ISBN 978-617-8106-06-7

Міністерство освіти і науки України
Міністерство аграрної політики та продовольства України
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Відділення землеробства, меліорації та механізації Національної академії аграрних наук
Польська академія наук Відділення в Любліні
Академія інженерних наук України
Відділення наук про Землю Національної академії наук вищої освіти України
Українська асоціація аграрних інженерів

124 річниці НУБіП України присвячується

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XVIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНІЦІ»

TechEnergy 2022

17-19 травня 2022 року
м. Київ

ББК40.7
УДК 631.17+62-52-631.3
JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42
З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XVIII Міжнародної наукової конференції «Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2022» вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 19 травня 2022 року протокол № 9.

Збірник тез доповідей XVIII Міжнародної наукової конференції «Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2022» (17-19 травня 2022 року). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2022. 234 с.

ISBN 978-617-8106-06-7

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів і докторантів учасників XVIII Міжнародної наукової конференції «Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2022», в яких розглядаються нинішній стан та шляхи розвитку надійності технічних систем, технологій і техніки інженерії, удосконалення та нові розробки технологічних процесів, технічних засобів.

ISBN 978-617-8106-06-7

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Ніколаєнко С. М. *– д.п.н., проф., академік НАПН України, ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.*

Кондратюк В. М. *– к.с.г.н., доц., проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, заступник голови.*

Eugeniusz Krasowski *– д.т.н., проф., Польська академія наук Відділення в Любліні, заступник голови.*

Адамчук В. В. *– д.т.н., проф., академік НААН, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства».*

Асад Лапш *– Kuhn України.*

Бакай Тетяна *– John Deere Україна.*

Борак К. В. *– д.т.н., доц., академік АІНУ, Житомирський агротехнічний коледж.*

Братішко В. В. *– д.т.н., с.н.с., НУБіП.*

Васильєва Н. К. *– д.е.н., проф., Дніпровський державний агроекономічний університет.*

Войтюк В. Д. *– д.т.н., проф., академік АІНУ, НУБіП.*

Войтюк Д. Г. *– к.т.н., проф., член-кор. НААН, академік АІНУ, НУБіП.*

Габрієлян Володимир *– Case IH Україна/Молдова.*

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

Гуцол О. П. *– к.т.н., «Украгроком».*

Загура Валерій *– Zeppelin Україна.*

Захарчук О. В. *– д.е.н., проф., Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки» НААН.*

Зубко В. М. *– д.т.н., доц., академік АІНУ, Сумський національний аграрний університет.*

Іщенко Т. Д. *– к.п.н., проф., Державна установа "Науково-методичний центр вищої та фахової передвищоЇ освіти".*

Киричок П. О. *– д.т.н., проф., академік АІНУ, Академія інженерних наук України, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».*

Ковалишин С. Й. *– к.т.н., проф., Львівський національний університет природокористування.*

Козаченко Л. П. *– ВГО "Українська аграрна конфедерація".*

Козаченко О. В. *– д.т.н., проф., Державний біотехнологічний університет.*

Кравчук В. І. *– д.т.н., проф., академік НААН, академік АІНУ, інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.*

Кристапчук М. Є. *– к.т.н., доц., Національний університет водного господарства і природокористування.*

Кульгавий В. Ф. *– ВГО „Українська асоціація аграрних інженерів”.*

Кутовий І. В. *– Тімак Агро Україна.*

Кюрчев С. В. *– д.т.н., проф., Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного.*

Макарчук М. М. *– к.т.н., проф., Національний університет водного господарства і природокористування.*

Матейчик В. П. *– д.т.н., проф., Національний транспортний університет.*

Отченашко В. В. *– д.с.г.н., проф., член-кор. НААН, НУБіП.*

Поліщук В. П. *– д.т.н., проф., Національний транспортний університет.*

Пушка О. С. *– к.т.н, доц., Уманський національний університет садівництва.*

Роговський І. Л. *– д.т.н., с.н.с., академік АІНУ, НУБіП.*

Ружило З. В. *– к.т.н., доц., НУБіП.*

Струтинський В. Б. *– д.т.н., проф., академік АІНУ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».*

Таланчук П. М. *– д.т.н., проф., академік АІНУ, Академія інженерних наук України.*

Тригубець Володимир *– Hardi в Україні.*

Черновол М. І. *– д.т.н., проф., академік НААН, Центральноукраїнський національний технічний університет.*

Шейченко В. О. *– д.т.н., проф., Полтавський державний аграрний університет.*

Шпак В. Ф. *– к.е.н., ВГО „Українська асоціація аграрних інженерів”.*

Штутман Л. П. *– Ельворті Груп.*

Яковенко А. М. *– к.т.н., проф., Одеський держввний аграрний університет.*

Andrzej Marczuk *– д.т.н., проф., університет природничий в Любліні (Польща).*

Henryk Sobczuk *– д.т.н., проф., академік АІНУ, Інститут технологій і природничіх наук у Фаленті, Польща.*

Matuka Benashvili *– к.т.н., доц., сільськогосподарський університет Грузії.*

Steponaviecius Dainius *– д.т.н., проф., університет Олександраса Стулгинськиса (Литва).*

Tkáč Zdenko *– д.т.н., проф., Словацький аграрний університет.*

Valentin Vladut *– д.т.н., проф., академік АІНУ, університет «Політехніка» в Бухаресті (Румунія).*

Vladimir Gorobeţ *– к.т.н., доц., державний аграрний університет Молдови.*

Vyatcheslav Adamchuk *– д.т.н., проф., університет МакГілл (Канада).*

Yurcha Vlad *– доктор-інженер, проф., Празький університет наук про життя (Чехія).*

УДК 537.874.4
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНИХ КОЛИВАНЬ НА ХВИЛЕУТВОРЕНЬ У МЕМБРАНАХ КЛІТИН ПРИ МІКРОХВИЛЬОВІЙ ТЕРАПІЇ ТВАРИН

Ю. О. Гуменюк, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

У сучасних умовах все більше уваги приділяють використанню природних та штучних фізичних факторів задля лікування і профілактики захворювань тварин. Останнім часом у медицині й біології встановилась практика використання у якості впливових випромінювань випромінювання КВЧ-діапазону (несуча частота $f = 10^{10} \dots 10^{11}$ *Гц*). Основою для цього є наступні міркування та фактори: а) для електромагнітних полів (ЕМП) малої інтенсивності спостерігається різкий відгук людського організму поблизу частот $40 \dots 60$ *ГГц,* що співпадає, зокрема, з резонансною частотою третинної структури ДНК-спіралі, а також із резонансною зоною/смугою поглинання водних кластерів живої матерії (організму). Вважають, що саме у цьому частотному діапазоні має місце так званий вимушений резонанс; б) ефективні частоти порядку $10 \dots 50$ *ГГц,* що спостерігаються, співпадають з передбаченими ([1], [2]) резонансними частотами коливань клітинних мембран.

Виходячи з викладеного вище, доцільно визначити приблизний діапазон частот крайньо високочастотного (КВЧ) – терапевтичного випромінювання задля ефективного лікування тварин сільськогосподарського призначення. З теорії параметричних коливань випливає, що найбільш ефективним для розвитку параметричного резонансу є коливання з частотами накачування $\omega = \frac{2\omega_0}{n}$ [3], де ω_0 – власна частота осцилятора, n – ціле число. Тому відгук біооб'єктів на параметричне погойдування осцилятора зовнішніми силами слід чекати у найближчий до ω_H області (в околі частоти ω_H). Відомо, що власна частота осцилятора визначається періодом розповсюдження хвилеутворення (T) у цьому осциляторі, котрий у свою чергу залежить від лінійних розмірів і швидкості розповсюдження (V), а саме: $\omega_0 = 2\pi/T$, $T \sim L/V$, де L – довжина осцилятора (як системи з розподіленими параметрами). Тому частоти резонансного відгуку слід шукати у околі $\omega_H = 4\pi V/(nL)$, а лінійна резонансна частота, за якої вказаний ефект проявляє себе найбільш яскраво, має значення:

$$f = \frac{\omega_H}{2\pi} = \frac{4\pi}{nL}, n = 1, 2, 3, \dots \qquad (1)$$

Всі оцінки, починаючи з перших спроб теоретичного аналізу експериментальних фактів, пов'язаних зі впливом КВЧ-випромінювання на живі організми, свідчать про те, що реагують на вплив випромінювання клітин саме клітинні мембрани. Проведемо чисельні оцінки. Вважаємо, що пружні властивості вказаних вище мембран визначаються головним чином їх жорсткістю $K_Ж$ та товщиною гідрофобної області Δ_M: $K_Ж \cong 0{,}46\ H/м$, $\Delta_M \cong 3 \cdot 10^{-9}м$ [1]. Ці дані слід доповнити величиною щільності ρ ліпідного (жироподібного) прошарку ($\rho \cong 800\,кг/м^3$). По суті, за величиною Δ_M ця структура належить до наноструктурних. Згідно вказаних чисельних параметрів можна визначити швидкість V_M акустичних хвилеутворень вздовж самої мембрани клітини:

$$V_M \approx (K_Ж/(\rho \cdot \Delta_M))^{1/2}. \tag{2}$$

Оцінка V_M за формулою (2) дає значення $V_M \approx 433\,м/с$. Отримане значення швидкості електроакустичного хвилеутворення відповідає сповільненню хвилі електромагнітної природи у майже 10^6 разів $\frac{3\cdot10^8м/с}{4{,}33\cdot10^2м/с} \approx 0{,}7 \cdot 10^6$, тут у чисельнику наведена швидкість світла у вакуумі). Тому поле електромагнітоакустичної природи практично впритул притискається до мембрани: глибини проникнення δ такого поля у мембрану для електромагнітної хвилі КВЧ-діапазону (з довжиною хвилі $\lambda = 5 \cdot 10^{-3}м$ і несучою частотою $f = 60$ ГГц) складає усього $\sim 1 \cdot 10^{-9}м$ [4], тобто на $1/3$ товщини гідрофобної області мембрани Δ_M.Мембрани ряду клітин та субклітинних елементів мають форму циліндрів [1]. Якщо коливання збуджуються вздовж периметру бічної поверхні цих циліндрів, тоді умова резонансу визначається рівністю периметру πd (d – діаметр циліндра) цілому числу N довжин акустичних хвилеутворень Λ:

$$\Lambda = V_M/f \tag{3}$$

де: f – лінійна частота коливань.

Оскільки $N = (d\pi)/\Lambda$, тоді: $\Lambda = (d\pi)/N$.

$$f = \frac{V_M}{\Lambda} = \frac{(K_Ж/(\rho\cdot\Delta_M))^{1/2}}{(\pi d/N)} = \frac{(K_Ж/(\rho\cdot\Delta_M))^{1/2}}{\pi d}. \tag{4}$$

Швидкість розповсюдження акустоелектричних коливань (хвилеутворень) у клітинній мембрані V_M згідно з (2) складає приблизно $433\,м/с$.

Резонансна частота когерентних коливань мембрани $\tilde{f}$ згідно зі співвідношенням (1) має наступне значення:

$$\tilde{f} = \frac{V_M}{\Lambda} = \frac{433м/с}{10\cdot10^{-9}м} = 43{,}3\ ГГц. \tag{5}$$

Таким чином, наведені міркування показують доцільність використання КВЧ-випромінювання з частотою порядку 43,3 ГГц для ефективного лікування сільськогосподарських тварин.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ НА ВНЕСЕННІ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Р. В. Шатров, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Відомо, що до 50% приросту врожаю сільськогосподарських культур отримують за рахунок внесення органічних і мінеральних добрив. З розвитком інтенсивного землеробства підвищується роль органічних добрив для підтримання бездефіцитного балансу поживних речовин і гумусу в грунті [1]. Це сприяє також отриманню органічної, екологічно чистої продукції рослинництва. За прогнозом вчених ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О. Н. Соколовського» в Україні необхідно щорічно вносити 300-310 млн. тонн органічних добрив (10 т/га), в той час як річний вихід біомаси гною і посліду становить лише 35 млн. тонн [2].

Основним вітчизняним виробником машин для внесення органічних добрив є ВАТ «Ковельсільмаш». Це розкидачі добрив МТО-6, МТО-7, РТД-7, РТД-9 і РТД-14. Відома також техніка французької групи компаній KUHN, фірми SIP Sempeter (Словенія), компанії JOSKIN (Бельгія) та ін. [3].

Залежно від наявності машин, відстані доставки органічних добрив до поля і норми внесення вибирають прямоточну, перевалочну і перевантажувальну технології. Найпоширенішою є прямоточна технологія.

Метою досліджень біло визначити граничні віддалі ефективного використання вітчизняної техніки за найбільш поширених умов: нормі внесення добрив 30 т/га, робочій ширині захвату агрегату 8 м, робочій і середньотехнічній транспортній швидкості руху, рівній відповідно 10 і 18 км/год.

Конструктивні особливості, агрегатування і рекомендації щодо використання машин для внесення органічних добрив моделей МТО і РТД вивчались за даними ВАТ «Ковельсільмаш». Розрахунки показників роботи машинних агрегатів виконувались на ПК за програмою і методикою кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М. П. Момотенка НУБіП України [4]. Результати досліджень подано в таблиці.

Ефективність роботи машинних агрегатів на внесенні добрив можна підвищити за рахунок використання перевалочної технології. Органічні добрива транспортуються тракторами з причепами або автомобілями-самоскидами і буртуються на краю поля.

У міру потреби при основному обробітку грунту добрива навантажуються в розкидачі і вносяться на поверхню поля. Віддаль перевезень добрив розкидачами за перевалочної технології обмежується в середньому половиною довжини гону поля.

Таблиця

Співвідношення між часом транспортування і спорожнення органічних добрив

Марка розкидача	Віддаль до поля, км	Час транспор-тування, хв	Шлях спорож-нення кузова, м	Час спо-рожнення кузова, хв	Відношення часу транспортування до спорожнення, разів
МТО-6	1	7	250	1,5	4,7
	3	20	250	1,5	13,3
	5	33	250	1,5	22,0
РТД-9	1	7	375	2,3	3,0
	3	20	375	2,3	8,7
	5	33	375	2,3	14,3
РТД-14	1	7	583	3,5	2,0
	3	20	583	3,5	5,7
	5	33	583	3,5	9,4

Усунути транспортну операцію машинного агрегату для внесення добрив, а отже, значно збільшити його продуктивність, можна за рахунок впровадження перевантажувальної технології внесення твердих органічних добрив.

Для цього використовують низькорамний розкидач типу РПО-6 (ТОВ «Торговий Дом Дніпропетровський комбайновий завод»).

Добрива з гноєсховища або польового бурта навантажуються в самоскидні транспортні засоби вантажопідйомністю до 6 тонн, доставляються до місця внесення і перевантажуються в розкидач.

Ширина захвату агрегату, який складається з трактора МТЗ-80 і машини РПО-6, дорівнює 10-12 м, продуктивність за годину основного часу до 10 га.

Висновки

1. Ефективне використання машин кузовного типу (МТО і РТД) обмежується граничними віддалями перевезень органічних добрив до поля.
2. При віддалі перевезень, більшій за граничну, органічні добрива доцільно вносити за перевалочною технологією.
3. При великих обсягах робіт і віддалях перевезень рекомендується використовувати перевантажувальну технологію внесення органічних добрив на базі низькорамної машини типу РПО-6.

Список літератури

1. Линник Н. К. Совершенствование технологий и технических средств для использования органических удобрений. Техника в сельском хозяйстве. 1990. №5. С. 51–53.

2. Лінник М. К., Сенчук М. М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив: монографія. За ред. В. В. Адамчука. Ніжин. Видавець ПП Лисенко М. М. 2012. 248 с.

3. Комплексна механізація виробництва зерна: навчальний посібник. В. Д. Гречкосій, М. Я. Дмитришак, Р. В. Шатров та ін. За ред. В. Д. Гречкосія, М. Я. Дмитришака. Київ. ТОВ «Нілан-ЛТД». 2012. 288 с.

4. Мельник І. І., Гречкосій В. Д., Бондар С. М. Оптимізація комплек.сів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу. Київ. Видавничий центр НАУ. 2004. 151 с.

УДК 621.87
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОСТОВОГО КРАНА

В. В. Крушельницький, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

При роботі мостових кранів металоконструкції піддаються значним динамічним навантаженням. Процес переміщення вантажів супроводжується коливаннями моста крана, кінцевих балок, вантажу та інших вузлів і їх елементів. Слід відмітити перехідний процес розгону механізму переміщення моста, який супроводжується найбільшими значеннями динамічних навантажень, що впливають на швидкість виконаної операції (циклу), додаткової витрати електроенергії та надійності крана. Для досліджень цих негативних факторів необхідно провести динамічний аналіз руху крана.

Для дослідження використано тримасову динамічну модель мостового крана з вантажем на гнучкому підвісі (рис. 1):

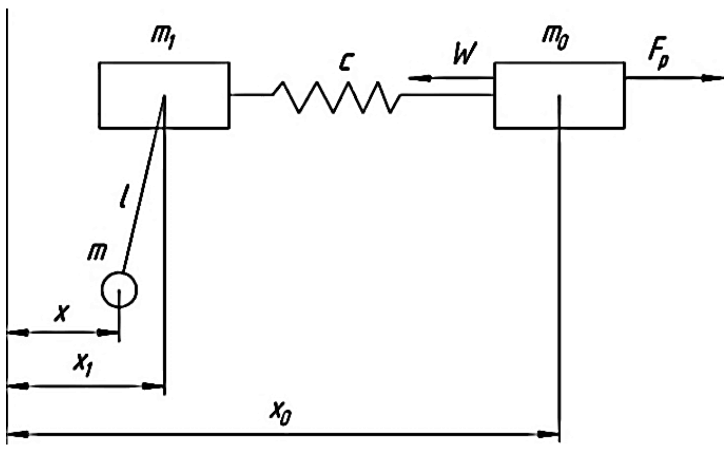


Рис. 1. Тримасова динамічна модель мостового крана.

На рис. 1 m_0, m_1, m. – приведені маси кінцевих балок з приводом, мостової балки з візком та вантажу. Маса приводу і кінцевих балок з'єднана з приведеною масою кранового мостової балки крана пружним елементом з жорсткістю c. До маси приводу і кінцевих балок прикладено рушійне зусилля F_p та сила опору переміщення балки крана W. В цій моделі x, x_0, x_1 узагальнені координати приведеих мас вантажу, кінцевих балок з приводом та мостової балки з вантажем відповідно, а l – довжина гнучкого підвісу вантажу.

Динамічна модель (рис. 1) описується наступною системою диференціальних рівнянь руху:

$$\begin{cases} m_0\ddot{x}_0 = F_p - W - c(x_0 - x_1); \\ m_1\ddot{x}_1 = c(x_0 - x_1) - \dfrac{mg}{l}(x_1 - x); \\ \ddot{x} = \dfrac{g}{l}(x_1 - x). \end{cases} \tag{1}$$

де g – прискорення вільного падіння.

