На підставі проведених досліджень і розрахунків розроблені і запропоновані заходи, які повинні суттєво вплинути на підвищення ефективності роботи автобусів на міському маршруті №39, а саме:

1. Зупинки з найменшим пасажиропотоком зробити на вимогу.
2. Світлофорне регулювання зробити на вимогу пішоходів. Ми дослідили інтенсивність руху пішоходів на перехрестях і прийшли до висновку, що доцільно змінити регулювання світлофорних об'єктів на вимогу пішоходів.

3. Підбір автобусів здійснювати, використовуючи метод відносних коефіцієнтів.

## ЗМІСТ

Стор.

|                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ<br>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ<br><i>В.Д. Войтюк</i> .....                                                                                      | 3  |
| ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ<br>ЕЛЕМЕНТІВ ШАСІ ТРАКТОРІВ<br><i>З. В. Ружило</i> .....                                                                                                               | 6  |
| КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ<br>ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР<br><i>В. В. Іщенко</i> .....                                                                                     | 10 |
| РОЗВИТОК СТРАХОВОГО ЗАХИСТУ У СІЛЬСЬКОМУ<br>ГОСПОДАРСТВІ<br><i>С. А. Навроцький</i> .....                                                                                                                        | 13 |
| РИНОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ<br><i>О. В. Захарчук</i> .....                                                                                                                                     | 15 |
| ОРГАНІЗАЦІО-ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ<br>ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ<br><i>А. В. Войтюк</i> .....                                                                                                                            | 19 |
| ГІПЕРСПЕКТРАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ У АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ<br><i>В. В. Донець, О. О. Броварець, В. В. Бровченко</i> .....                                                                                               | 21 |
| МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГНОСТИЧНО-<br>КОМПЕНСАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ<br>ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПРЕПАЦІЙ<br><i>О. О. Броварець</i> .....                                      | 22 |
| ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ<br>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР<br><i>О. М. Вечера</i> .....                                                                                                      | 24 |
| ВИМІРЮВАЛЬНО-РЕЄСТРУЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ<br>ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ<br>ДИНАМІКИ РУХУ МОСТОВОГО КРАНА<br><i>В. В. Крушельницький</i> .....                                                        | 28 |
| ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ УНАОЧНЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ<br>ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНЖЕНЕРНИХ ДИСЦИПЛІН<br>У ВНЗ АГРАРНОГО ПРОФІЛЮ<br><i>О. А. Дьомін</i> .....                                                             | 29 |
| РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ<br>НЕВРІВНОВАЖЕНОСТІ МОЛОТИЛЬНОГО БАРАБАНА<br>НА ЙОГО РОБОТУ<br><i>В. С. Ловейкін, В. І. Недовесов, А. П. Ляшко, О. Г. Шевчук,<br/>В. В. Крушельницький</i> ..... | 33 |