Крутний момент двигуна змінюється за формулою Клосса:

$$M_{дв} = \frac{2M_{мах}(1+S_{кр})}{\dfrac{S_{кр}}{S} + \dfrac{S}{S_{кр}} + 2S_{кр}}. \tag{2}$$

Для розв'язку системи диференціальних рівнянь (1) використано чисельне інтегрування з наступними розрахунковими даними: $m = 3200$ *кг*; $m_0 = 546$ *кг*; $m_1 = 669$ *кг*; $W = 1479{,}63Н$; $S = 0{,}068$; $S_{кр} = 0{,}3$; $M_{\max} = 6{,}29Н \cdot м$; $c = 679680Н/м$; $l = 6м$;

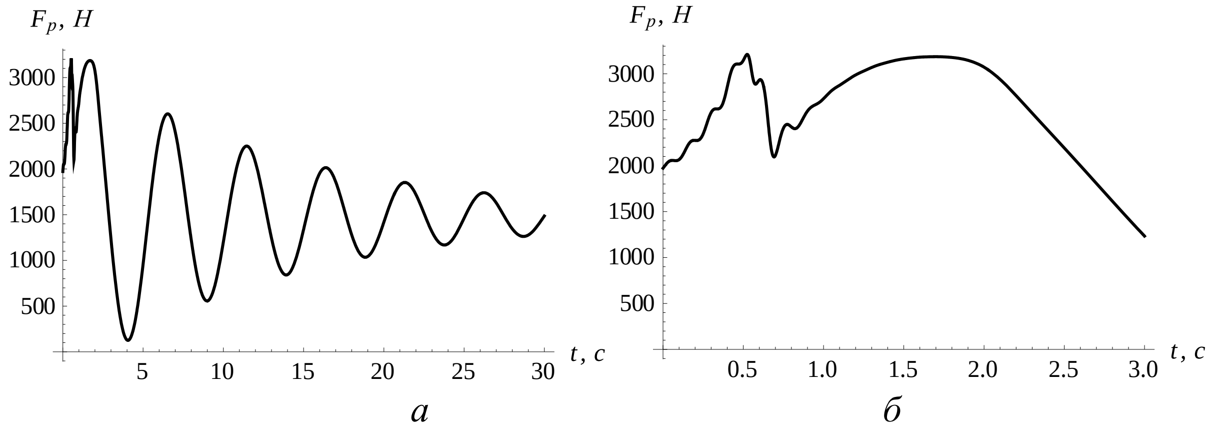
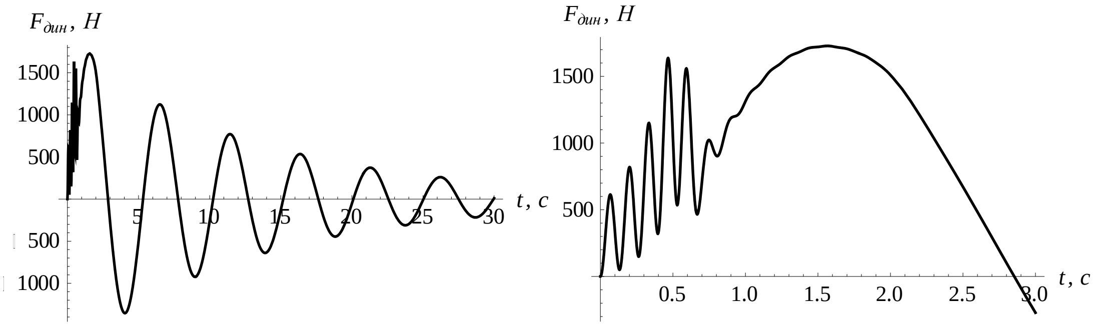


Рис. 2. Графіки зміни рушійного зусилля крана: а – тривалість переміщення 30 секунд; б – тривалість переміщення 3 секунди.

Графіки рис. 2 – рис. 3 відображають перехідний процес пуску механізму переміщення мостового крана. Цей процес супроводжується динамічними навантаженнями, що видно з рис. 2 і рис. 3, які відображають зміну рушійного зусилля приводу та пружного зусилля в мостовій балці. Зміна цих навантажень зумовлена дією електромагнітного моменту двигуна, який змінюється за рівнянням Клоса і є нелінійною функцією відносно кутової швидкості двигуна. Рух системи супроводжується плавно-затухаючими коливаннями.



а *б*

Рис. 3. Графік зміни пружного зусилля в мостовій балці крана: а – тривалість переміщення 30 секунд; б – тривалість переміщення 3 секунди.

Цей процес зумовлений коливаннями вантажу, пікове значення якого виникає на початку пуску системи і становить близько 3˚, і також має плавно затухаючий характер. Усунути коливання на початку руху можна шляхом оптимізації перехідного процесу розгону. Оптимізація перехідного процесу пуску системи дасть змогу зменшити динамічні навантаження на металоконструкції мостового крана та покращить динамічні показники механічної системи в цілому.

УДК 693.546
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

РЕАЛІЗАЦІЯ КОМПЛЕКСНОГО ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМУ РУХУ РОЛИКОВОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З КУЛАЧКОВИМ ПРИВОДНИМ МЕХАНІЗМОМ

К. І. Почка, д.т.н., проф.
Київський національний університет будівництва і архітектури,
м. Київ, Україна

В існуючих установках поверхневого ущільнення залізобетонних виробів використовується кривошипно-повзунний або гідравлічний привод зворотно-поступального руху формувального візка з укочувальними роликами.

Під час постійних пускогальмівних режимів руху виникають значні динамічні навантаження в елементах приводного механізму та в елементах формувального візка, що може привести до передчасного виходу установки з ладу.

Для зменшення динамічних навантажень в елементах установки та для підвищення її надійності запропоновано приводний механізм для забезпечення зворотно-поступального руху формувального візка виконати у вигляді шарнірно встановленого на основі кулачкового механізму, що контактує з штовхачами, жорстко прикріпленими до формувального візка.

Особливістю даної установки є використання в ній кулачкового приводного механізму, що реалізує оптимальний динамічний режим зворотно-поступального руху формувального візка.

Однак при такому режимі руху формувальний візок має максимальне прискорення при досягненні крайніх положень.

Це приводить до підвищення динамічних навантажень і коливань в елементах приводного механізму, виникнення зайвих руйнівних навантажень на рамну конструкцію і, відповідно, до передчасного виходу установки з ладу.

Тому постає задача удосконалення конструкції приводного механізму з метою підвищення надійності та довговічності установки.

Диференціальне рівняння, що визначає умови оптимального режиму руху формувального візка, який враховує одночасний вплив енергетичних затрат, діючих динамічних навантажень та інтенсивності їх зміни в часі, має вид:

$$x^{VI} - n_1 \cdot \frac{x^{IV}}{t_1^2} + n_2 \cdot \frac{\ddot{x}}{t_1^4} = 0, \qquad (1)$$

де x – координата центра мас формувального візка; t_1 – тривалість руху формувального візка від одного крайнього положення до іншого; $n_1 = \frac{60 \cdot \delta_2}{(1 - \delta_1 - \delta_2)}$; $n_2 = \frac{720 \cdot \delta_1}{(1 - \delta_1 - \delta_2)}$; δ_1 та δ_2 – безрозмірні вагові коефіцієнти, що враховують долю енергетичних затрат та діючих динамічних навантажень відповідно.

В результаті розв’язку рівняння (1) отримано вираз переміщення центра мас формувального візка з одного крайнього положення в інше з комплексним оптимальним режимом руху:

$$x = A_1 + A_2 \cdot t + A_3 \cdot e^{P_1 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_4 \cdot e^{-P_1 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_5 \cdot e^{P_2 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_6 \cdot e^{-P_2 \cdot \frac{t}{t_1}}, \qquad (2)$$

де A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 и A_6 – постійні інтегрування; t – час; $P_1 = \sqrt{\frac{n_1 + \sqrt{n_1^2 - 4 \cdot n_2}}{2}}$; $P_2 = \sqrt{\frac{n_1 - \sqrt{n_1^2 - 4 \cdot n_2}}{2}}$.

Виходячи з початкових умов періоду руху $t = 0$, $x = x_0$, $\dot{x} = 0$, $\ddot{x} = 0$ та його кінцевих умов – $t = t_1$, $x = x_1$, $\dot{x} = 0$, $\ddot{x} = 0$ (x_0, x_1 – координати крайніх положень центра мас візка) визначено постійні інтегрування:

$$
\begin{gathered}
A_6 = \frac{x_1 - x_0}{\left(
\begin{gathered}
e^{-P_2} + P_2 - 1 - \frac{P_2^2}{P_1^2} \cdot \left(e^{P_1} - P_1 - 1 - \frac{\left(e^{-P_2} - e^{P_1}\right) \cdot \left(e^{-P_1} - e^{P_1} + 2 \cdot P_1\right)}{\left(e^{-P_1} - e^{P_1}\right)} \right) - \\
- \left[e^{P_2} - P_2 - 1 - \frac{P_2^2}{P_1^2} \cdot \left(e^{P_1} - P_1 - 1 - \frac{\left(e^{P_2} - e^{P_1}\right) \cdot \left(e^{-P_1} - e^{P_1} + 2 \cdot P_1\right)}{\left(e^{-P_1} - e^{P_1}\right)} \right) \right] \times \\
\times \frac{P_2 \cdot \left(e^{-P_2} - e^{P_1}\right) \cdot \left(e^{P_1} + e^{-P_1} - 2\right) + P_1 \cdot \left(e^{-P_1} - e^{P_1}\right) \cdot \left[\frac{P_2}{P_1} \cdot \left(1 - e^{P_1}\right) + \left(1 - e^{-P_2}\right) \right]}{P_2 \cdot \left(e^{P_2} - e^{P_1}\right) \cdot \left(e^{P_1} + e^{-P_1} - 2\right) + P_1 \cdot \left(e^{-P_1} - e^{P_1}\right) \cdot \left[\frac{P_2}{P_1} \cdot \left(1 - e^{P_1}\right) + \left(e^{P_2} - 1\right) \right]}
\end{gathered}
\right)}; \\
A_5 = -A_6 \cdot \frac{P_2 \cdot \left(e^{-P_2} - e^{P_1}\right) \cdot \left(e^{P_1} + e^{-P_1} - 2\right) + P_1 \cdot \left(e^{-P_1} - e^{P_1}\right) \cdot \left[\frac{P_2}{P_1} \cdot \left(1 - e^{P_1}\right) + \left(1 - e^{-P_2}\right) \right]}{P_2 \cdot \left(e^{P_2} - e^{P_1}\right) \cdot \left(e^{P_1} + e^{-P_1} - 2\right) + P_1 \cdot \left(e^{-P_1} - e^{P_1}\right) \cdot \left[\frac{P_2}{P_1} \cdot \left(1 - e^{P_1}\right) + \left(e^{P_2} - 1\right) \right]}; \\
A_4 = -\frac{P_2^2 \cdot \left[A_5 \cdot \left(e^{P_2} - e^{P_1}\right) + A_6 \cdot \left(e^{-P_2} - e^{P_1}\right) \right]}{P_1^2 \cdot \left(e^{-P_1} - e^{P_1}\right)}; \quad A_3 = -A_4 - \frac{P_2^2}{P_1^2} \cdot \left(A_5 + A_6\right); \\
A_2 = -\frac{P_1 \cdot \left(A_3 - A_4\right) + P_2 \cdot \left(A_5 - A_6\right)}{t_1}; \quad A_1 = x_0 - A_3 - A_4 - A_5 - A_6 .
\end{gathered} \tag{3}
$$

Із врахуванням постійних інтегрування (3) визначено коефіцієнти $P_1 = 7{,}75$ та $P_2 = 5{,}48$. На основі цих коефіцієнтів отримано значення $n_1 = 90$ та $n_2 = 1800$, а по ним – вагові коефіцієнти $\delta_1 = 0{,}5$ та $\delta_2 = 0{,}3$.

Перетворивши вираз (2) для випадку, коли початок координат відраховується від середнього положення переміщення візка, отримано:

$$
x = A_1 + A_2 \cdot t + A_3 \cdot e^{P_1 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_4 \cdot e^{-P_1 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_5 \cdot e^{P_2 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_6 \cdot e^{-P_2 \cdot \frac{t}{t_1}} - \frac{\Delta x}{2}, \tag{4}
$$

де Δx – хід формувального візка від одного крайнього положення до іншого.

Закон руху візка, описаний рівнянням (4), може бути здійснений приводом з кулачковим механізмом зворотно-поступального руху візка. При цьому рух візка в одному напрямку здійснюється за рахунок повороту кулачка на половину оберту (тобто $\varphi = \pi$) і в зворотному напрямку ще на половину оберту; повний цикл руху візка – за один оберт кулачка. Для здійснення описаного закону руху візка необхідно, щоб приріст радіуса кулачка відповідав приросту переміщення візка. Згідно з цим змінний радіус кулачка визначається залежністю:

$$
\rho = \frac{b}{2} + A_1 + A_2 \cdot t + A_3 \cdot e^{P_1 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_4 \cdot e^{-P_1 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_5 \cdot e^{P_2 \cdot \frac{t}{t_1}} + A_6 \cdot e^{-P_2 \cdot \frac{t}{t_1}} - \frac{\Delta x}{2}, \tag{5}
$$

де b – відстань між штовхачами.

Час t можна виключити із попередньої залежності, оскільки $t = \varphi / \omega$, а $t_1 = \pi / \omega$. Тут φ – кутова координата повороту кулачка, а ω – кутова швидкість кулачка. Після відповідних перетворень радіус кулачка, що описує його профіль, пов'язується з кутовою координатою наступним виразом:

$$\rho = \frac{b}{2} + A_1 + A_2 \cdot \varphi + A_3 \cdot e^{P_1 \cdot \frac{\varphi}{\pi}} + A_4 \cdot e^{-P_1 \cdot \frac{\varphi}{\pi}} + A_5 \cdot e^{P_2 \cdot \frac{\varphi}{\pi}} + A_6 \cdot e^{-P_2 \cdot \frac{\varphi}{\pi}} - \frac{\Delta x}{2}, \quad 0 \le \varphi \le \pi . \qquad (6)$$

Аналогічно визначається профіль кулачка на ділянці його повороту від π до 2π, який описується радіусом, що змінюється за залежністю:

$$\rho = \frac{b}{2} + A_1 + A_2 \cdot (2 \cdot \pi - \varphi) + A_3 \cdot e^{P_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi - \varphi}{\pi}} + A_4 \cdot e^{-P_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi - \varphi}{\pi}} + A_5 \cdot e^{P_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi - \varphi}{\pi}} + A_6 \cdot e^{-P_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi - \varphi}{\pi}} - \frac{\Delta x}{2}, \ \pi < \varphi \le 2\pi .$$

(7)

При визначенні змінного радіуса кулачка залежностями (6) та (7) необхідно в формулах постійних інтегрування (3) для A_2 використовувати π замість t_1.

При застосуванні в роликовій формувальній установці кулачкового приводного механізму із кулачком, профіль якого забезпечує комплексний оптимальний режим руху формувального візка, зменшуються динамічні навантаження в елементах приводного механізму, зникають зайві руйнівні навантаження на рамну конструкцію і, відповідно, підвищується надійність та довговічність установки.

УДК 631.3
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

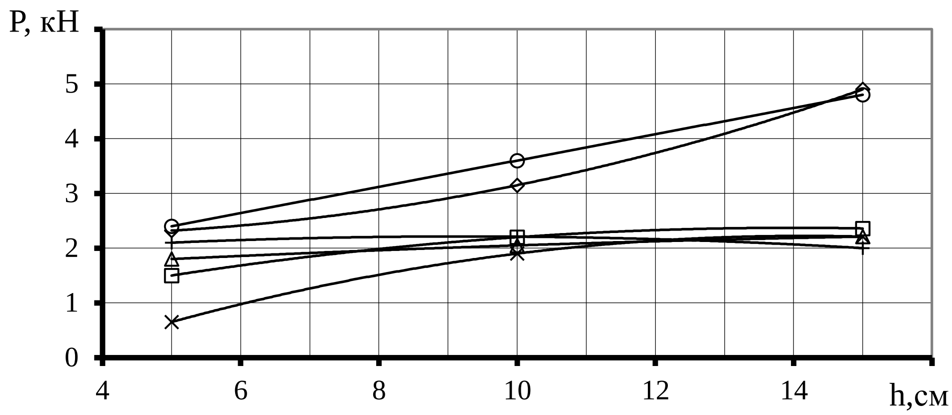
ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА РОБОТИ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ МІЛКОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

С. Є. Тарасенко, к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Досліди проводилися на випробувальному полі. Метеорологічні умови за період проведення експерименту суттєво не змінювались. Тип ґрунту – чорнозем звичайний, малогумусовий. Рельєф рівний без схилів. Фон – староорний. Температура навколишнього середовища складала 25°С. Вологість ґрунту в горизонтах, %: 0...5 см – 12,5; 5...10 см – 15,1; 10...15 см – 15,2. Твердість ґрунту в горизонтах, кг/см^2: 0...5 см – 15,2; 5...10 см – 15,45; 10...15 см – 15,63. Щільність ґрунту в горизонтах, г/см^3: 0...5 см – 0,46; 5...10 см – 0,49; 10...15 см – 0,53.

Досліди проводилися згідно з розробленою методикою. За допомогою тензометричної станції, яка вмонтована в кабіну трактора Т-150К, вимірювалось тягове зусилля трактора для різних варіантів робочих органів.

Результати замірів одержані у вигляді осцилограм. Глибина обробітку під час заміру тягового зусилля робочих органів на різних швидкостях була в межах від 5 см до 15 см. Для порівняння затрат енергії кожного робочого органу застосовувався показник питомого тягового опору *P*.



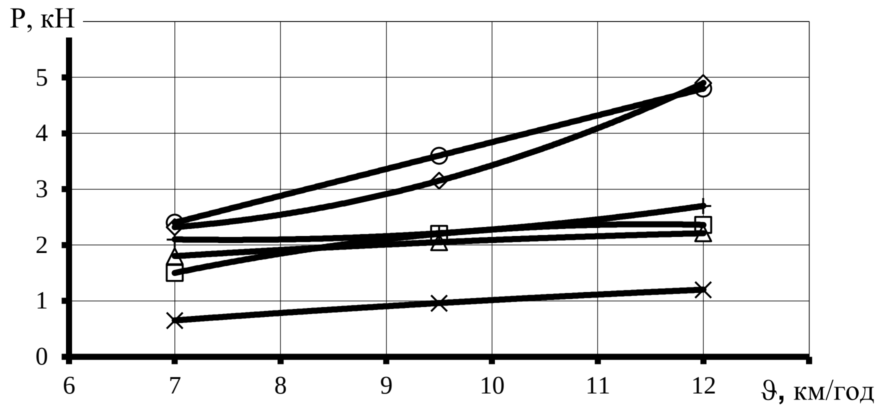


Рис. 1. Залежність тягового опору для різних параметрів робочого органу від глибини обробітку (h) та швидкості руху агрегату (ϑ):

× - варіант *А* ($\alpha = 5°$, $2\gamma = 30°$); ◊ – варіант *Г* ($\alpha = 25°$, $2\gamma = 180°$);
○ - варіант *Б* ($\alpha = 25°$, $2\gamma = 30°$); +- варіант *Д* ($\alpha = 15°$, $2\gamma = 90°$);
□ – варіант *В* ($\alpha = 5°$, $2\gamma = 180°$); Δ - варіант *Е* ($\alpha = 15°$, $2\gamma = 180°$).

Одержані під час тензометрування осцилограми показують, що процес зміни тягового опору має вигляд неперервних випадкових коливань відносно середнього значення. Причому характер коливань при усталеному режимі роботи агрегату суттєво не змінюється в часі, тому можна припустити, що характер даного процесу є стаціонарним.

На характер зміни тягового опору $P(\tau)$ суттєво впливають глибина обробітку, мікрорельєф поля та ступіть однорідності ґрунту за твердістю [62].

Під час мілкого обробітку ґрунту (до 15 см) на тяговий опір суттєво впливають мікрорельєф поля, кількість коренів рослин в ґрунті.

Дослідження проводилися на глибинах від 5см до 15см. Мікрорельєф і вміст коренів був однорідними по всій ділянці проведення досліджень. За таких умов можна визначити всі статистичні показники характеру випадковості процесу. За результатами проведених досліджень (рис. 1 (*А* - α = 5°, 2γ = 30°; *Б* - α = 25°, 2γ = 30°; *В* - α = 5°, 2γ = 180°; *Г* - α = 25°, 2γ = 180°; *Д* - α = 15°, 2γ = 90°; *Е* - α = 15°, 2γ = 180°)) видно, що питоме тягове зусилля робочих органів усіх варіантів зі збільшенням поступальної швидкості трактора збільшується.

Як видно із графіка (рис. 1), найбільший приріст питомого тягового опору – варіант *Г*. Такий характер приросту можна пояснити тим, що під час роботи робочого органу проходить переважно процес зминання скиби, а не сколювання. Як відомо, процес зминання є більш енергомістким, ніж сколювання.