|                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО ПОДВІЙНОГО<br>МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА У ЯКОСТІ РОЗРАХУНКОВОЇ<br>МОДЕЛІ КРАНОВОГО ВІЗКА З ДОВГОМІРНИМ ВАНТАЖЕМ<br><i>П. В. Лимар</i> .....         | 35 |
| ВИТРАТИ ВИРОБНИЦТВА БЮДИЗЕЛЯ<br><i>Н. Г. Оларь</i> .....                                                                                                                             | 37 |
| АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ<br><i>С. В. Швець</i> .....                                                                                                         | 38 |
| ВДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ОБЧІСУВАЛЬНОЇ ЖАТКИ<br>ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА<br><i>С. В. Смолінський, Я. О. Постоногов</i> .....                                                  | 39 |
| ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ЯКІСНОГО ЗБИРАННЯ<br>ПОЛЕГЛИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР<br><i>С. В. Смолінський</i> .....                                                                   | 41 |
| ОБҐРУНТУВАННЯ ЗМІШАНИХ (ГІБРИДНИХ)<br>ДИСКРЕТНО-КОНТИНУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ<br>ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА<br><i>В. С. Ловейкін, Ю. В. Човнюк, Л. С. Шимко</i> .....         | 42 |
| АДАПТОВАНИЙ КАЧАНОВІДРИВНИЙ ПРИСТРІЙ МАШИН<br>ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО<br><i>С. В. Смолінський, О. М. Супрун</i> .....                                                        | 49 |
| ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ<br>У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОМУ ПРОЦЕСІ АГРАРНИХ ВИЩИХ<br>НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ<br><i>Ю. О. Ткачук</i> .....                                             | 51 |
| СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СТАНУ<br>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ<br><i>О. О. Броварець, О. І. Грузін</i> .....                                                     | 52 |
| ТЕХНОЛОГІЇ STRI-TILL ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТА ЗБИРАННІ<br>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР<br><i>О. О. Броварець, Д. В. Дубина</i> .....                                                      | 54 |
| МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИВОДА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ<br>ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМІВ РУХУ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ<br>БАШТОВОГО КРАНА<br><i>І. О. Кадикало, В. С. Ловейкін</i> .....                          | 56 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА<br>У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИСТРОЮ ДЛЯ<br>МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ<br><i>Т. М. Сівченко</i> ..... | 59 |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА І ЗАСТОСУВАННЯ<br>МІКОБІОПРЕПАРАТІВ ІЗ ПЛОДОВИХ ТІЛ ГРИБІВ                   |    |
| <i>В.В. Теслюк, В. В. Теслюк</i> .....                                                                       | 61 |
| ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГОДІВЛІ ВРХ                                                                       |    |
| <i>В. В. Хмельовський</i> .....                                                                              | 61 |
| ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ СКРЕПЕР ДЛЯ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ                                                                |    |
| <i>М. І. Ікальчик</i> .....                                                                                  | 63 |
| ЕНЕРГЕТИЧНІ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВІ РОСЛИНИ<br>ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ                                                 |    |
| <i>Л. М. Матюшенко</i> .....                                                                                 | 65 |
| ОБҐРУНТУВАННЯ ОБМЕЖЕНЬ НА КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ<br>ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ                                           |    |
| <i>Ю. О. Ромасевич, В. С. Ловейкін</i> .....                                                                 | 67 |
| КОМПЛЕКСНО-СИНЕРГІЙНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ<br>СТАНОМ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА<br>У АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ |    |
| <i>М. В. Семененк</i> .....                                                                                  | 69 |
| ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО<br>КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ                           |    |
| <i>С. Г. Фришев</i> .....                                                                                    | 71 |
| СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ<br>ТЕХНІКОЮ ДЛЯ КОРМОВИРОБНИЦТВА                         |    |
| <i>А. В. Новицький, В. О. Соломка</i> .....                                                                  | 72 |
| ОСОБЛИВОСТІ ЕРГОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ МІСЦЬ<br>МЕХАНІЗАТОРІВ                                           |    |
| <i>С. Є. Тарасенко</i> .....                                                                                 | 73 |
| ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИЛ В ЗОНЕ КОНТАКТА<br>ДЕФОРМИРУЕМОГО КОЛЕСА С ДЕФОРМИРУЕМОЙ ПОЧВОЙ            |    |
| <i>В. П. Ковбаса, Д. Ю. Калиниченко</i> .....                                                                | 75 |
| ІНВЕРСНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ MARLE                                                                     |    |
| <i>О. В. Несвідоміна</i> .....                                                                               | 78 |
| АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ<br>В ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ                                         |    |
| <i>Хайдер Раад Надим Аль-Хаазали</i> .....                                                                   | 80 |
| РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ<br>ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДНЫХ КОЛЕС С ПОЧВОЙ                            |    |
| <i>Али Кадем Ахмед</i> .....                                                                                 | 83 |