В інших варіантах робочих органів приріст питомого тягового опору є меншим і проходить рівномірно. Якщо приріст питомого тягового опору при зміні глибини обробітку від 5 см до 15 см для варіанта *А* склав 0,55 кН, то для варіанта *Г* – 2,2 кН. Виходячи з питомого тягового опору робочих органів, можна визначити, скільки затрачається енергії на руйнування скиби.

Осцилограми, отримані під час досліджень, являють собою гармонійні коливання різної частоти і амплітуди. Частота коливань залежить від стану ґрунту і характеру взаємодії з ним робочого органу. У разі, коли відсутні під час руху робочого органу в ґрунтовому середовищі такі явища, як залипанння ґрунту, защемлення оброблюваного шару ґрунту на робочому органові, то крок коливань буде малим, але частота високою. Це явище спричинюється властивостями ґрунту, тобто неоднорідністю ґрунту, нерівномірністю розподілу в ґрунті коренів рослин і т. п.

Під час роботи на пересушених ґрунтах, як це було в нашому випадку, які за своєю характеристикою є неоднорідні за твердістю та сприятливими до зсуву, крок коливань тягового опору збільшується, а спектр частоти коливань змінюється від високочастотних до низькочастотних.

Якщо під час зміни тягового опору переважають коливання певної частоти і амплітуди, то такий процес є впорядкованим, а якщо переважання будь-яких частот не спостерігається, то процес зміни тягового опору має характер “білого шуму”.

Негативний вплив на динаміку агрегату мають переважаючі низько частотні коливання тягового опору. В ідеальному випадку зміна тягового опору матиме вигляд прямої лінії, а на практиці наближеним до ідеального є характер зміни тягового опору, коли процес проходить з мінімальним кроком і частоти – одинакові по величині.

УДК 631.362
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ШЛЯХИ ОНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

О. В. Надточій, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

З урахуванням нинішньої структури аграрного виробництва, розмірів та можливостей сільськогосподарських підприємств оновлення машинно-тракторного парку буде здійснюватись шляхом:

- комплектування повнофункціонального власного машинно-тракторного парку відповідно до обсягів і технологій механізованих робіт великими економічно сильними сільськогосподарськими підприємствами;
- формування міжгосподарських машинно-тракторних парків на основі кооперації сільськогосподарських товаровиробників шляхом створення спеціалізованих безприбуткових кооперативів, укладання двох- або багатосторонніх договорів щодо придбання та (або) спільного використання техніки економічно слабкими підприємствами та господарствами із невеликими обсягами робіт;
- створення та розширення регіональних комерційних машинно-технологічних станцій для обслуговування сільськогосподарських товаровиробників, особливо щодо надання послуг складними високовартісними машинами та технікою спеціального призначення;
- залучення до виконання польових робіт у сільськогосподарських підприємствах техніки, що перебуває у власності чи користуванні селянських господарств.

Реалізація зазначених напрямків потребує збільшення доходності сільськогосподарського виробництва та здійснення заходів щодо розширення пропозиції на ринку сільськогосподарської техніки і її доступності для сільгосптоваровиробників.

В першу чергу оновлення машинно-тракторного парку має здійснюватись за рахунок техніки вітчизняного виробництва, що відповідає сучасним критеріям надійності і агротехніки.

Закупівля зарубіжної техніки, особливо тієї, що вже була в експлуатації, має здійснюватись з урахуванням суттєвого зростання експлуатаційних витрат на підтримання їх в роботоздатному стані особливо після трьох-чотирьох років з часу їх випуску.

В умовах нестачі коштів для придбання техніки оновлення машинно-тракторного парку необхідно здійснювати поетапно з урахуванням регіональних особливостей. Пріоритетними напрямками цього оновлення мають бути нарощування чисельності:

- зернозбиральних комбайнів, в тому числі за рахунок зменшення і збільшення відновлювальних режимів комбайнів, що відпрацювали;
- тракторів тягових класу 3 виробництва Харківського тракторного та класу 1,4 – Південного машинобудівного заводів з відповідним поновленням шлейфу ґрунтообробних робочих машин для агрегатування цих тракторів за рахунок комбінованих машин та машин для поверхневого (неглибокого) обробітку ґрунту;
- машин для післязбиральної обробки зерна, перш за все очисників зернового вороху;
- розширення практики повторного використання компонентів конструкцій та запасних частин, організації їх виготовлення та постачання на ринок для відновлення і доведення до роботоздатного стану наявних технічних засобів.

Таблиця

Потреба в сільськогосподарській техніці та коштах для її забезпечення

Показники	Трактори	Комбайни зернозбиральні	Комбайни кукурудзо-збиральні	Комбайни кормо-збиральні
Технологічна потреба, шт.	423000	114000	11200	47700
Наявність, шт.	379872	65577	9077	22862
Необхідні обсяги щорічного прид-бання для віднов-лення МТП, шт.	42300	11400	960	4770
Щорічна потреба в коштах для відновлення МТП, млн. грн.	3388,9	3814	75,9	1136,4

Для формування машинно-тракторного парку аграрних підприємств на рівні технологічної потреби, необхідно вже ближчим часом забезпечити закупівлю машин і обладнання на суму біля 15-17 млрд. гривень на рік, в тому числі:

- тракторів – біля 3,4 млрд. грн.,
- зернозбиральних комбайнів – 3,5–3,4 млрд. грн.,
- бурякозбиральних машин – 0,35–0,40 млрд. грн.,
- кормозбиральних машин – 1,1–1,2 млрд. грн.,
- машин для тваринництва – 1,5–1,6 млрд. грн.,
- техніки загального призначення та інших галузей – 3,5–4,0 млрд. грн.,

- автомобілі вантажні – 2,1–2,2 млрд. грн.

Підтримання машинно-тракторного парку в працездатному стані потребує з розрахунку на рік 1,2–1,5 млрд. грн. на закупівлю запасних частин і ремонтних матеріалів.

УДК 637.1.022
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ТИПИ МОЛОЧНИХ ФІЛЬТРІВ

С. Є. Потапова, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Найбільш простим способом очищення молока є процес фільтрування, з використанням фільтрів різної конструкції. Фільтрування – це видалення з молока і молочних продуктів різних механічних домішок, осаду й окремих складних компонентів, що відбувається за допомогою пористої перегородки, здатної пропускати рідину, але затримувати зважені в ній тверді частки.

Основною частиною будь-якого фільтра є фільтруючий елемент, у якості якого використовуються тканини з волокон рослинного і тваринного походження, а також із синтетичних, скляних, керамічних і металевих матеріалів. Фільтруючі елементи, виготовлені із синтетичних волокон полівінилхлоридні, поліамідні, лавсанові), за своїми властивостями у багатьох відношеннях перевершують бавовняні і вовняні, тому що поєднують високу механічну міцність з термостійкістю і несприйнятливістю до впливу мікроорганізмів.

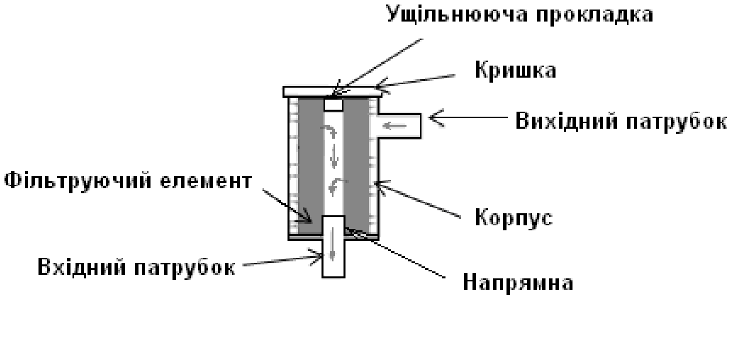


Рис. 1. Схема фільтра зі змінним картриджем.

Металеві елементи виконуються у виді сіток і тканин з нержавіючих сталей, а також перфорованих листів. Останні звичайно використовуються при розділенні систем, що містять грубодисперсні частки, і як опорні перегородки для фільтрувальних тканин.

У молочній промисловості застосовуються фільтри періодичної і безперервної дії. Більшість з них працює у закритому потоці під вакуумом або при надлишковому тиску в системі.

В залежності від конструкції фільтруючого елемента фільтри поділяють на циліндричні і дискові. Циліндричні фільтри періодичної дії бувають з одноразовими і багаторазовими фільтруючими елементами.

Перспективним, на нашу думку, є використання молочного фільтра зі змінним фільтруючим елементом (картриджем).

Корпус фільтра являє собою колбу, виконану з нержавіючої сталі. Перед початком фільтрації в корпус вставляється картридж тонкого очищення молока.

Через вхідний патрубок молоко насосом подається до циліндричного фільтруючого елементу (картриджа) з волокнисто-пористого матеріалу, виконаного пневмоекструзійним методом з розплаву поліпропілену.

Діаметр отворів варіюється в межах від 10 до 15 мкм, завдяки чому фільтруючий елемент затримує навіть найдрібніші частинки бруду, але при цьому пропускає всі компоненти молока.

Далі молоко, розподіляючись по всій зовнішній поверхні фільтруючого елемента під дією тиску, який створює насос, проходить через картридж, на якому і затримується бруд. Після цього через випускний патрубок молоко виходить вже очищеним.

Фільтр тонкого очищення молока вимагає правильного догляду. Після проведення фільтрації молока фільтруючий елемент потрібно витягнути, ретельно промити і помістити в сольовий розчин. Сольовий розчин зупиняє процес розмноження бактерій, щоб фільтр не став джерелом бактеріологічних інфекцій. Після вечірнього доїння фільтр не використовується і утилізується.

Переваги використання даної системи: видалення до 98% механічних домішок; зниження соматичних клітин до 50%; зниження бактеріального обсіменіння; збільшення терміну зберігання молока і підвищення його сортності; простота установки і заміни картриджів.

УДК 538.371.4
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

DISPOSE OF USED OIL FILTERS OF CARS

Krzysztof Jożwiakowski, Dr hab., Prof. nadzw. UP.
University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland

On the average, for normal operation of the car need to be replaced approximately 2-4 oil filter depending on the type of vehicle. Thus, typically such filters in Ukraine is either wasted or given to recycling companies that are engaged in the processing of various waste. In the first variant oil filters poisoning the environment, the second is often amenable to simple burial (and this is again the pollution of nature), or at best melted down for the metal. And, as in our country there is no such thing as special points of collection of used filters, mostly, they just throw and motorists, and trucking companies.

But the waste automotive oil filter is a metal capsule, which remains after discarding 200 ml of used motor oil. They find themselves in the dump, the capsule begins to rust, and then from it into the environment oil leaks, which, among other things, as waste, belongs to the third class of danger.

But, in some countries, oil filters processed so to extract and tons of scrap metal, and liters of waste oil. Extracted thus steel can be used for the manufacture of various products, and used oil may go as a Supplement to the hydrocarbon fuel for the boiler, for the production of asphalt, for processing of railway sleepers, or the oil can be allowed to restore its technical properties to use again.

And actually, this profitable disposal of oil filters is not a very complicated process. Usually, Western and European companies who are engaged in it, install in car showrooms, workshops and large fleets barrels or containers where the discarded spent filters.

Then they transportyou to a treatment facility where filters using a powerful press compressed into neat little cubes. At this point, though not completely, but they squeeze out the used oil. After the filters, converted into metal cubes and sent into the furnace where they are heated initially to a temperature of 1300 degrees. At this point of them in the collection bins again collect oil. But already a secondary process of heating to more than 1700 degrees burns any residual vapours of the waste oil. In the end, the output of recycled oil filters into small cubes of pure steel which can be reused.

УДК 538.371.4
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

SOLAR ROADS – TECHNOLOGY OFFUTURE

Romaniuk Waclaw, Doctor of Technical Science, Professor
Institute of Technology and Life Sciences Branch in Warsaw, Warsaw, Poland

At the end of December you probably read the news about the discovery in France of the first kilometer of the road made of solar panels. This news spread around the world, hitting its relevance, and yet, no one really understood, is it advisable to build it. Because, as you know, survive only those technologies that, first and foremost, and demonstrate their effectiveness. Suffice it to recall the recent history of the Chinese flying bus – however, it was a complete sham. So let’s take a look at how the technology of building solar roads might be viable.

1 km solar roads in France, was built near a small village under a complex name Tourouvre-au-Perche, located in Normandy. This section of the road covered with solar panels total square footage of 2800 m^2. Cost is the construction of the colossal sum of € 5 million and it is planned that each day will pass about 2000 cars. For the past 2 years of testing, the panels will generate electricity, which would be enough for street lighting of the village with 3400 inhabitants.

Incidentally, a similar road is already built, then it even got its own title – SolaRoad. The world's first stretch of road covered with solar panels, is a 72-metre Bicycle path in the village of Krommenie in the Netherlands, which opened on 21 October 2014.

Then its construction was also spent € 5 million But in December of that year, the track had to make a repair, changing almost all the panels that were completely broken. And this despite the fact that it drove heavy vehicles and only pedestrians walk and ride bicycles. Besides, it turned out that massed on the track dirt and water are greatly reduced its efficiency, and pass on it the bike was blocking the sun.

Finally, after calculations it turned out that the construction costs of such route (about $1200 per m^2) is 3-4 times higher than the installation of solar panels on the roofs, and their self-sufficiency comes only after 50 years of operation. In this case, in fact, a one square meter solar roads gives about 70 kWh per year, and the lifetime is more than 20 years. But, the main trouble of these solar roads have proved their ability to generate electricity in sufficient quantity only in regions where there is a large number of Sunny days per year.

However, after 6 months of tests, SolaRoad was still recognized as an effective technology for was able to give a little more than expected 70kW of electricity per square meter. A year later the results (9800 kWh) compared with the results of solar panels of the same size, but mounted on the roof, and yet acknowledged that "high-rise" panel can generate 2 times more energy than "road". In addition, for invested in bike path funds to buy or produce otherwise order 520000 kWh.

French road named Wattway is not a bike, and besides it was built for less (of course, the public) money.

It is argued that testing the initially occurred at four car parks, and the panel is covered with a thin protective film, allegedly, was able to withstand the onslaught of cars. But Normandy is known for its cloudy weather. Here the number of Sunny days is around 44 figures, which is very small (for example, in Kiev, these days at least in 2 times more).

So, today, many experts are already predicting that the opening Wattway was a good PR move to France itself, but this way will be ineffective, that will become clear within six months of its operation. Of course, this idea fascinates with its beauty and aesthetics, she probably has little chance of survival. While solar panels installed on the roofs, are much more cheap and effective means of converting sunlight into electricity.

УДК 538.371.4
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

TRANSPORT LOGISTICS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Krasowski Eugeniusz, Doctor of Technical Science, Professor
Polish Academy of Sciences in Lublin, Lublin, Poland

Statement of the problem. In conditions of growing competition between producers, the development of any business is the constant search and implementation of new ideas, technologies, goods, services and production methods. Therefore its operation requires continuous improvement, updating, reorganizing, finding new ways of managing and doing business. Against the backdrop of high inflation and the decline in effective demand, the structure of activities of industrial enterprises and agribusiness enterprises logistic activities has a special place, given the fact that this is where you can achieve a competitive advantage in costs. Today, it is increasingly important to the successful organization of logistics processes, as logistical costs can reach up to 30% in the cost structure.

The role of transport in logistics is crucial, because the movement of material flows without moving is not possible. A significant part of logistics costs for transportation. Transport influences the economy of the country as a whole, the region, in particular on the development of rural areas where the agricultural production, its storage, processing and marketing.

The movement of raw materials and finished products from the primary supplier, the manufacturer to the end user is provided with transport means which are one of the most important sectors of social production, designed to meet the needs of the population and social production in transportation. Transport is a means of ensuring territorial ties, with a product manufactured according to the established nomenclature and quality must be fully and timely delivered to the consumer. That is, the transport link that unites producers and consumers. Therefore, it plays an important role not only in the formation of the final product cost, and ensuring competitive advantages. At the same time, transport is one of the biggest polluters of the environment. Analysis of recent researches and publications. The problems of freight transportation in agriculture and the use of mobile transport in agriculture is dedicated to the works of a number of scientists. Formulated in their works scientific approaches to the use of logistic mechanism of the transport of goods, the conclusions and recommendations take an important place in the theory of transport logistics. In addition, the processes of the organization of cargo transportation in agriculture with minimal adverse impact on the environment, require further study.

The aim of the article is the study of the current status of the transport logistics of agricultural enterprises and elaboration of proposals on the implementation of measures of organization of transport logistics in agriculture in terms of reducing the negative impact on the environment. The main material of the study. In conditions of saturation of the consumer market, limited purchasing power and the financial shortage, many manufacturers sharply there is a question about maintaining their position in the market by increasing efficiency, which is due not only to optimize their internal processes, but first and foremost, the ability to ensure timely delivery of the right product in the right place and the consumer needs a certain quality with minimal costs. To implement these objectives, it is necessary to know how to apply the tools of planning, formation and movement of material flows, in other words, to correctly build and coordinate logistics processes associated with production and with sales. Agrologistic is one of the fastest growing industries in North America, Western Europe and other developed regions of the world. In Ukraine agrologistika, in contrast to the General transport logistics is at the initial stage of its development, but is a very promising direction. Development agrologistika will bring the agriculture and the whole agro-industrial complex of the country to a new level.

The volume of traffic, directions and nomenclature of transported goods considering transport logistics. The key role of transportation in logistics is not only a large proportion of transport costs in total logistics costs, but also the fact that transport is impossible without the existence of the material flow.

Effective management involves consideration of all specific features of the activities. Agrologistika offers a relatively new and extremely effective mechanism that can bring a new level of agriculture and agribusiness in General in Ukraine. Today agrologistika in Ukraine is at the stage of its formation, but subject to overcoming the major obstacles to the development of this direction and create conditions to improve the system agrologistika on the agribusiness enterprises should expect high efficiency of development of the industry in our country.

The purpose of transportation logistics is the reduction of transportation costs and transport-related harmful effects to the environment when delivering goods "just in time" and the maximum satisfaction of all requirements of the consignee of the goods. Its main objectives is the reduction of stocks of material resources in circulation and time of delivery of goods in the interests of vendors and consumers.

This transport business is manifested in two aspects: internal (associated with a slight nudge distances, mainly in the production logistics) and external (carried over long distances between different organizations or remote offices of the same company, primarily in the logistics system of supply and distribution). Today among the producers of agricultural products of Ukraine the most developed transport logistics, export oriented agricultural holdings [1, p. 151-156]. According to the analysis by the experts of the Association of Agricultural carriers of Ukraine, the major agricultural producers in the crisis period of the present, faced with the problems that have become typical for all agricultural regions of Ukraine [2, p. 18-19]:

1) lack of road and rail during peak periods claspinaa,
2) poor quality and delays in providing services by agroprivat,
3) untimely delivery of products
4) fluctuation of transport tariffs,
5) the disruption of the flow of vehicles within the agreed date for loading,
6) lack of specialized "clutches" g/p 17 tonnes
7) unanticipated risks associated with changing climatic conditions,
8) lack of uniform registry of vehicles (in practice leads to the fact that the same car can be produced simultaneously on different routes by different managers).

In the end, in addition to economic damage and lost profits from agricultural producers there is a possibility of scarcity of agricultural products on the shelves of retail outlets, rise in price of agricultural products for consumers. Moreover, these issues may impact on food safety food security of not only individual regions but also the country as a whole.

At the same time remain specific problems of transport and logistics services in the agricultural sector, associated with the peculiarities of agricultural production [3, p. 44]:

1) a significant number of small producers, complicating the formation process of large batches of products and raw materials
2) seasonal nature of production and differences in timing in the delivery of raw materials to the enterprise and the export of products from the company
3) the specificity of the object of transportation: some products are perishable and require special conditions of transportation (temperature, ventilation, etc.), the need to transport live animals, birds and the like.
4) low quality of transport infrastructure, which is a consequence of the economic weakness of entities and their territorial resserected,
5) the dependence of production on weather conditions (especially crop production), and natural biological processes, which makes planning difficult and increases uncertainty and risk,
6) insufficient number of qualified personnel in logistics is caused by objective differences in the way and conditions of life in town and village,
7) insufficient cooperation between producers, which complicates the process of integration and cooperation.

Besides, a certain part of them, through natural, will always complicate the organization of transport logistics, for example due to the necessity of using only special vehicles.

Difficult economic and political situation in the country in recent times makes it impossible to solve the pressing problems which are only compounded and multiplied. The rise in price of fuel and other energy resources, reduction of turnover, currency fluctuations reduce the ability of private entities, and the unstable situation in the country limits the attraction of outside investment to improve the situation.

It is incontrovertible that agriculture is an important industry for many countries of the modern world. Ukraine every year confirms its status as one of the leading players in the global market of agricultural products. She is among the ten largest grain producers in the world and in the top five of the world's leading exporters of agricultural products. Agriculture directly or indirectly affect different areas of life that are directly related to sustainable development - the economy, employment, labour migration, human health, rational use of natural resources (especially land and water) and biodiversity.

Agricultural production in Ukraine in recent years can be called the engine of the national economy. Over the past decade, constantly increasing the volume of agricultural production. The export of agricultural products has become a basic element of foreign trade activities of Ukraine. At the same time, modern agricultural technologies do not always meet the requirements for rational and sustainable natural resource management. Ukraine may lose the status of the leading agrarian countries in the world, because in the last 20 years the agricultural land Fund is constantly degraded and agricultural lands are constantly reduced. It becomes apparent that an important step towards sustainable development can be considered the transition to a green economy. At the present stage of development of social production declaring the priority of environmental issues and energy saving, it has been overlooked through more pressing economic and political problems.

At the same time, in terms of European integration, the increased attention to the environmental aspect of logistics activities due to several reasons, among which the awareness of consumers through eco-labelling, the growth of economic motivation for protection of the environment, increased attention to the adjustment of activities in this direction, the growing demand for specialists in environmental protection. However, the most motivating factor for companies is the desire to create a consumer environmental image of the company. At the same time, according to the researchers, soon the majority of consumers gives preference to companies that use green transport and green logistics solutions. Methods of green logistics include: management of the transport system and packing process, the organization of "green" communications and production, warehouse management and waste[4, p. 279].

Transport is one of the biggest polluters of the environment from all components of logistics systems. The task of ensuring environmental security of logistics systems, in addition to determining the impact of transport on the regional ecosystem requires developing measures for improving the environmental performance of logistics infrastructure, in particular reducing air pollution and soil, protection of surface and groundwater from pollution, reduction of vehicle noise and vibration, protection of flora and fauna from the harmful effects of transport [5, p. 24]. Unfortunately, not isolated cases at the local level agricultural enterprises practically does not pay attention to the harmful effects of the environment and the ecosystem in General: the use of the vehicles several times already exhausted their technical resources and carry out much greater emissions, poor quality of internal roads, which not only increase fuel consumption, and sometimes through the creation of a detour of obstacles (impassable pit, puddle, fell a tree, etc.) are removed from areas of fertile land, the creation of uncontrolled, without proper conditions of disposal, waste activities of mashine-tractor park, etc.

References

1. Velichko A. P. (2014) "Development of the transports of export-oriented agrologistics in Ukraine Problemy sovremennoj jekonomiki", Problems of modern economics, vol. 1, pp. 151-156.

2. Kucherova Ja. (2014) "The logistics 2014 season: a new level of efficiency", Zerno, [Online], vol. 3, available at: http://www.zerno-ua.com/?p=15045 (Accessed 10 Oct 2015).

3. Nechyporenko K.V. (2013) "Problems of development of transport logistics for agricultural producers" Ekonomichni nauky. Seriia «Oblik i finansy». Zbirnyk naukovykh prats'. Luts'kyj natsional'nyj tekhnichnyj universytet, no.10(37), pp. 40-46.

4. Marhita N.O. and Bilonizhka U.Z. (2014) "Modern trends in the implementation of «green» logistics", Marketynh i menedzhment innovatsij, vol. 1, pp. 279-284.

5. Smyrnov I.H. and Kosareva T.V. (2008) Transportna lohistyka [The transport logistics], Tsentr uchbovoi literatury, Kyiv, Ukraine.

6. Velychko O.P. (2015) Lohistyka v systemi menedzhmentu pidpryiemstv ahrarnoho sektoru ekonomiky [Logistics in the system of management of enterprises in agrarian sector of economy], Aktsent PP, Dnipropetrovs'k, Ukraine.

УДК 631.3.077
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ENGINEERING SERVICE OF MACHINERY FOR FORESTRY WORK IN FORMATION OF SEATS CLEARINGS

Tanaś Wojciech, Doctor of Technical Science, Professor
University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland

In the forestry sector of our country a considerable part of lacoultre Fund is cutting. Despite many years of experience of tree-planting works, the problem of recovery of the forest clearings remains one of the most difficult tasks in forestry.

The basis for the rational recovery of forest plantations on clearcuts is to prepare the soil, providing optimal conditions for the survival and growth of seedlings and saplings of forest species. It is necessary to create optimal water regime on drained soils, to prevent excessive entry of moisture to the root system of plants in waterlogged soils to reduce competition from herbaceous vegetation.

Reforestation of clearings expensive process. The most energy-and labor-intensive when applied to current technology based on continuous linear execution of all types of work, is the grubbing of stumps and preparing the soil for planting. Moreover, the preliminary band or continuous grubbing of stumps is a prerequisite to ensure the mechanization of the following technological operations.

Existing domestic and foreign experience shows that to reduce material and labor costs, to reduce to a minimum the harmful environmental effects of the use of mechanized methods for preparing seats, and at the same time to increase the level of mechanization of technological operations, is possible if you follow the path of the wide use of machines and tools of discrete.

In this case, is not required lane clearing and logging slash areas located in the plains, and in mountain forests does not reduce the fertility of the soil, virtually eliminates the risk of water erosion, etc.

More positive results can be obtained if done with the same setup at the same time preparing the ground and planting seedlings and saplings, for example, with closed root system.

To implement a discrete method of producing seats designed design universal gruntovogo guns with a combined working body, designed for mechanical preparation of discrete seats in micropaving (in areas of temporarily waterlogged soils) or micropolitan (for areas with drained soils), the formation of holes for planting of seedlings and saplings of forest species with the closed root system.

Development of new design universal gruntovogo work requires research related to the definition and optimization of the parameters of the combined working body, which ensures formation of discrete seats.

УДК 658.382
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

INVESTIGATION OF REGULARITIES OF ACCUMULATION OF OPERATIONAL DEFECTS IN STEEL STRUCTURES OF TRACTORS

Myhailo Motrich
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The modern approach to operational reliability of agricultural machines provides a periodic monitoring of the state of metal parts of the machine when the estimated size of the defects that arise and develop in the operation, in order to avoid the destruction of the metal construction. Having technological and operational defects requires systematic maintenance of mobile agricultural machinery in all phases of operation. The system approach is aimed at detecting defects in critical zones of metal structures (parts) with the highest probability of fatigue failure, determining the optimal duration of inter-repair periods, outlining the basic requirements for the availability of nodes to control their condition, increasing the likelihood of detecting defects in structural elements.

In this paper, in order to establish the patterns of accumulation of operational damage in steel structures, data was used on the existence of operational cracks in the array of parts of tractor's units. To detect cracks, a portable vibration eddies current flaw detector, developed by the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine together with the Institute for Problems of Strength of the National Academy of Sciences of Ukraine named G.S. Pisarenko was used in this paper.

In this portable defectoscope possibility is provided to switching the range of sensitivity and selectivity of the device, that is, you can detect cracks, the size of which is more than a certain value, which is especially important for defectoscopy of parts and aggregates of self-propelled agricultural machines.

This portable flaw detector has the ability to switch the range of sensitivity and selectivity of the device, it is possible to detect the cracks size of them larger dimensions are a certain size, which is especially important for flaw detections parts and components of self-propelled agricultural machines.

The results of the defectoscopic control regarding the presence of small cracks in the details of wheeled tractors of different years of release are presented in Fig.1. In general, defectoscopic control was performed on 1117 tractor parts, where 217 small cracks were detected.

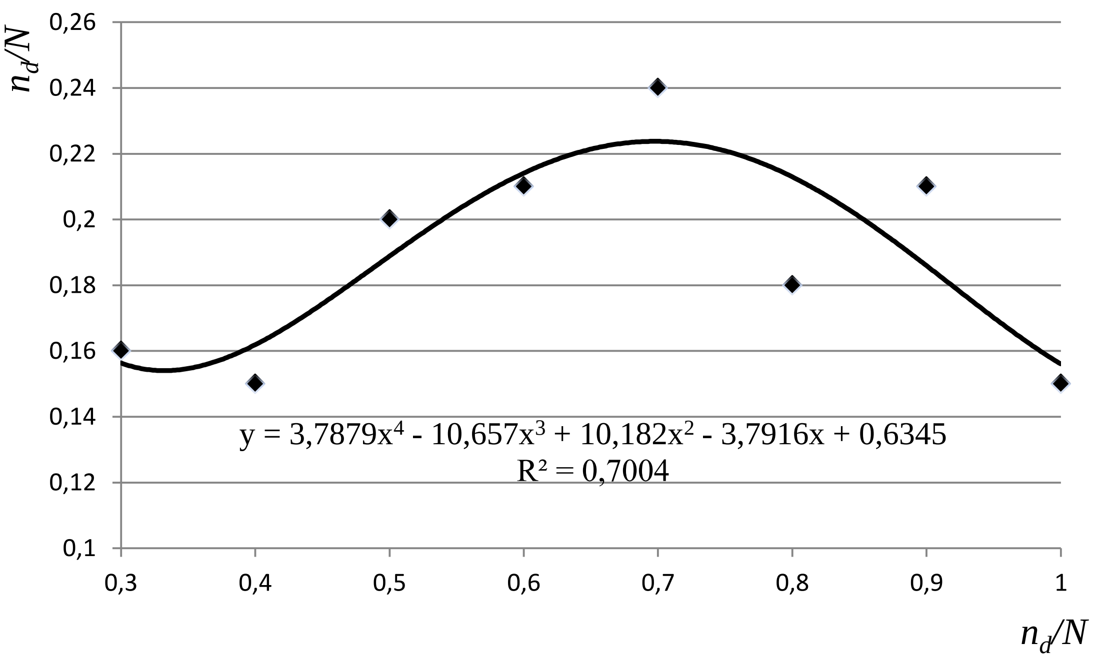


Fig. 1. Kinetics of intensity of occurrence of operational cracks in details of knots of wheeled tractors of different durability of operation

With the increase in the duration of operation due to the adverse effects of power and corrosion factors of the production environment, the degree of degradation of the structure of the material of metal structures (parts) increases, which leads to an increase in the intensity of the origin of fatigue and corrosion cracks. In fig. 1 shows a graph of intensity of occurrence of operational cracks with increasing durability of tractors, described the trend line (polynomial 4 degree) with the accuracy of approximation $R^2 = 0.70$.

The coordinates of the plot are as follows: the ordinate axis – the probability of occurrence of the critical state $P = n_d/N$ (the ratio of the number of cracks detected n_d in the total number of investigated details N, meaningful in terms of the limiting condition of operation safety); axis abscissa – relative longevity $D = t_{ex}/t_{base}$ (the ratio of the length of operation of tractors t_{ex} relative to the base t_{base}, which in the calculation is 17 years). Experimental data are described by the trend line of the polynomial type. Its equation and the accuracy of approximation R^2 are written in Fig. 1.

From Fig. 1 shows that the kinetics of the intensity of the origin of operational cracks in an array of tractor parts is not monotonic and is characterized by a maximum, which is in the range of 0.6-0.7 relative durations of operation, that is, about 11-13 years. Consequently, this indicator can serve as a criterion for the discontinuation of the tractor operation, the flaw detection of parts in order to detect cracks and eliminate (replacement of defective parts). This maximum corresponds to the greatest probability of sudden destruction of tractor units and the creation of emergency situations on mechanized or transport jobs.

УДК 631.17; 633.521
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСУ ДВОБАРАБАННОГО ОБЧІСУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

О. В. Козаченко, д.т.н. проф.
А. Пахучий, к.т.н., доц.
А. Солоницький
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Раціональне використання енергії в сучасних сільськогосподарських машинах і агрегатах, які застосовують в технологічних процесах виробництва продукції рослинництва, на сьогодні являє собою актуальну проблему. Насамперед це стосується енергоємної техніки, зокрема, для збирання зернових культур методом обчісування рослин на корені. Такий спосіб збирання використовують у сучасних прогресивних технологіях виробництва сільськогосподарських культур завдяки перевагам у порівнянні із традиційними підходами, а саме, підвищенню продуктивності та зменшенню енерговитрат на виконання процесу. При цьому характерною особливістю процесу збирання врожаю є можливість залишати на полі стеблову частину рослин, що дозволяє вирішувати проблему вітрової та водної ерозії та накопичення вологи у поверхневих шарах ґрунту.

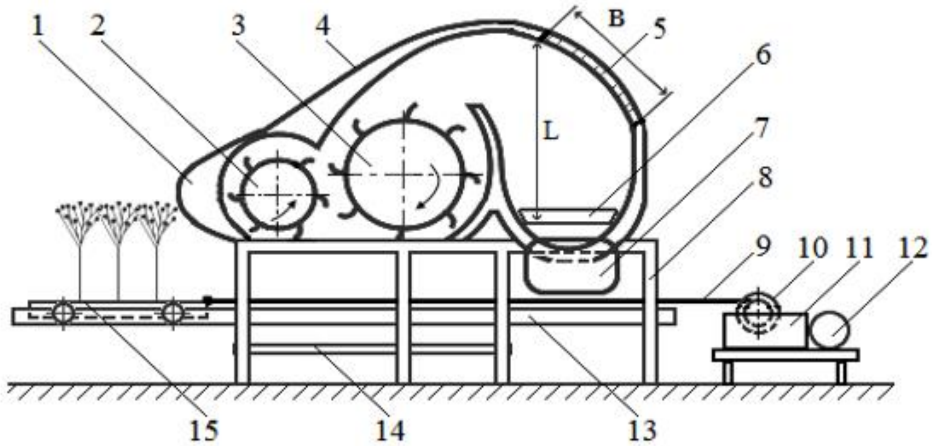
Метою даного дослідження стало вивчення процесу обчісування рослин льону олійного двобарабанним обчісувальним пристроєм в лабораторних умовах та аналіз витрат енергії на виконання технологічного процесу. Обраний методологічний підхід можна пояснити наступним чином. Необхідною умовою при створенні та удосконаленні жниварок обчісувального типу є їх випробування в умовах реальної експлуатації. Для сільськогосподарської техніки, в тому числі й обчісувальних жниварок, які використовуються сезонно впродовж невеликого проміжку часу, отримання результатів необхідної точності є можливим тільки за період двох-трьох сезонів. Це значно подовжує строки випробувань і уповільнює впровадження у виробництво перспективної техніки. Такий стан зумовлює необхідність розробки методичного супроводження та створення технічних пристроїв, що дозволяють здійснювати фізичне моделювання процесу обчісування рослин сільськогосподарських культур в лабораторних умовах.

З метою вивчення робочого процесу жниварки обчісувального типу для збирання насіння льону олійного авторами була розроблена і виготовлена лабораторна експериментальна установка, яка дозволяла проводити експериментальні дослідження і вивчати сутність технологічного процесу, якість роботи та енергомісткість процесу обчісування рослин льону олійного. Конструктивно-технологічна схема та загальний вид розробленої експериментальної лабораторної установки представлено на рисунку 1.

При включенні лабораторної установки рухоме поле 11 рухаючись з поступальною швидкістю назустріч обчісувальному барабану 5, який здійснює обертовий рух від приводу (на схемі не показано), в момент підводу рослин до нього гребінки 4 здійснюючи обертовий рух обчісують рослини, вивільняючи насіння та половисті фракції, які під дією інерції та повітряного потоку направляючого бітера-відбивача рухаються за траєкторією, що створює кожух 4 лабораторної установки. В зоні задньої частини пристрою, за рахунок встановлення повітряної сітки, відбувається часткова зміна (зменшення) швидкості та напрямку повітряного потоку, що зумовлює відведення через отвори повітряної решітки частинок обчісаного вороху з меншими аеродинамічними властивостями (половисті частки, пил, подрібнені стебла рослин тощо).

Методологічна схема реалізації процесу збирання здійснювалася наступним чином. Підготовлені рослини певного сорту льону закріплювали у спеціальних затискачах, що забезпечували відсутність виривання стебла під час взаємодії з гребінками обчісувального барабану експериментальної установки.

За допомогою вимірювальної лінійки рослини встановлювали на висоті відносно обтікача та барабану установки, що відповідала реальним умовам при збиранні культури обчісувальною жниваркою. Після проведення чергового експерименту визначали кількісний та якісний склад обчісаного вороху, який потрапляв до збирального лотка цільової фракції та втрат компонентів обчісаного вороху. При визначенні складу компонентів та їх кількісної характеристики з вороху виділялися обчісане гребінками барабана експериментальної установки насіння льону олійного, необчісані коробочки з насінням, лушпиння коробочок та часточки стебла рослин.



а

б

а – схема; б – загальний вигляд; 1 – обтікач; 2 – бітер-відбивач;
3 – обчісувальний барабан; 4 – верхній кожух; 5 – зона відводу повітря;
6 – лоток для відбору обчісаного вороху; 7 – пульт керування; 8 – рама;
9 – трос; 10 – барабан; 11 – коробка передач; 12 електродвигун; 13 – напрямні;
14 – лоток; 15 – рухоме поле

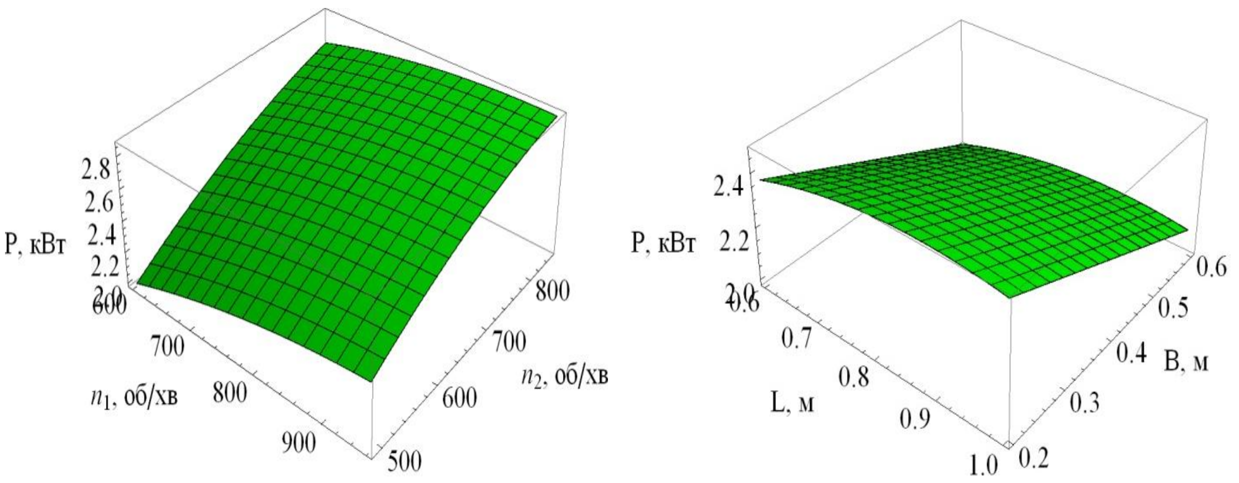
Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема (а) та загальний вид (б) експериментальної установка для дослідження процесу обчісування рослин.