|                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЙ<br>НА ПОВЕРХНЯХ ОБЕРТАННЯ У ФУНКЦІЇ ДОВЖИНИ ДУГИ<br><i>Я. С. Кремець</i> .....                                | 84  |
| ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ МОЛОТКІВ КОРМОДРОБАРОК<br><i>О. О. Котречко, Л. Л. Rogovskiy</i> .....                                                        | 86  |
| РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ<br>ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ<br>ДЛЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ<br><i>Л. О. Чорна, С. Г. Фришев</i> ..... | 87  |
| РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ РІЗЬБОВИХ<br>З'ЄДНАНЬ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК<br><i>В. Г. Опалко</i> .....                                               | 88  |
| ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ<br>МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ<br><i>Л. Л. Тітова</i> .....                                          | 90  |
| РОЗВАНТАЖУВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ НАГНІТАЛЬНИХ КЛАПАНІВ<br>ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ<br><i>К. О. Держан</i> .....                             | 93  |
| СИСТЕМНИЙ ПІДХІД І СИНЕРГЕТИКА У ВИКОРИСТАННІ<br>ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ У СФЕРІ АГРАРНОЇ ОСВІТИ<br><i>Т. О. Костюк</i> .....                       | 94  |
| ЗАСТОСУВАННЯ ВІДЕОЕНДОСКОПІЇ ПРИ ДІАГНОСТУВАННІ<br>ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ<br><i>О. В. Грубрін, І. Л. Rogovskiy</i> .....                             | 98  |
| ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА<br><i>О. М. Бистрий</i> .....                                                                           | 100 |
| ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ<br>ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН<br><i>І. Л. Rogovskiy</i> .....                                     | 101 |
| МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНИХ І ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ<br>МЕХАНІЗМІВ ПРИВОДУ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ<br>ЗЕРНОТУКОТРАВ'ЯНОЇ СІВАЛКИ<br><i>Н. В. Матухно</i> .....         | 103 |
| НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОФЕСІЙНО ВАЖЛИВИХ ЯКОСТЕЙ<br>ПРАЦІВНИКІВ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОЇ СЛУЖБИ В ПРОЦЕСІ<br>ЇХ ДІЯЛЬНОСТІ<br><i>А. В. Новицький</i> .....    | 105 |
| СТАН І ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ<br>УСТАНОВОК В УКРАЇНІ<br><i>Ю. В. Олещук, А. В. Новицький</i> .....                                    | 107 |

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ТЕХНІЧНИЙ СТАН ВАЛІВ РОЗПОДІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЯМЗ-238<br><i>В. О. Грошко</i> .....                                                       | 109 |
| ОСНОВНІ НЕСПРАВНОСТІ ГІДРОЦИЛІНДРІВ<br><i>А. Л. Калита</i> .....                                                                      | 111 |
| МОЖЛИВІ ВІДХИЛЕННЯ ВИКРИВЛЕННЯ ФОРМИ<br>ТА РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛІ “ВАЛ ВТОРИННИЙ”<br><i>А. О. Осадчий</i> .....                | 112 |
| КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИПУСКНОГО<br>КЛАПАНА ЯМЗ-236<br><i>Д. А. Гонкало</i> .....                                    | 114 |
| ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ ТРАКТОРІВ<br><i>С. В. Маслай, І. Р. Волков</i> .....                                            | 115 |
| ДВОСТУПІНЧАТІ БІОГАЗОВІ УСТАНОВКИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРНІ<br>ПОШКОДЖЕННЯ<br><i>Ю. В. Олещук, А. В. Новицький</i> .....                       | 117 |
| ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО СЕРВІСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ<br>ВАНТАЖІВ<br><i>К. С. Новаленко, О. А. Дьомін</i> .....                              | 120 |
| ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОБУСНИХ<br>МАРШРУТІВ В М. НІЖИНІ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ<br><i>Д. М. Татаренко, О. А. Дьомін</i> ..... | 122 |

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
І-ї МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**"Інженерія систем природокористування"  
в рамках роботи XII Міжнародної агропромислової  
виставки «Агрофорум–2015»  
(11 листопада 2015 року)**

*Відповідальний за випуск:*

*І.Л. Rogovskiy – заступник декана з наукової роботи механіко-технологічного факультету НУБіП України.*

*Редактор – І.Л. Rogovskiy.*

*Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка НУБіП України.*

*Адреса НДІ техніки, енергетики та інформатизації АПК –  
03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12<sup>б</sup>, НУБіП України,  
навч. корп. 11, кімн. 334.*

---

---

Підписано до друку 24.11.2015. Формат 60×84 1/16.  
Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman та Arial. Друк. арк. 8,2. Ум.-друк. арк. 8,3. Наклад 100 прим.  
Зам. № 7431 від 11.11.2015.

Редакційно-видавничий центр НУБіП України  
03041, Київ, вул. Героїв Оборони, 15. т. 527-80-49, к. 117

---

---

**© НУБіП України, 2015.**

---