Дослідження витрат енергії на процес обчісування насіння рослин льону олійного на лабораторній установці проводилась за чотирма факторами: частоти обертання бітера-відбивача n_1 та обчісувального барабана n_2, положення повітряної сітки L, ширина повітряної сітки B. Діапазони та рівні варіювання факторів представлені в таблиці 1. Експериментальні дослідження були проведені із застосуванням D-оптимального плану Бокса-Бенкіна другого порядку для 4 факторів із загальною кількістю дослідів – 27, повторність була прийнята триразова.

Таблиця 1

Рівні варіацій факторами експериментальних досліджень

Рівні варіацій факторів	Фактори			
	Частота обертання бітера-відбивача n_1, об/хв. (x_1)	Частота обертання очісувального барабана n_2, об/хв. (x_2)	Положення повітряної сітки L, м (x_3)	Ширина повітряної сітки B, м (x_4)
Верхній рівень (+)	960	920	1	0,6
Основний рівень (0)	780	670	0,8	0,4
Нижній рівень (–)	600	180	0,6	0,2
Інтервал варіацій факторів	180	250	0,2	0,2



а б

Рис. 2. Залежність середньої потужності, що споживається установкою P від: а – частоти обертання бітера-відбивача n_1 та обчісувального барабана n_2; б – положення повітряної сітки B та її ширини L при фіксованих значеннях (9)

Для кожного варіанту досліду було визначено середню потужність, що споживається установкою P та з використанням програмного пакету Wolfram

Mathematica проведено апроксимацію отриманих даних, в результаті якої встановлено залежність від факторів досліджень у наступному вигляді:

$$\delta_s = -3{,}23992 - 0{,}45\,B + 3{,}14757\,L - 1{,}45833\,L^2 + 0{,}00462077\,n_1 - \\ - 1{,}78586\cdot10^{-6}\,n_1^2 + 0{,}00762877\,n_2 - 0{,}00104167\,B\,n_2 - \\ - 0{,}00121528\,L\,n_2 - 1{,}54321\cdot10^{-6}\,n_1\,n_2 - 2{,}55824\cdot10^{-6}\,n_2^2. \quad (1)$$

З врахуванням мінімізації середньої потужності, що споживається установкою P отримано раціональні параметри першого наближення:

$$P = 1{,}98\ Вт,\ n_1 = 600\ об/хв.,\ n_2 = 490\ об/хв.,\ L = 0{,}6\ м.,\ B = 0{,}6\ м. \quad (2)$$

Фіксуючи почергово фактори досліджень на певному рівні згідно (2), побудовані на рисунку 2 графічні інтерпретації залежності (1).

Аналіз рисунка 2 вказує, що із збільшенням частоти обертання n_1 і n_2, а також із зменшенням ширини повітряної сітки B середня потужність, що споживається установкою, P збільшується. В свою чергу положення повітряної сітки L практично не впливає на зазначений критерій досліджень.

Вирішуючи задачу мінімізації споживаємої потужності P отримані раціональні конструктивно-технологічні параметри обчісувального пристрою: частота обертання бітера-відбивача $n_1 = 892$ *об/хв.*, частота обертання обчісувального барабана $n_2 = 652$ *об/хв.*, положення повітряної сітки $L = 0{,}62$ *м* і її ширина $B = 0{,}56$ *м*. При цьому потужність, що споживається експериментальною установкою, дорівнює $P = 2{,}7$ *кВт*.

Список літератури

1. Козаченко О. В. Проблеми ресурсозбереження у сільськогосподарських агрегатах: наукове видання. Харків. Торнадо, 2008. 272 с.

2. Oleksiy Kozachenko, Andriy Pahuchiy Modeling of Interaction with Plants Linseed Occupancy Drum TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2019. Vol. 19. No 1. P. 59–64.

3. Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., Dyakonov S., Bleznyuk O., Kadenko V. Results of numerical modeling of the process of harvesting the seeds of flax by a harvester of the stripping type. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 3(1-99). P. 66–74.

УДК 631.362.3
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ В ПОХИЛОМУ ПНЕВМОСЕПАРУЮЧОМУ КАНАЛІ

С. П. Степаненко, д.т.н, с.н.с.
І. С. Попадюк
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», смт. Глеваха, Україна

В похилому повітряному потоці якісне фракціонування зернового матеріалу можна досягти лише при швидкостях повітря $\upsilon_П$ близьких і більших швидкості витання $\upsilon_{вит}$ повноцінного зерна [1-3]. При цьому для поділу зернового матеріалу на важку (насіннєву), середню (фуражну) і легку (сміттєву) фракції в ПСК з кутом нахилу $\alpha_{ПСК}$ необхідно визначити раціональне положення кромки суміжної стінки між каналом і розділовою камерою (висоту H_B у верхній частині ПСК) [4, 5].

Для цього потрібно проаналізувати траєкторії руху компонентів зернового матеріалу, а саме рух частинок матеріалу, з урахуванням їх початкової швидкості u_1, коефіцієнта вітрильності k_p і швидкості $\upsilon_П$ повітряного потоку, розглянуто з припущеннями, що частинки не взаємодіють одна з одною, а повітряний потік рівномірний по перетину каналу (рис. 1).

Віднесемо початок обраної системи координат xOy в початкову точку O_1 потрапляння частки в повітряний потік і дослідимо рух тіла (частки зернового матеріалу) в проекціях на осі O_1x і O_1y. Отримаємо спрощену систему диференційних рівнянь:

$$\begin{cases} m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = -R \cdot \cos(\pi - \varphi) \\ m \cdot \frac{d^2y}{dt^2} = -R \cdot \sin(\pi - \varphi) + m \cdot g \end{cases} \tag{1}$$

З огляду на те, що компонент зернового матеріалу під час польоту в струмені повітряного потоку знаходиться долі секунди, припускаємо, що напрямок сили опору R незмінний, а відповідно, кут φ – постійний для спрощення подальших розрахунків. Крім того, абсолютний рух частинки в проекціях на осі координат xOy може бути представлено рівняннями:

$$\begin{cases} \frac{d\ \ x}{dt} = \vartheta_П \cdot \cos\beta + u_0 \cdot \cos(\pi - \varphi) \\ \frac{d\ \ y}{dt} = -\vartheta_П \cdot \sin\beta + u_0 \cdot \sin(\pi - \varphi) \end{cases} \tag{2}$$

де β – кут між віссю O_1x і напрямком швидкості повітряного потоку $\upsilon_П$, град.

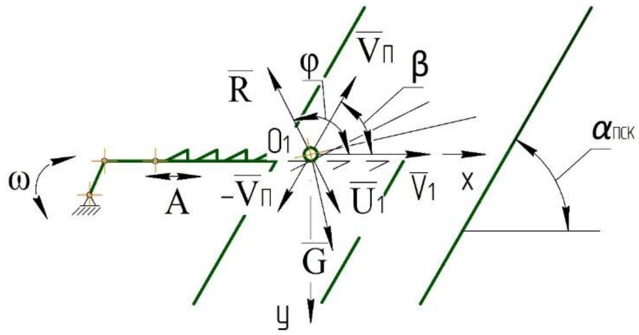


Рис. 1. Схема сил, що діють на рухому частку в похилому ПСК.

Визначивши із системи рівнянь (2) $u_0 \cdot \cos(\pi - \varphi) = \frac{dx}{dt} - \vartheta_{\Pi} \cdot \cos\beta$, $u_0 \cdot \sin(\pi - \varphi) = \frac{dy}{dt} + \vartheta_{\Pi} \cdot \sin\beta$ і підставивши отримані вирази в рівності (1) з урахуванням формули $R = mk_p u_1^2 = mk_p(\vartheta_1 - \vartheta_{\Pi})^2$, а також вважаючи, що $\frac{dx}{dt} = \mathrm{X}(t)$ і $\frac{dy}{dt} = Y(t)$, отримаємо систему лінійних диференційних рівнянь першого порядку:

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} - k_p \cdot u_0 \cdot (X(t) - \vartheta_{\Pi} \cdot \cos(\beta)) \cdot \cos(\varphi) = 0 \\ \frac{dY}{dt} + k_p \cdot u_0 \cdot (Y(t) - \vartheta_{\Pi} \cdot \sin(\beta)) \cdot \sin(\varphi) - g = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Рішення даної системи рівнянь полягає у знаходженні функцій *$u_0(t)$, $X(t)$, $Y(t)$*, відповідно у вигляді рядів по *t*. Тоді параметричні рівняння траєкторії руху частинок в повітряному потоці похилого ПСК запишемо у наступному вигляді:

$$\begin{cases} x(t) = \dot{x}_0 \cdot t + k_p \cdot u_{01} \cdot (\dot{x}_0 - \vartheta_{\Pi} \cdot \cos(\beta)) \cdot \cos(\varphi) \cdot \frac{t^2}{2} \\ y(t) = \dot{y}_0 \cdot t + \left(g - k_p \cdot u_{01} \cdot [\dot{y}_0 - \vartheta_{\Pi} \cdot \sin(\beta)] \cdot \sin(\varphi)\right) \cdot \frac{t^2}{2} \end{cases} \quad (4)$$

де *x(t), y(t)* – значення координат траєкторії руху частинки при певному фіксованому часі *t*, м;

$\dot{x}_0$, $\dot{y}_0$ – складові початкової швидкості надходження частки зернового матеріалу в повітряний потік на координатні осі xO_1y, м/с;

u_1 – відносна швидкість частинки в момент її надходження в повітряний потік, м/с.

Слід також зауважити, що початкові умови $\dot{x}_0$, $\dot{y}_0$ швидкості надходження частки в повітряний потік визначаються наступними виразами:

$$\dot{x}_0 = \vartheta_{01} \cdot \sin(\pi - \alpha_2) = \vartheta_{01} \cdot \sin(\alpha_2),$$
$$\dot{y}_0 = -\vartheta_{01} \cdot \cos(\pi - \alpha_2) = \vartheta_{01} \cdot \cos(\alpha_2).$$

де ϑ_{01} – початкова швидкість надходження частки зернового матеріалу в повітряний потік, м/с; α_2 – кут між віссю O_1y і напрямком початкової швидкості надходження частки зернового матеріалу в повітряний потік ϑ_{01}, град.

Відносна швидкість ϑ_{01} частки в момент надходження її в повітряний потік визначається за теоремою косинусів у наступному вигляді:

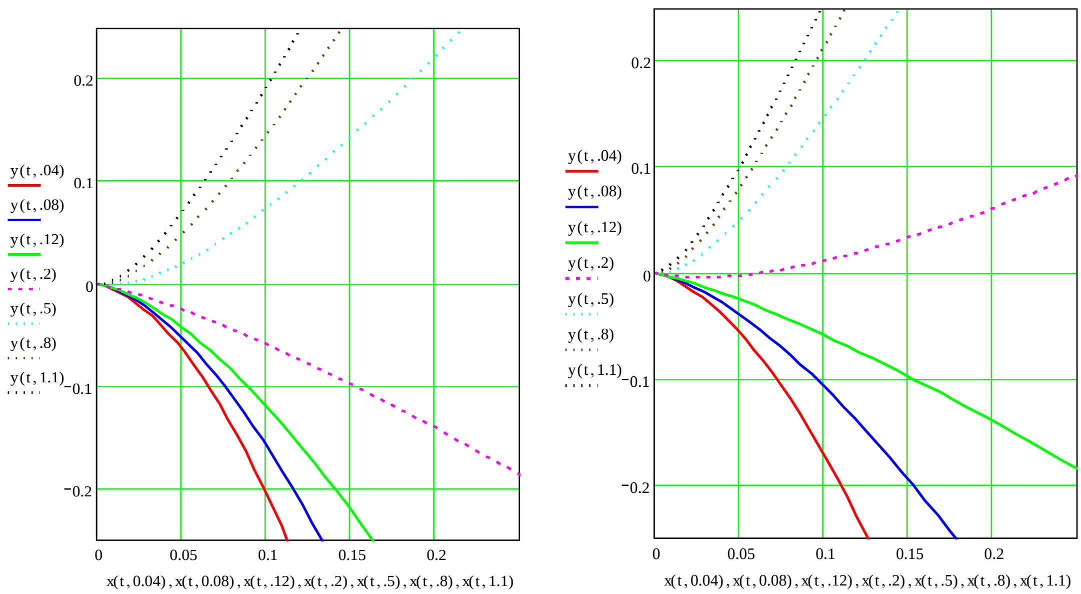
$$u_{01} = \sqrt{\vartheta_{01}^2 + \vartheta_{\Pi}^2 - 2 \cdot \vartheta_{01} \cdot \vartheta_{\Pi} \cdot cos(\beta - \alpha_2 + 90)} \quad (5)$$

Тоді проекції на осі координат xO_1y абсолютного переміщення частинки зернового матеріалу в повітряному потоці похилого ПСК виражаються наступними залежностями:

$$\begin{cases} x(t) = \vartheta_{01}\cdot\sin(\alpha_2)\cdot t + k_p\cdot\sqrt{\vartheta_{01}^2 + \vartheta_{\Pi}^2 + 2\cdot\vartheta_{01}\cdot\vartheta_{\Pi}\cdot sin(\beta-\alpha_2)}\cdot \\ \qquad\cdot(\vartheta_{01}\cdot\sin(\alpha_2) - \vartheta_{\Pi}\cdot\cos(\beta))\cdot\cos(\varphi)\cdot\frac{t^2}{2} \\ y(t) = \vartheta_{01}\cdot\cos(\alpha_2)\cdot t + \left(\begin{matrix} g - k_p\cdot\sqrt{\vartheta_{01}^2 + \vartheta_{\Pi}^2 + 2\cdot\vartheta_{01}\cdot\vartheta_{\Pi}\cdot sin(\beta-\alpha_2)}\cdot \\ \cdot[\vartheta_{01}\cdot\cos(\alpha_2) - \vartheta_{\Pi}\cdot\sin(\beta)]\cdot\sin(\varphi) \end{matrix}\right)\cdot\frac{t^2}{2} \end{cases} \quad (6)$$

Слід відзначити, що система рівнянь (6) складається з параметричних рівнянь траєкторії руху частинки. Залежності наведені в зручній формі для використання в практичних розрахунках і фактично дозволяють прогнозувати політ частинок зернового матеріалу, які відрізняються коефіцієнтом вітрильності k_p, в залежності від початкових умов ϑ_{Π}, ϑ_{01}, α_2, β, та обґрунтувати схему робочих органів машини для очищення зерна з метою вибору раціональних конструкційно-технологічних параметрів. Виходячи з цього, систему (6) розв'язували за допомогою пакета прикладних програм з урахуванням швидкості повітря ϑ_{Π}, яка дорівнює швидкості вітання $\vartheta_{\text{віт}}$ повноцінного зерна, в ПСК з кутом нахилу $\alpha_{\text{ПСК}} = 70^{\circ}$, частоті вібрацій живильника $n_{\text{ЖВ}} = 16\ \text{с}^{-1}$ на рис. 2 наведені траєкторії руху компонентів зернової матеріалу.

З рис. 2 видно, що на форму траєкторії частки в похилому ПСК найбільше впливає величина коефіцієнта вітрильності k_p, швидкість ϑ_{01} і кут α_2 введення її в канал, а також швидкість повітря ϑ_{Π} в ПСК.



а) б)

Рис. 2. Траєкторії руху компонентів зернового матеріалу, що відрізняються коефіцієнтом вітрильності k_p, в похилому ПСК при швидкості повітряного потоку $\vartheta_{\Pi} = 7{,}0$ м/с (а), і 9,0 м/с (б):

- повноцінне зерно; - - - - фуражне зерно; ------- - сміттєві домішки.

На наведених залежностях межа руху засмічених пилоподібних домішок обмежена висхідними траєкторіями з коефіцієнтами вітрильності $k_p = 1{,}11 - 4{,}41\ \text{м}^{-1}$, а траєкторії руху повноцінних зерен, що мають максимальні швидкості витання $\vartheta_{\text{віт}}$ і сходять з віброживильника, спрямовані вниз і відповідають коефіцієнтам вітрильності $k_p = 0{,}07 - 0{,}12\ \text{м}^{-1}$.

Фуражне зерно, що має в більшості випадків мінімальну швидкість витання $\vartheta_{\text{віт.мін.}} = (0{,}5 - 0{,}6) \cdot \vartheta_{\text{віт.п.з}}$ від повноцінного зерна, з коефіцієнтами вітрильності $k_p = 0{,}8 - 0{,}56\ \text{м}^{-1}$ та $k_p = 0{,}49 - 0{,}34\ \text{м}^{-1}$ має спрямовані вгору траєкторії руху при відповідних значеннях швидкості повітря $\vartheta_{\Pi} = \vartheta_{\text{віт.мін.}} = 7{,}0$ та $9{,}0$ м/с.

Траєкторії руху повноцінних зерен основних зернових культур (пшениця, жито, ячмінь) з коефіцієнтами вітрильності $k_p = 0{,}2 - 0{,}123\ \text{м}^{-1}$, що мають мінімальну швидкість витання в діапазоні 7,0...9,0 м/с [5-8] криві спрямовані вгору при швидкості повітряного потоку ϑ_{Π}в ПСК 7,0...9,0 м/с відповідно. При цьому слід зауважити, що повноцінні зерна з $\vartheta_{\Pi} = \vartheta_{\text{віт.мін.}}$ досягають внутрішньої стінки ПСК і рухаються в подальшому вгору по ній з деяким уповільненням.

Таким чином, теоретичні дослідження, спрямовані на забезпечення підвищення ефективності технологічного процесу пневмосепарації та дозволили визначити основні параметри конструкційного виконання каналу сепаратора.

Список літератури

1. Степаненко С. П., Котов Б. І. Дослідження закономірностей руху компонентів зернового матеріалу під час пневмогравітаційного фракціонування у вертикальному каналі. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2018. Вип. №7 (106). С. 82–89.

2. Stepanenko S. P. Research pneumatic gravity separation grain materials. Mechanization in Agriculture, conserving of the resources: International Scientific Journals of Scientific Technical Union of Mechanical Engineering “Industry 4.0”. Bulgarian, 2017. Vol. 63. Issue 2. P. 54–56.

3. Б. І. Котов, Р. А. Калініченко, С. П. Степаненко, В. О. Швидя, В. О. Лісецький. Моделювання технологічних процесів в типових об’єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилювання, охолодження): монографія. Ніжин. Видавець ПП Лисенко М. М. 2017. 552 с.

4. Stepanenko S. P., Kotov B. I. Pneumonitis fractionation of grain materials in air streams of variable structure. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2. P. 69–74.

5. Степаненко С. П., Котов Б. І., Калініченко Р.А. Дослідження руху частинок зернового матеріалу у вертикальному каналі за умов дії пульсацій повітряного потоку. Сільськогосподарські машини. 2021. Вип. 47. С. 25–37.

6. V. Adamchuk, V. Bulgakov, I. Gadzalo, S. Ivanovs, S. Stepanenko, I. Holovach, Y. Ihnatiev. Theoretical study of vibrocentrifugal separation of grain mixtures on a sieveless seed-cleaning machine. Journal of Latvia University of Life Sciences and Technologies. Rural Sustainability Research. 2021. Vol. 46(341). P. 116–124. https://doi.org/10.2478/plua-2021-0023.

7. Степаненко С. П., Котов Б. І., Попадюк І. С. Дослідження процесу пневмовібраційного поділу зерна за густиною під час одномірного переміщення зернового потоку. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2021. Вип. №14 (113). С. 77–87. https://doi.org/10.37204/0131-2189-2021-14-8.

8. Stepanenko S. P., Kotov B. I., Spirin A. V., Kucheruk V. Yu. Scientific foundations of the movement of components of grain material with an artificially formed distribution of air velocity. Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». 2022. № 1(105)/2022. P. 43–57. https://doi.org/10.31489/2022PH1/43-57.

УДК 631.372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАЛОГАБАРИТНИХ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Р. Г. Шкарівський
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Тривалий час в структурі валової продукції сільського господарства важливе місце займають селянські господарства. Продуктивність праці в таких господарствах, як і в інших типах господарств залежить від рівня використання засобів механізації, основою яких є мобільні енергетичні засоби (МЕЗ) різних тягових класів і конструкції. Однак, за даними науковців, найвищий економічний ефект, в таких господарствах, можуть принести малогабаритні МЕЗ. Експлуатація таких машин має певні особливості, що вимагає виконання ґрунтовного аналізу цих особливостей з метою подальшого вдосконалення як конструкцій машин, так і способів їх агрегатування.

Метою досліджень даної роботи є встановлення основних особливостей експлуатації малогабаритних МЕЗ.

Для особистих селянських господарств, як одного з головних сегментів формування валової продукції сільського господарства найбільш прийнятним шляхом вирішення проблеми технічного забезпечення є впровадження МТА на базі малогабаритних МЕЗ, які включають дві групи машин, а саме:

- машини, переміщення і керування якими здійснюється елементами їх ходової частини (колісної, або гусеничної);

- машини, переміщення і керування якими здійснюється як елементами їх ходової частини, так і людиною (її опорно-рушійним апаратом).

Перша група машин представлена малогабаритними тракторами. Їх робота і агрегатування подібні до стандартних тракторів з урахуванням габаритних і масових характеристик. Енергія в таких машинах створюється двигуном і спрямовується на подолання опору перекочуванню, тягового опору знаряддя, або машини і на керування.

Друга група машин – мотоблоки і мотокультиватори (МЕЗ з колісною формулою 2К2). Їх робота і агрегатування базуються на поєднанні енергії створеної двигуном і мускульної енергії людини. У випадку дотримання задовільних умов агрегатування енергія двигуна використовується на переборювання опору перекочуванню, тягового опору на гаку, а мускульна енергія людини спрямовується на підтримання робочого положення та на керування. У випадку не дотримання задовільних умов агрегатування витрати енергії всієї системи зростають. Оскільки двигун виробляє фіксовану кількість енергії, то її нестача, необхідна для забезпечення виконання технологічного процесу відбирається від опорно-рушійного апарату людини (підпирання, підіймання, підтримування агрегату, забезпечення заданого напрямку руху тощо). Розмір цієї нестачі істотно залежить від характеристик агрегату та способу агрегатування і визначає ступінь стомлювання оператора і зниження продуктивності праці.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що малогабаритні МЕЗ діляться на дві групи - машини, переміщення і керування якими здійснюється елементами їх ходової частини та машини, переміщення і керування якими здійснюється як елементами їх ходової частини, так і людиною. Якщо агрегатування машин першої групи, за основними принципами, подібне до повнорозмірних енергозасобів, то машини другої групи вимагають перегляду умов агрегатування і розробки окремих поринципів агрегатування та технічних рішень для їх здійснення.

УДК 633.63.631.171.12
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

СУЧАСНА ВІТЧИЗНЯНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ БУРЯКІВ КОРМОВИХ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М. П. Волоха, д.т.н., с.н.с.
В. М. Балан, д.с.г.н., с.н.с.
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, м. Київ, Україна

Невідкладний розвиток тваринництва, особливо великої рогатої худоби, потребує значної кількості соковитих кормів, серед яких одними з найкращих є коренеплоди як і листкова маса буряків кормових, яка за вмістом сухої речовини не значно поступається коренеплодам, але в ній міститься більше протеїну, клітковини, коротину та вітаміну С. Проте виробництво насіння цієї важливої сільськогосподарської культури не відповідає зростаючому попиту тваринників.

Відомі висадкові способи вирощування насіння буряків кормових, коли у перший рік висівають насіння й збирають маточні коренеплоди, які після зимового зберігання використовують для садіння з метою одержання насіння [1, 2], а також технології вирощування насіння буряків кормових безвисадковим способом [3, 4].

Досліди проводили в ДП ДГ «Шевченківське» ІБКіЦБ НААН Тетіївського району Київської області (2018-2020 рр., сорт Веселка). Схема досліду передбачала вивчення вирощування маточників і насінників за:

1) звичайною технологією (контроль), яка включала вирощування маточників за весняної сівби з шириною міжряддя 45 см і нормою висіву насіння 15-20 шт/м, зберігання маточників у тимчасових чи стаціонарних сховищах, посадку їх весною з площею живлення 70×20 - 70×35 см;

2) удосконаленою безвисадковою технологією, що включає:

- сівбу в першій декаді травня насіння буряків одночасно з насінням покривної культури, яке засипають в ємності для туків бурякових (овочевих) сівалок за ширини міжряддя 60 см, норми висіву насіння буряків 50-60 шт/м, покривної культури (кукурудзи) – 8-12 шт/м рядка;
- догляд за підпокривними посівами (міжрядні рихлення);
- терміни збирання покривної культури (рекомендовані для даної зони й залежно від цілі використання);
- за настанням стійкого похолодання – підгортання рослин землею з одночасним підживленням добривами з розрахунку $N_{40–50}$ $P_{60–90}$ $K_{30–50}$ кг/га д.р. лапами-підгортачами просапних культиваторів УСМК-5,4Б чи КОЗР-5,4 з таким розрахунком, аби шар землі над головками коренеплодів не перевищував 6-8 см, а листки були вкриті не більше, ніж на половину висоти;

- після перезимівлі вносили локально азотні добрива із розрахунку N_{80-120} кг/га д.р. і боронували посіви важкими чи середніми боронами поперек рядків або по діагоналі, а у фазі добре розвиненої розетки агрегатом у складі ЮМЗ-7071+УСМК-5,4Б вносили в міжряддя азотно-фосфорні добрива із розрахунку $N_{20–30}$ $P_{40–60}$ кг/га д.р.;

- у період масового стеблування (висота насінників 40-50 см) проводили чеканку, тобто механізоване зрізування верхівок стебел на 5-10 см жаткою КС-2,1;

- у період цвітіння насінників – дво-триразове механізоване додаткове запилення (ДЗ).

Різні способи посіву маточників впливають на показники росту рослин. За весняної підпокривної сівби після збирання покривної культури рослини буряків мали добре розвинений листковий апарат витягнутої форми з невеликими коренеплодами. Як показав аналіз проб рослин перед збиранням, фракція коренеплодів 10-25 г була основною (80%). При цьому в коренеплодів, що були вирощені під покривом кукурудзи, в середньому за три роки також був більшим вміст сухої речовини (20-22%) та цукру (16-17%). Згідно з методикою ІБКіЦБ збереженість рослин у зимовий період визначали весною по кількості живих рослин на визначеному відрізку рядка, на контролі - після зберігання в сховищах (кагатах). У середньому за три роки збереженість рослин за вдосконаленою технологією становила 93%, на контролі - 87%. Збереженість по роках була наступною: у 2018 р. - 89%, 2019 - 94%, 2020-96%, на контролі - 87%, 96 і 78% відповідно.

Динаміка густоти стояння рослин була наступною: в середньому за три роки густота стояння за підпокривної сівби після сходів становила 226 тис/га, перед зимівлею – 210 тис/га, після перезимівлі – 182 тис/га, перед збиранням – 180 тис/га. Дещо більше випадання рослин за підпокривної сівби в період від повних сходів до зимівлі обумовлено довжиною вегетаційного періоду на протязі якого відбувається самозрідженість рослин в боротьбі за виживання та травмуванням рослин під час збирання покривної культури, а також де-яким пригніченням рослин покривною культурою. Проте завдяки високій збереженості рослин у зимовий період густота стояння рослин перед збиранням була в межах 177-180 тис/га. Таким чином, один із важливих показників безвисадкової технології вирощування насіння буряків – отримання оптимальної густоти стояння – успішно здійснюється за весняної підпокривної сівби. Більш інтенсивний ріст і розвиток насінників за підпокривної сівби обумовили підвищення врожаю та якості насіння (табл. 1).

Як видно із наведених даних, в середньому за 2018–2020 рр. за вдосконаленої технології збереженість рослин у зимовий період підвищилась на 6%, що забезпечило густоту стояння перед збиранням 180 тис/га, урожайність насіння підвищилась на 04 т/га, схожість – на 7%, маса 1000 клубочків – на 1,5 г порівняно із звичайною технологією.

Таблиця 1

Ефективність сучасної технології вирощування насіння буряків кормових (ДП ДГ «Шевченківське» ІБКіЦБ, середнє за 2018-2020 рр., сорт Веселка)

Показники	Звичайна технологія - контроль	Сучасна безвисадкова технологія
Збереженість у зимовий період, %	87	95
Густота стояння перед збиранням, тис/га	25,7	180
Урожайність насіння, т/га	1,5	1,9
Схожість, %	85	92
Маса 1000 клубочків, г	14,7	16,2

Впродовж 2019-2020 рр. проводили виробничу перевірку вдосконаленої технології вирощування насіння буряків кормових, яка повністю підтвердила дані польових дослідів. У середньому за два роки збереженість у зимовий період становила 95% (на контролі 87%), урожайність насіння – 1,9 т/га (на контролі 1,5 т/ га), схожість – 92% (на контролі – 87%), маса 1000 клубочків – 16,2 г (на контролі 14,8 г), а собівартість насіння зменшилась з 9654,6 грн/т (контроль) до 4120 грн/т (за вдосконаленою технологією), прибуток від реалізації насіння склав, відповідно, 2337 і 7963 грн/га.

За рахунок додаткової листкової маси буряків підвищується загальна врожайність зеленої маси кукурудзи, яка становила в середньому за два роки 7,5 т/га, а прибуток від вирощування зеленої маси кукурудзи становив 1170 грн/га. В цілому ж сумарний прибуток за вдосконаленої технології складає 9133 грн/га, що в 3,9 більше, ніж на контролі.

Висновки

1. Встановлено, що у Центральному Лісостепу України цілком можливе вирощування насіння буряків кормових за безвисадкової технології шляхом весняної сівби під покрив кукурудзи.

2. За весняної підпокривної сівби безвисадкові насінники набувають нових біологічних ознак. Завдяки подовженому вегетаційному періоду до настання стійкого похолодання формуються дещо більші за масою, з добре розвиненим листковим апаратом дерев'янисті коренеплоди, які характеризуються підвищеним вмістом сухих речовин (20–22%) та цукру (16–17%). Ці біологічні особливості, а також покращення мікроклімату поля завдяки залишеній після збирання покривної культури стерні, сприяють підвищенню збереженості безвисадкових насінників у зимовий період. За роки дослідження збереженість рослин становила 89–96%, що забезпечило густоту стояння рослин перед збиранням 177–180 тис/га.

3. За вдосконаленої технології врожайність насіння була в межах 1,6–2,2 т/га (на контролі 1,2–1,8 т/га); схожість — 90–94% (на контролі 84–88%), маса 1000 клубочків — 16,0–16,4 г (на контролі 14,6–15,0 г).

4. Виробнича перевірка сучасної вдосконаленої технології повністю підтвердила дані польових дослідів. В середньому за 2019–2020 рр. урожайність насіння становила 1,9 т/га (на контролі — 1,5 т/га), його собівартість зменшилась у 2,3 рази порівняно з контролем, прибуток від реалізації насіння склав 7963 грн/га проти 2337 грн/га на контролі. Сумарний прибуток, завдяки в т.ч. прибутку від зеленої маси кукурудзи, склав 9133 грн/га, що в 3,8 рази більше, ніж на контролі.

Список літератури

1. Балагура О. В., Балан В. М., Волоха М. П. Прискорене розмноження сортів і гібридів буряків кормових. Наукові доповіді НУБіП України. 2019. № 5. С. 4–6.

2. Балан В. М., Балагура О. В., Волоха М. П. Адаптивна технологія вирощування маточників і насінників буряків кормових. Біоенергетика. 2020. № 1(15). С. 21-23.

3. Балан В. М., Тарабрин О. Є., Корнейчук А. В. Биология и агротехника безвысадочных семенников корнеплодных культур в орошаемых условиях юга Украины. Київ. Нора-принт. 2001. 350 с.

4. Балан В. М., Балагура О. В., Доронін В. А., Орлов С. Д., Волоха М. П., Фурса А. В. Технологія вирощування насіння буряків кормових у Центральному Лісостепу України. Методичні рекомендації. Київ. ІБКіЦБ НААН. 2021. 50 с.

УДК 631.372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

УТОЧНЕННЯ ГОЛОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТИПАЖУ МЕЗ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Одним з основних чинників ефективності роботи господарств різних розмірів і форм землекористування є їх забезпеченість високоефективними мобільними енергетичними засобами (МЕЗ), які повинні випускатись тракторобудівними підприємствами згідно з діючою класифікацією покликаною передбачити і задовольнити вимоги споживача та дати базу заводам сільськогосподарського машинобудування для створення комплексів машин і знарядь, які необхідні для комплектування машинно-тракторних агрегатів.

Як відомо класифікація МЕЗ, яка з одного боку є нормативним документом для виробника тракторної техніки і каталогом-довідником для заводів сільськогосподарського машинобудування та споживача цієї техніки з другого боку, концентрується у типорозмірному ряді. Побудова типорозмірного ряду ґрунтується на головних параметрах.

Дотепер можна виділити три головних параметри, за якими здійснювалися спроби обґрунтування типорозмірних рядів МЕЗ сільськогосподарського призначення, а саме:

- ✓ номінальне тягове зусилля;
- ✓ потужність встановленого двигуна;
- ✓ та річне завантаження.

В якості головного класифікаційного параметра для типорозмірного ряду енергозасобів сільськогосподарського призначення сьогодні є номінальне тягове зусилля. Однак, враховуючи вимоги до мобільних енергетичних засобів, які висуваються сучасними технологіями та зважаючи на обмеженість використання такої класифікації тільки на теренах держав, які утворилися після розпаду СРСР, можна стверджувати, що діюча класифікація не виконує своїх функцій.

Останнє спонукало до пошуку інших, або додаткових головних параметрів для побудови одно-, або багатопараметричного типорозмірного ряду мобільних енергетичних засобів.

Метою досліджень є уточнення переліку головних параметрів для характеристики типорозмірного ряду МЕЗ сільськогосподарського призначення. Дослідження проводились шляхом аналізу впливовості різних параметрів на характеристики енергозасобів та їх стабільності в межах можливих класів типорозмірного ряду.

В результаті досліджень встановлено, що з метою забезпечення найбільшої інформативності про мобільні енергетичні засоби, яка вміщена в головних параметрах їх типорозмірного ряду останній може бути представлений як багатопараметричний, головними параметрами якого доцільно прийняти:

- ➢ номінальне тягове зусилля,;
- ➢ потужність встановленого двигуна;
- ➢ рівень універсальності.

Ці параметри дадуть уяву про тягові можливості енергозасобу, його енергетичний потенціал і наявність технічних засобів для їх реалізації.

Таким чином, типорозмірний ряд МЕЗ сільськогосподарського призначення, як основу їх класифікації, доцільно будувати багатопараметричним з трьома головними параметрами, а саме: тягове зусилля, потужність встановленого двигуна та рівень універсальності.

УДК 631.22.014:636.084.74
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НЕРІВНОМІРНОСТІ І ТОЧНОСТІ ДОЗУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗДАВАЧА-ДОЗАТОРА КОМБІКОРМІВ

В. І. Банга, к.т.н, доц.
Львівський національний університет природокористування, смт. Дубляни, України

На точність і нерівномірність видачі впливають як фізико-механічні характеристики комбікормів, так і конструктивно-технологічні й режимні параметри роздавача-дозатора. Для прийняття рішення про відповідність роздавача-дозатора зоотехнічним вимогам необхідно дослідити його нерівномірність видачі, яку оцінювали коефіцієнтом варіації ν, ймовірність перебування випадкового процесу дозування комбікорму в межах технологічного допуску P_Δ та відносну тривалість δ перевищення цього допуску Δ і точність дозування $\delta_д$.

Для дослідження нерівномірності видачі індивідуальним роздавачем-дозатором використовували вимірювач потоку сипких матеріалів.

Дозатори для роздавання кормових сумішей згідно з [1] повинні забезпечити видачу визначеної кількості корму з заданим відхиленням Δ = 1…15 % (залежно від виду і призначення суміші). Тому, щоб визначити придатність дозатора до роботи, необхідно знати не тільки його продуктивність та коефіцієнт варіації для тих регулювань, які є на відповідному матеріалі, але й зміну накопиченої маси та її відхилення Δ (%) у функції часу. Неправильно вибраний розмір проб призводить до заниження або завищення показника нерівномірності видачі комбікорму.

Аналіз літературних джерел [1, 2] свідчить про те, що у різних авторів оцінка якості дозувальних пристроїв проводилась стосовно проб, відібраних за 1, 2, 3, 5, 10...60 с.

Інтервал часу відбору проб не перевищував 10 с. Відібрану порцію комбікорму зважували і підраховували фактичну середню продуктивність дозатора в даному досліді. Дослідження проводили в триразовій повторності. Для точного розрахунку середньоквадратичної похибки рекомендується вибрати не менше 60 ординат випадкового процесу [3]. Показники середньоквадратичної похибки, коефіцієнт варіації, ймовірність перебування випадкового процесу в межах технологічного допуску та відносну тривалість перевищення поля цього допуску визначали за методиками [2, 3, 5]. Технологічний допуск Δ на дозування комбікормів ми прийняли як допуск на приготування кормових сумішей. Відхилення від середнього значення дози комбікормів не повинно перевищувати згідно з [2] $\Delta = \pm 3$ %.

Середньоквадратичну похибку розраховували за формулою [3, 4, 5]:

$$S = \pm\sqrt{\sum_{i=1}^{m}\frac{\left(y_i - \bar{y}\right)^2}{m-1}}\quad, \tag{1}$$

де S – середньоквадратична похибка продуктивності дозатора, кг/с; y_i – біжуче значення продуктивності при i–му замірі (i=1, 2, 3...m), кг/с; $\bar{y}$ – середнє значення продуктивності дозатора в m пробах, кг/с; m – кількість ординат, прийнятих для розрахунку, шт.

Нерівномірність видачі комбікорму оцінювали коефіцієнтом варіації, який визначали за формулою [3]:

$$\nu = \frac{S}{\bar{y}}\cdot 100, \tag{2}$$

де ν – коефіцієнт варіації, %.

Ймовірність перебування випадкового процесу дозування комбікормів в межах технологічного допуску Δ аналітично визначали за формулою [3]:

$$P_{\Delta} = 2\cdot\Phi\left(\frac{\Delta}{\nu}\right), \tag{3}$$

де Φ – функція Лапласа, приймається залежно від числового значення $\frac{\Delta}{\nu}$ [6]; Δ – технологічний допуск на дозування комбікормів %, 2 – означає симетричність допуску відносно середнього значення продуктивності дозатора.

Відносну тривалість перевищення поля технологічного допуску Δ визначали за формулою [4]:

$$\delta = 1 - 2\cdot\Phi\left(\frac{\Delta}{\nu}\right). \tag{4}$$

Точність дозування роздавача-дозатора визначали за допомогою показника $\delta_{д}$, який відображає відхилення заданої продуктивності $Q_{зад}$ від отриманого середнього значення $\bar{y}$ продуктивності, і розраховували за формулою [2]:

$$\delta_{д} = \frac{Q_{зад} - \bar{y}}{Q_{зад}}\cdot 100, \tag{5}$$

де $\delta_{д}$ – точність дозування автоматизованим індивідуальним роздавачем-дозатором, %; $Q_{зад}$ – задана продуктивність роздавача-дозатора, кг/с; $\bar{y}$ – середнє значення продуктивності роздавача-дозатора, кг/с.

Список літератури

1. Семенцов В. В., Бойко І. Г. Результаты экспериментальных исследований по определению оптимальных параметров гравитационного дозатора. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. № 157. С. 67–73.

2. Степук Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении. Минск. Ураджай. 1986. 152 с.

4. Банга В. І., Банга Ю. В. Дослідження нерівномірності видачі комбікормів індивідуальним дозатором. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2013. № 17. С. 176–179.

5. Банга В. І., Банга Ю. В. Методика експериментальних досліджень дискового дозатора сипких кормів. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2016. № 20. С. 93–100.

6. Дрогомирецька Х. Т., Рибицька О. М., Слюсарчук О. З. Теорія ймовірності та математична статистика: навчальний посібник. Львів. Вид-во Львівської політехніки. 2012. 396 с.

УДК 631:372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ СТВОРЕННЯ ЗБИРАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ НА БАЗІ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Д. Л. Животівський
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Аграрний сектор економіки України базується на господарствах різних форм власності і розмірів, що робить актуальними питання присвячені вивченню і вирішенню проблем ефективного використання машинно-тракторного парку з метою забезпечення рентабельності виробництва. Важливе значення, в цьому контексті, займає проблема комплектування агрегатів, яка часто важко вирішується через незадовільні умови праці оператора, включаючи і оглядовість робочих органів загрегатованих машин.

Метою досліджень даної роботи є встановлення перспектив створення збиральних агрегатів на базі МЕЗ.

З метою встановлення придатності мобільних енергетичних засобів до роботи у складі збиральних агрегатів, за умови роботи на реверсі, проводили оцінювання оглядовості робочих органів збиральних машин, з використанням коефіцієнта оглядовості, який має вигляд:

$$K = 1 - \frac{S_{НЗ}}{S_{Б}}, \tag{1}$$

де K – коефіцієнт оглядовості; $S_{Б}$ – площа бажаної зони огляду оператора обмежена горизонтальною площиною, яка проходить через точку відліку (очі оператора) і похилою площиною, в якій розміщується промінь нижньої межі оптимальної зони оглядовості, мм^2; $S_{НЗ}$ – площа невидимої зони оператора (обриси (тіні) вузлів і агрегатів енергозасобу), яка є складовою бажаної зони $S_Б$, мм^2.

Результати експериментальних досліджень коефіцієнта оглядовості з поста керування енергозасобів різних марок і компоновок, проведені за залежністю (1) викладені в табл. 1.

Таблиця 1

Експериментальні значення коефіцієнта оглядовості енергозасобів і самохідних машин

Марка енергозасобу, самохідної машини	Значення коефіцієнта оглядовості K	
	штатний рух вперед	реверсний рух
1. MF-7246 (зернозбиральний комбайн)	0,86	-
2. Holmer Terra Dos T3 (бурякозбиральний комбайн)	0,89	-
3. ХТЗ-17221	0,39	0,40
4. ХТЗ-17022	045	0,38
5. МТЗ-1522В	0,40	0,66
6. MF	0,48	0,80
7. Fendt-926 Vario	0,49	0,94
8. Valtra Valmet-8750	0,49	0,61
9. ПМЗ-8285	0,60	0,56

З метою порівняння отриманих результатів досліджень з бажаними для забезпечення ефективного виконання технологічної операції в якості контрольних визначались показники оглядовості самохідних спеціалізованих машин. Так показники оглядовості, отримані для спеціалізованих збиральних машин досягнуті на рівні 0,86 та 0,89 для зернозбирального комбайна Massey Ferguson (MF) та бурякозбирального комбайна Holmer Terra Dos T3 відповідно. Такі високі показники для самохідних спеціалізованих машин обумовлені кутом нахилу нижньої межі зони оглядовості оператора, значення якого істотно вищі, ніж ті що передбачені нормативними документами на рівні 30^0 для забезпечення мінімального втомлення оператора.

Останнє пояснюється специфікою роботи збиральних машин, де велика увага приділяється саме візуальному контролю за роботою вузлів і агрегатів машини. В такому випадку і оцінку оглядовості з поста керування МЕЗ доцільно вести дотримуючись тих же правил, не обмежуючись кутом 30^0. Останнє веде до передчасного втомлення оператора через порушення вимог ергономіки і може бути компенсовано шляхом скорочення часу зміни, або використання ще одного оператора, що дуже часто застосовується на практиці.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що вітчизняні енергозасоби конструктивно-компонувальної схеми близької до інтегральної (за розташуванням поста керування, розміром коліс тощо) найменш придатні до використання на реверсі у складі збиральних агрегатів (значення K=0,38 та 0,40 для ХТЗ-17022 та ХТЗ-17221 відповідно) порівняно з енергозасобами класичної конструктивно-компонувальної схеми закордонного виробництва (значення K=0,80 та 0,94 для машин класичної конструктивно-компонувальної схеми виробництва Massey Ferguson (MF) та Fendt відповідно). Енергозасоби виробництва ПМЗ та МТЗ, за умови роботи на реверсі, характеризуються значеннями коефіцієнта оглядовості, на рівні 0,56 та 0,66 відповідно, що істотно нижче аналогічних показників для машин закордонного виробництва такої ж компонувальної схеми.

УДК 631.333
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ СПОСОБІВ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

В. В. Дідур, д.т.н., доц.
Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна
О. В. В'юник
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Розвиток фермерських господарств з виробництва сільськогосподарської продукції нерозривно пов'язаний з хімізацією землеробства. У сучасних умовах при постійному здорожчанні добрив на тлі зростаючих вимог до якості виробленої продукції та застосування екологічно безпечних технологій оброблення сільськогосподарських культур особливо гостро постає питання вибору раціональних способів внесення добрив.

Використання мінеральних добрив забезпечує до 50% збільшення врожаю, у зв'язку із цим більш ефективне використання їх є важливим резервом скорочення енерговитрат на отримання додаткової продукції.

З різноманіття способів внесення мінеральних і органічних добрив найбільш раціональним є локальний. Локальне внесення створює умови для ощадливого використання живильних речовин добрив і запасів вологи, підвищує коефіцієнт використання добрив на 10...15%, сприяє зменшенню втрат їх із ґрунту. Скорочення витрати добрив у зв'язку із застосуванням невисоких доз при збереженні високої врожайності сільськогосподарських культур дозволяє також зменшити небезпеку забруднення навколишнього середовища.

Інтенсивному засвоєнню мінеральних добрив рослинами й поліпшенню структури ґрунту сприяє локальне внутрішньоґрунтове внесення їх у рідкому вигляді. При цьому збільшуються рухливість з'єднань азоту, фосфору, калію в ґрунті й біологічній активності ґрунтових мікроорганізмів.

Внутрішньоґрунтове внесення рідкого гною забезпечує захист навколишнього середовища від забруднення неприємними запахами, поверхневими стічними водами й від зараження гельмінтами.

Переваги локального внесення добрив, особливо мінеральних, проявляються ще й у тім, що воно припускає використання серійних технічних засобів, наявних в арсеналі фермерів (комбіновані зернотукові сівалки, саджалки, культіватори-рослиноживильники та ін), зі спеціальними пристосуваннями.

Всі застосовувані добрива можна умовно розділити на дві групи - органічні й мінеральні. Органічні добрива тваринного або рослинного походження часто називають повними, тому що в них утримуються три основних елементи живлення рослин: азот, фосфорна кислота та окис калію [1]. До групи органічних добрив відносяться також бактеріальні та сидерати (зелені).

Мінеральні добрива одержують із природних мінералів, газів або ж з відходів промисловості (металургійної, хімічної). Це неповні добрива, тому що кожне з них містить звичайно тільки один елемент живлення рослин: азот (азотні), фосфорну кислоту (фосфорні) або окис калію (калійні). Промисловість виготовляє мінеральні добрива як у твердому, так і в рідкому виді.

До групи мінеральних добрив потрібно віднести ще складні добрива, вапно, гіпс, мікроелементи.

Складні добрива – особливий вид мінеральних добрив, що містять два або навіть три елементи живлення.

Межі коливань кількості живильної речовини, внесеної під певну культуру, відносно невеликі, а норми внесення того чи іншого добрива на гектар набагато більше, що пояснюється вмістом живильної речовини у добриві.

Прийоми внесення мінеральних і органічних добрив відрізняються залежно від їхнього виду й форми, строків внесення, призначення, форми й характеру розміщення осередків живильних речовин у ґрунті.

Наукові дослідження та багаторічна практика вирощування сільськогосподарських культур доводять доцільність дробового внесення добрив не в один, а в кілька строків.

Розрізняють основне, стартове й підгодовче внесення добрив. При основному використовують близько 60%, стартовому 20% і підгодовчому 20% загальної кількості добрив, запланованого під культуру в сівозміні.

У сівозміні добривами в першу чергу забезпечують провідні культури (озима пшениця, цукровий буряк, картопля й т.д.), інші використовують їхню післядію.

Основне добриво слугує головним джерелом живлення рослин і забезпечує їх протягом всієї вегетації. Його вносять під глибоку оранку восени або навесні при підйомі раннього пару.

Як основне добриво використовують гній, компости, різні сидерати й інші органічні матеріали [2–5]. З мінеральних вносять фосфорні та калійні добрива. Нітратні форми азотних добрив легко вимиваються, тому їх краще використовувати незадовго до посіву, а амонійні й аміачні форми (сульфат амонію, сечовина, аміачна вода) добре поглинаються ґрунтом, їх можна вносити і як основне добриво з осені.

Основне добриво підвищує врожаї не тільки першої культури, але й наступних. Гній, внесений з розрахунку 20...30 т на 1 га, діє 4...7 років і більше залежно від його якості й дози, агротехніки, ґрунтових умов. Приблизно стільки ж часу діють і гарні компости. Вплив мінеральних добрив спостерігається до трьох років, що також залежить від ґрунтових умов і доз внесення туків.

За характером розміщення добрив щодо поверхні ґрунту розрізняють поверхневе й внутрішньоґрунтове, яке може бути як суцільним, так і локальним.

Поверхневе суцільне внесення припускає рівномірний розподіл добрив по поверхні ґрунту туковими сівалками, сільськогосподарською авіацією, машинами для поверхневого внесення твердих і рідких мінеральних і органічних добрив.

При поверхневому локальному внесенні добрива розкидають на поверхні ґрунту концентрованими осередками, переважно у вигляді стрічок різної ширини, після чого пригортають ґрунтом за допомогою різних грунтообробних знарядь. Незагорнутими добрива залишаються тільки при підгодівлі посівів сільськогосподарських культур, а також косовиць і пасовищ.

При внутрішньоґрунтовому внесенні добрива вносять різними осередками на задану глибину, при внутрішньоґрунтовому суцільному з одночасним перемішуванням добрив і певного об'єму ґрунту за один прохід машини.

Рідкі мінеральні добрива можуть вноситися також у вигляді повітряно-аерозольних сумішей, що має свої позитивні сторони. Внесене безпосередньо в шар ґрунту повітря виконує одночасно кілька функцій: розширює міжгрунтовий простір, розносячи живильні речовини по порах, знижує концентрацію добрив, одночасно примусово аерує ґрунт. Аерозольна суміш не робить механічних впливів на кореневу систему рослин (при внесенні добрив разом з міжрядною обробкою), а зона її поширення в ґрунті в кілька разів більше, ніж при звичайному локальному внесенні добрив. При аерозольному способі внесення в 1,3...1,5 рази підвищується коефіцієнт використання добрив, виключається строкатість травостою, на 15% підвищується збільшення врожаю в порівнянні з поверхневим способом і на 8% - локально-стрічковим.

Недоліком поверхневого суцільного внесення мінеральних добрив є зайва витрата при посіві. Однак ці способи добре використовують при основній і передпосівній обробці ґрунту.

При поверхневому локальному внесенні добрива, на відміну від попереднього способу, добрива вносяться у вигляді стрічок різної ширини, що робить не бажаним його використання при основній і передпосівній обробці ґрунту. Використовується при підгодівлі рослин.

Внутрішньоґрунтове внесення добрив не дозволяє використати даний метод при підгодівлі рослин, а також робить небажаним використання при основній обробці ґрунту. Цей спосіб є оптимальним при посіві.

В умовах сучасної економічної політики у фермерських господарствах найбільш раціональним є локальне внесення рідких добрив. Воно дозволяє збільшити врожай зернових культур у середньому на 2...5 ц/га, картоплі – 20...50, кормових і силосних культур – 20...40, насінь соняшника та сої – на 2...3 ц/га. Крім того, на 10...15% підвищується коефіцієнт використання живильних речовин добрив, скорочуються їхні втрати з ґрунту й засміченість посівів.

Локальне внесення може бути як поверхневим, так і внутрішньоґрунтовим. Прийоми поверхневого локального внесення різноманітні, але модифікації його досліджені поки недостатньо, щоб повсюди застосовувати їх з максимальним ефектом. Найбільш докладно в нашій країні та за кордоном вивчений стрічковий спосіб. Встановлено, що ґрунт, який оточує стрічку добрив, сильно насичується живильними речовинами. При дозах добрив 50...100 кг/га концентрація рухливого фосфору в ній може досягати 600 мг, амонійного азоту й обмінного калію – 200 мг на 100 м ґрунту. Ефективність стрічкового способу внесення добрив відображена в таблиці.

Висока концентрація солей у стрічці добрив визначає специфічний характер взаємодії їх із ґрунтом і коріннями рослин. Фосфор довше зберігається в рухливому стані. Калій і амонійний азот менше піддаються необмінній фіксації ґрунтом. Навколо стрічки добрив зростає осмотичний тиск і різко змінюється *рн* ґрунтового розчину, тим самим створюються несприятливі умови для життєдіяльності ґрунтової мікрофлори. У результаті живильні речовини менше зв'язуються мікроорганізмами, уповільнено протікає нітрифікація амонійного азоту.

Стрічкове внесення добрив обумовлює диференціацію функцій окремих ділянок кореневої системи рослин. Стрічка добрив пронизується й переплітається густою сіткою коріння і кореневих волосків. Ця невелика за обсягом частина кореневої системи забезпечує інтенсивне надходження живильних речовин у рослини. Коріння, розташоване між стрічками добрив, проникає глибоко в підґрунтові обрії й постачає рослини вологою. При розкидному внесенні добрив все коріння розвивається переважно в удобреному шарі. У пошуках живлення рослини непродуктивно витрачають енергетичні ресурси на формування великої кореневої системи на шкоду продуктивним надземним органам.

Таблиця

Вплив способів внесення добрив на врожайність сільськогосподарських культур, (доза добрив: N_{40} P_{60} K_{40}), ц/га

Варіанти	Ячмінь	Кукуруд-за	Соняшник	Озима пшени-ця	Про-со
Без добрива	15,1	28,2	18,2	24,0	21,6
NPK врозкид під плуг	+5,1	+4,3	+3,1	+7,3	+5,5
NPK врозкид під культиватор	+6,1	+3,8	+2,5	+7,4	+6,9
NPK стрічками перед посівом	+7,9	+5,3	+4,4	+10,0	+9,1

До стрічкового внесення добрив висувається ряд специфічних вимог. Насамперед, висококонцентровані стрічки добрив не можна розташовувати в контакті з насінням або занадто близько до нього. Неприпустимо й надмірне віддалення стрічок добрив від насіння або поділ їх великими інтервалами. Залежно від глибини внесення, рівномірності розташування часток добрива, відстані між місцем внесення й місцем знаходження активної частини кореневої системи добриво може або виявитися досить ефективним, або не дати ніякого збільшення врожаю, а то й знизити його стосовно контролю.

До основних способів внутрішньоґрунтового локального внесення добрив відносять рядковий, основний (стрічковий) і гніздовий, міжрядний, кореневу підгодівлю, локально-об'ємний спосіб і ін.

Рядковий спосіб забезпечує внесення стартової дози переважно мінеральних фосфорних добрив при посіві сільськогосподарських культур разом з насінням або на певній відстані від нього.

При стрічковому способі основну дозу мінеральних добрив вносять у ґрунт у вигляді суцільних або переривчастих стрічок шириною 3...10 см. По строках виконання розрізняють допосівне й передпосівне стрічкове внесення добрив. Різновид стрічкового внесення - екранний, при якому основну дозу добрив вносять на певну глибину стрічками у вигляді суцільного екрана. Його проводять звичайно одночасно із плоскорізною обробкою ґрунту.

Гніздовий спосіб передбачає внесення основної дози добрив концентрованими осередками (гніздами) різних форм і розмірів, орієнтованими щодо насіння (бульб) або рослин (розсади).

При міжрядній підгодівлі добрива вносять стрічками або об'ємними стрічками (рідкі мінеральні добрива, безводний і водний аміак, розчини й суспензії та ін.) під тиском, при якому вони поширюються на певну відстань від місця внесення у вигляді об'ємних стрічок різних форм і розмірів у міжряддя просапних культур у період вегетації.

Коренева підгодівля припускає внесення добрив (переважно азотних) стрічками на певну глибину поперек рядків рослин навесні на посівах озимих зернових культур [6]. Виходячи з вище перерахованого оптимальними технологіями є локальне поверхневе й внутрішньоґрунтове внесення рідких мінеральних добрив.

Список літератури

1. Komar A., Skliar O., Boltianska N. Basic methods of preparation of organic fertilizer from quail manure. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: мат. III Міжнар. наук.-практ. інт.-конф. Мелітополь: ТДАТУ. 2021 С. 168–171. http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/komar2021.pdf

2. Комар А. С. Щодо утилізації органічних відходів тваринництва. Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: мат. II Всеукраїн. наук.-практ. інт.-конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 74–76.

3. Комар А. С., Болтянська Н. І. Варіанти застосування безпідстилкового перепелиного послiду як добрива. Матеріали МНПК «Сучасна інженерія агропромислових і харчовихвиробництв». Харків: ДБТУ, 2021. С. 475–478.

4. Комар А. С. Основні способи переробки перепелиного послiду в органічне добриво. Збірн. тез доповідей XXII Міжнар. наук. конф. «Сучасні проблеми землеробської механіки». Київ. Ніжин. 2021. С. 76–79.

5. Комар А. С. Цінне органічне добриво з відходів птахівництва та рослинництва. Мат. XV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених «Науковий прогрес у тваринництві та птахівництві». Харків: Інститут тваринництва НААН. 2021. С. 60–63.

6. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив. Київ. Вища школа. 2002. 317 с.

УДК 631:372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ДО ОБГРУНТУВАННЯ ВИЛЬОТУ ТОЧКИ ВІЗУВАННЯ МЕЗ ДЛЯ РОБОТИ НА РЕВЕРСІ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Д. Л. Животівський
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Використання МЕЗ у складі машинно-тракторного агрегату з начіпним технологічним модулем на реверсі можна змоделювати при допомозі схеми приведеної на рис. 1.

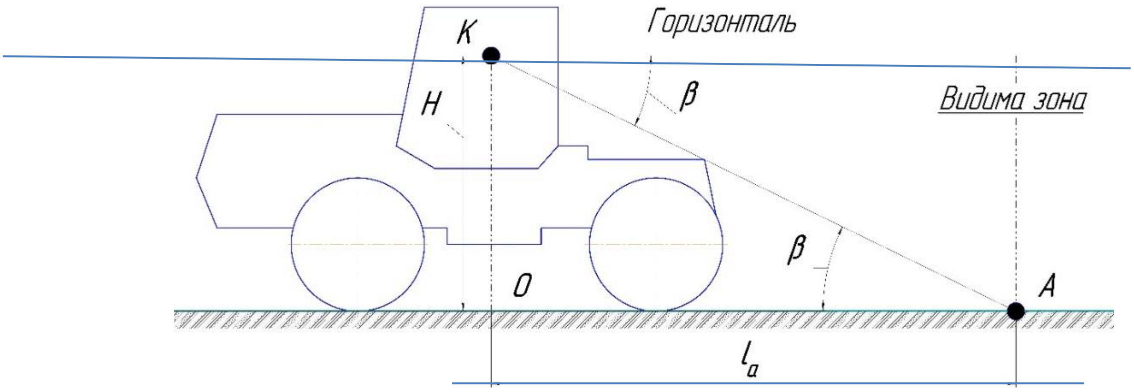


Рис. 1. Розрахункова схема для визначення вильоту точки візування під час використання енергозасобу на реверсі.

Зона розташування робочих органів технологічного модуля доступних для візуального контролю окреслюється горизонталлю, яка проходить через точку відліку *К* і променем, який виходить з точки відліку *К* і проходить через точку візування *А*. Згаданий вище промінь *КА* може проходити також через точки, або лінії, які характеризують обриси енергозасобу.

Для схеми зображеної на рис. 1 характерні наступні співвідношення:

$$\frac{H}{l_a} = \tan\beta, \tag{1}$$

звідки

$$l_a = \frac{H}{\tan\beta}, \tag{2}$$

де H – висота розташування точки відліку *К* (очей оператора), м;

l_a – виліт точки візування, м;

β – кут нахилу променя зору, який показує нижню межу зони оглядовості оператора, град.

Аналіз залежностей (1) і (2) вказує на те, що кут β нахилу променя *КА*, який характеризує нижню межу зони оглядовості оператора і виліт точки візування l_a прямо пропорційні висоті H розташування точки відліку *К*. З метою забезпечення мінімальної втомлюваності оператора кут нахилу нижньої межі зони оглядовості β, згідно діючих вимог егрономіки, не повинен перевищувати 30^0. В такому випадку можна стверджувати, що забезпечити задовільну оглядовість робочих органів з дотриманням вимог ергономіки досить складно. Це пояснюється тим, що висота розташування точки відліку сучасних МЕЗ істотно перевищує 2 метри, в той час, як кожен метр висоти забезпечує мінімальний розмір вильоту точки візування на рівні 1,73 м (розрахунок проведено для кута β=30^0). Останнє, в кінцевому випадку, для реального агрегату забезпечить виліт точки візування не менше 3,5 м. Така відстань істотно перевищує аналогічні показники для спеціалізованих самохідних машин, тим самим істотно погіршуючи, а іноді і унеможливлюючи оглядовість робочих органів, в чому і полягає одна із проблем в агрегатуванні МЕЗ з начіпними збиральними машинами на реверсі.

Актуальність результатів проведених досліджень підтверджується і під час розробки та вдосконалення МЕЗ закордонних фірм. Так, зокрема, фірма Fendt випускає енергозасіб типу Fendt Xylon симетричної компоновки, який має високі заявлені показники оглядовості вперед і назад за рахунок розташування поста керування в міжбазовому просторі та збільшення площі засклення кабіни рис. 2 *а*. Однак відомі і експериментальні зразки таких машин з зміщеним розташуванням поста керування (рис. 2 *б*), що може бути пошуками шляхів покращення показників оглядовості.

а) *б)*

Рис. 2. Рішення фірми Fendt для покращення показників оглядовості.

Таким чином, для забезпечення ефективного використання мобільних енергетичних засобів на реверсі необхідно покращити оглядовість робочих органів за рахунок зменшення вильоту точки візування шляхом обґрунтування оптимального положення точки відліку, яке визначається конструктивно-компонувальною схемою енергозасобу та конструкцією поста керування.

УДК 633.63:631.51
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗБИРАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ З ГУСЕНИЧНИМИ ТА НАПІВГУСЕНИЧНИМИ ХОДОВИМИ СИСТЕМАМИ

В. Л. Куликівський, к.т.н., доц.
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Завершальним етапом вирощування сільськогосподарських культур є збирання врожаю. Від якості виконаної операції залежить річний результат та ефективність всіх попередніх робіт. Важливо не лише якісно зібрати врожай, а також зберегти родючість та уникнути ущільнення ґрунту. Проблема переущільнення стає все гострішою у зв'язку з масовим застосуванням важких колісних тракторів та комбайнів [1-3]. Знизити тиск на ґрунт і рівномірно його розподілити дозволяє створення досконаліших рушіїв та ходових систем. Експлуатація збиральної техніки з гусеничними та напівгусеничними ходовими системами має низку певних особливостей. Збиральні комбайни з гусеничними шасі доцільно використовувати лише за визначеної вологості ґрунту, нижня межа якої обмежується прохідністю колісних рушіїв. Оскільки збиральна техніка використовується дуже обмежений проміжок часу в році та завжди у ті самі терміни, як наслідок звужується широке поле варіаційних кліматологічних характеристик середовища. Ґрунти підвищеної вологості мають більш стабільні фізико-механічні та деформаційні характеристики, ніж ґрунти з мінімальною вологістю.

Характерною особливістю роботи збиральної техніки є безперервна зміна маси агрегату у часі протягом виконання технологічного процесу [4]. Зміна маси пов'язана з періодичним наповненням та розвантаженням технологічних ємностей комбайна (бункера, копнувача). В принципі, змінною є і маса агрегатів, пов'язана з витратою палива (рівень рідини у баку). Проте в цьому випадку під час виконання конкретного виду робіт масу агрегату прийнято вважати постійною, що спрощує динаміку системи «машина-середовище», тому зміну маси за рахунок витрати палива можна вважати несуттєвою порівняно із загальною вагою техніки. Дослідженнями встановлено, що показники зміни маси зернозбиральних комбайнів під час виконання технологічного процесу є досить суттєвими. До того ж збиральні агрегати мають таку зміну маси в часі, яка поєднує у собі безперервність цієї функції (під час заповнення технологічних ємностей) з дискретністю (при вивантаженні).

Технологічні елементи збиральної техніки (жниварка, молотильний пристрій, копнувач, подрібнювальний апарат) суттєво впливають на динаміку гусеничних рушіїв. Конструктивні особливості технологічних частин агрегатів під час роботи створюють широкий спектр різних за амплітудою і частотою динамічних навантажень на гусеничні та напівгусеничні ходові системи комбайнів, які відсутні у інших типах машин. Як наслідок, динамічні навантаження у певній закономірності передаються на опорну поверхню, ускладнюючи характер взаємодії гусеничного рушія з цією основою.

Однією з відмінних рис шляхів розвитку збиральної техніки є безперервне зростання продуктивності агрегатів, яке на даному етапі науково-технічного прогресу досягається головним чином збільшенням габаритів та ваги машин. Сучасний рівень розвитку сільськогосподарської техніки характеризується тенденцією до створення та використання широкозахватних машин. З іншого боку, геометричні розміри машин обмежуються контрольними габаритами, що дозволяють здійснювати їх перевезення залізницею та автошляхами.

Таким чином, безперервне збільшення габаритів технологічної частини машин та їх обмеження, пов'язані з необхідністю перевезень або їх переміщення дорогами, дають можливість удосконалювати конструкції гусеничних та напівгусеничних ходових систем збиральних агрегатів. Дана обставина створює значні зміни в галузі морфології гусеничних рушіїв збиральної техніки.

У процесі роботи на нерівних ділянках поля комбайнам необхідно долати вертикальні перешкоди. Враховуючи великі габарити та вагу збиральної техніки, переміщення через такі перешкоди слід здійснювати дуже плавно, щоб уникнути значних динамічних навантажень, які особливо негативно позначаються на надійності технологічних частин машин та структурі ґрунту. Плавне подолання вертикальних перешкод найбільш успішно виконується в тому випадку, коли забезпечується мінімальне переміщення центру ваги машини у вертикальній площині. Остання умова пред'являє специфічні вимоги до схеми підвіски рушія та її опорних пристроїв (рис. 1).

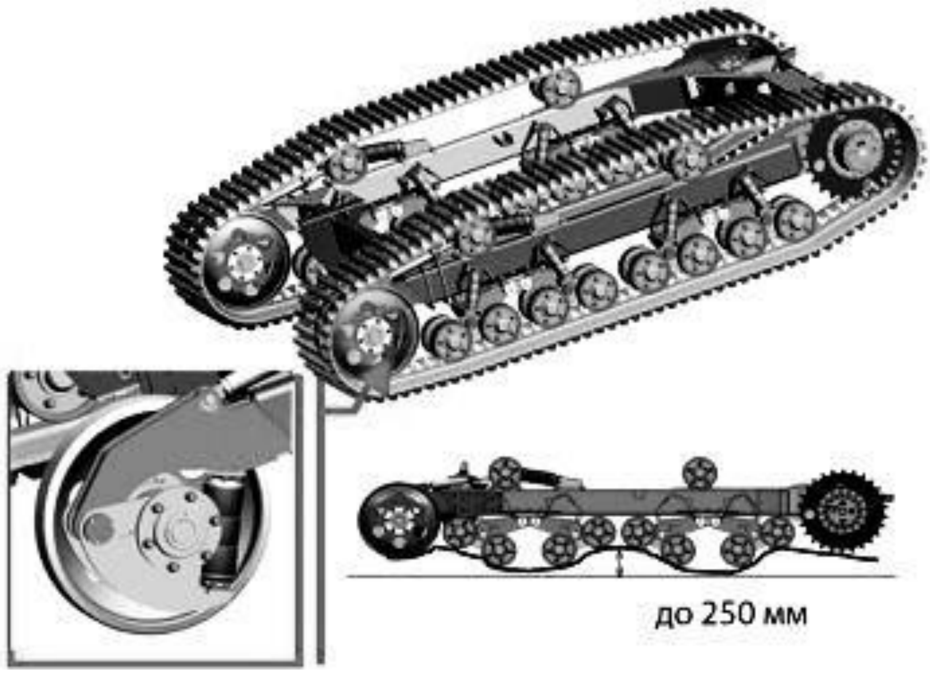


Рис. 1. Гусенична ходова система комбайна VECTOR 450 Track.

Тенденції з універсалізації збиральної техніки та використання машин у різних ґрунтових умовах призвели до створення дволанкових схем гусеничних рушіїв трикутної форми з обома ведучими ланками. У цій схемі гусеничний рушій також може бути змінним пристосуванням до базової колісної моделі. Інші типи машин не мають такого малого завантаження протягом року за великої вартості техніки, як збиральні агрегати на гусеничному ходу, що обумовлює прагнення подовжити їх терміни експлуатації за рахунок використання змінного колісно-гусеничного шасі (рис. 2).

В даний час створюються різні конструктивні схеми гусеничних рушіїв і опорних пристроїв (гумовометалеві, гумовоармовані гусениці, еластичні траки). Такі конструктивні рішення пов'язані, перш за все, зі збільшенням тягового потенціалу машин і здатністю пересуватися дорогами з твердими покриттям, зниженням тиску на ґрунт, підвищенням прохідності та зменшенням шкідливого впливу на оператора.


Рис. 2. Змінні напівгусеничні ходові системи зернозбиральних комбайнів.

Наведені особливості експлуатації збиральної техніки і взаємодії їх технологічної, ходової частин створюють певну специфіку динаміки всієї машини та гусеничного рушія, забезпечення прохідності, зниження техногенного впливу на ґрунт, рослини не знайшло свого повного відображення у існуючій теорії гусеничних ходових систем. Отже, цілком логічно вважати самохідну збиральну техніку на гусеничному ходу гідною виділення в окремий клас машин, особливості експлуатації якої вимагають розробки спеціальних властивостей і показників гусеничних рушіїв та індивідуальних методів вирішення окреслених питань.

Список літератури

1. Ачкевич В. І., Чуба С. В. Ходові системи сучасної сільськогосподарської техніки. Наукові горизонти. 2018. № 12. С. 74–80.

2. Зубко В. М., Комісар Є. О. Вплив рушійних систем машинних агрегатів на ущільнення ґрунту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2020. № 21. С. 63–69.

3. Ясенецький В., Марченко В., Гудзь М., Опалко В., Яворів В. До питання ущільнення ґрунту рушіями мобільної сільськогосподарської техніки. Техніка і технології АПК. 2012. № 3 (30). С. 33–36.

4. Іванишин В. В., Іліяшик В. В., Дуганець В. І. Аналіз конструктивних особливостей та експлуатації зернозбиральних комбайнів CLAAS LEXION 750, 760 TERRA TRAC на збиранні сільськогосподарських культур. Подільський вісник. 2019. Вип. 30. С. 80–88.

УДК 631.372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

АНАЛІЗ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛУ ВІТЧИЗНЯНИХ МЕЗ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЯХ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

У сільськогосподарському виробництві України близько 30% всіх енергетичних потужностей припадає на мобільні енергетичні засоби (МЕЗ). В той же час відсутні в реалізації технологічні процеси вирощування сільськогосподарських культур з використанням комбінованих агрегатів створених на базі інтегральних тракторів та високоуніверсальних самохідних шасі здатних епізодично об'єднувати і виконувати за один прохід агрегату окремі технологічні операції та частково витісняти складні самохідні спеціалізовані машини. Останнє концентрує увагу щодо зниження собівартості продукції аграрного сектора економіки саме на забезпеченні реалізації технологічних процесів побудованих на використанні високоефективних енергетичних засобів.

Метою роботи є порівняння показників призначення МЕЗ вітчизняного і закордонного виробництва закладених в їх конструкцію, та реалізованого в технологічних процесах.

В процесі виконання досліджень оцінювалися показники закладені в конструкцію машини її виробником та реалізовані в діючих в Україні технологічних процесах. В якості оціночного показника приймали рівень універсальності конструкції, як такий, що може найбільш повно характеризує конструкцію машини з точки зору її споживчих якостей загалом і реалізації цих же якостей в умовах сільськогосподарського виробництва. Кращі значення показника близькі до одиниці, а гірші – до нуля. Отримані в результаті проведених досліджень значення рівнів універсальності наведені в таблиці.

Дані таблиці показують, що порівняно з закордонними мобільними енергетичними засобами вітчизняні машини мають потенціал щодо підвищення рівня універсальності, однак реалізація вже наявного потенціалу не задекларована існуючими технологічними процесами (реалізація наявного рівня універсальності в технологічних процесах не перевищує 24–46 %), а значить і комплексами існуючих машин, що негативно відтворюється як на собівартості продукції сільськогосподарських підприємств, так і ліквідності продукції тракторобудування. Зокрема енергозасіб ХТЗ-16131 позиціонується заводом-виробником як інтегральний, тобто такий, що інтегрує в собі найкращі якості для комплектування агрегатів, включаючи і комбіновані покликані частково витіснити самохідні спеціалізовані машини. Існуючі технологічні процеси з використанням інтегральних тракторів типу ХТЗ-16131 не реалізуються, на нашу думку, в основному через те, що їх конструкція не відпрацьована стосовно вимог споживача в питаннях агрегатування з необхідним комплексом машин, що гальмує як впровадження у виробництво власне трактора, так і створення ефективного комплексу машин.

Таблиця

Значення рівнів універсальності мобільних енергетичних засобів

Марка енергозасобу	Значення рівнів універсальності		
	закладеного в реальну конструкцію	максимально можливого для даної конструкції	використаного в технологічних процесах
1. ПМЗ-8240	0,43	0,80	0,20
2. МТЗ-80	0,54	0,80	0,13
3. Deutz-Fahr Aqroplus 70A	0,51	0,80	–*)
4. New Holland Ford 8870A	0,56	0,80	–
5. John Deere 3210A	0,64	0,80	–
6. Fendt Favorit 924 Vario	0,69	0,80	–
7. ХТЗ-16131	0,57	0,82	0,14
8. Fendt-524 Xylon	0,79	0,82	–
9. ХТЗ-17121	0,45**)	0,82	0,14
10. Т-16МГ	0,38	1,00	–***)

**) – відсутні дані щодо показника;*
***) – дані отримані гіпотетично;*
****) – використання не передбачено існуючими технологіями.*

Обмеження використання самохідних шасі типу Т-16МГ у діючих технологічних процесах може бути пояснено відсутністю високоефективних засобів для агрегатування з блоками і модулями технологічних машин, що унеможливлює як розвиток конструкцій самохідних шасі, так і комплексів машин до них.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що енергозасоби вітчизняного виробництва мають достатньо великий потенціал в нарощуванні рівня універсальності конструкції, оціненого відповідним коефіцієнтом, однак і цей, наявний, рівень універсальності реалізується в технологічних процесах лише на 24–46 % щонайбільше через незадовільні умови агрегатування машин та відсутністю необхідних комплексів машин.

УДК 159.955:387.147
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

PSYCHOLOGICAL PECULIARITIES OF SOLUTION STRATEGIES OF CONSTRUCTIVE-TECHNICAL TASKS

L. V. Berezova, PhD
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The improvement of complicated technical and natural systems occurs, as a rule, on the basis of a knowledge deepening of the world around which makes an essence of scientific and technical progress. The need of techniques puts all new and new tasks before a science.

Therefore, modern education should prepare the specialists, capable to be responsible for the professional future, capable to confirm themselves in conditions of a competition in the labor market. The basic purpose of vocational training and education consists in training specialists who own skills and knowledge for satisfaction of market needs of labor; specialists who are prepared for creative professional activity that would have constant aspiration to the best, more improved.

As V.O. Molyako marks, "creativity should become norm of professional activity and training to it, i.e. in a final variant we speak that each skilled specialist should be the creative specialist" [5].

At the given stage of economic and social development of our state, the becoming of young specialists should occur in view of those complicated conditions in which they will live, and will work. At students, and in our article we shall speak about students from a countryside who study at the faculties of Mechanical-Technological and Construction and design at National agrarian university; there is no sufficient psychological training to a real life with its complexity, difficulties, and atypical situations. If to consider a problem of students' training to technical creative work for a given time, there is many unsolved tasks.

One of the main tasks of psychological of students training to technical the development of the stable positive attitude of students to creative activity is possible.

Training of the future specialists for labor activity should be based on the solution of its constructive-technical, technological, organizational tasks which would display situations of real work.

The solution of different scientific, practical, art, constructive and other tasks which arise in a life of people, demands knowledge by them not only external properties of objects, and their internal connections and attitudes. Therefore, as G.S. Kostyuk marked, "a problem of the development of thinking, and especially the development of creative thinking which differs originality and creativity is very important presently" [2].

The problem of creative thinking development is in the center of attention of many scientists during all development of a psychology-pedagogical science about creativity (L.S. Vygodskyy, J. Gilford, O.S. Yermakova, A.B. Kovalenko, G.S. Kostyuk, S.D. Maksymenko, O.M. Matyushkin, V.O. Molyako, A. Osborn, Y.O. Ponomaryov, R.O. Ponomaryova, S.L. Rubinshteyn, E. Torrens, M.G. Yaroshevskyy, etc.).

One of the methods of students training to technical creativity is the solution of constructive-technical tasks which display tasks of manufacture both on engineering, and at an executive level. Such approach is named as determining in works of many scientists (T.V. Kudryavtsev, A.F. Esaulov, Y.O. Ponomaryova, V.O. Molyako, etc.).

Engineering innovation; comprises such forms of activity as invention, rationalization, design, design engineering, industrial design and designing and engineering activity of students and nonprofessionals. Design engineering has been chosen for investigation, as encompassing essential features of other forms of engineering creativity. Thus, the implications of the studies of design engineering can be extrapolated to engineering creativity as a whole. This also applies to the general structure of the process of creative engineering.

The present analysis of creative process employs the concept of "decision-making stream" reflecting the complex dynamic relationship between images, concepts and ideas. It is fitting to note that different philosophical schools and movements, of course have elaborated the theories of matter motion stream, in their own fashion. Considerable attention is known to have been given to this question in the studies in dialectics, dialectical materialism, and in psychology, as well.

The interpretation of the psychological structure of the process of decision-making and evolvement of the image of the design ("construction") to be sought has made it possible to use, for an integral description of this process, the notion of "strategy", which is determined by the dominant thinking tendencies, their regularity and realization frequency, and which differs from such broader notions as "method", "mode", "plan", etc. (mode and method are rather abstracted from the personality and the plan of decision-making shows only the sequence of acts, whereas strategy encompasses all of these reflecting the individual's specific direction, tendencies in their basic aspects, paramount for decision-making).

A strategy is taken to mean a rather complex psychological formation comprising preparatory, planning and realization acts, which are related to the fulfilment of the individual's, potentialities in the concrete situation of creative activity. A strategy's concrete direction is made up of its dominant tendencies (e.g. a search for analogues), which are realized through concrete images and concepts. The making and elaboration of a strategy, as an above-described system, is examined in the present study through the examination of the making and elaboration of a device design, which develops from initial goal through the evolving image of the end product up to preliminary validation in a sketch-form (approbation) [3].

The evolvement of the strategy of a concrete process of creative activity as well as the entire psychological structure of this process, are seen as involving a rather intricate blend of three main cycles: the examination of the engineering problem, project (hypothesis) formation and the making of a preliminary decision (approbation). Below is a summarized description of each of the three cycles.

1. The examination of the task dimensions, the final aim of which is to understand the engineering assignment requirements has as implied by our studies, the following constituents: 1) a general comprehension of the task dimensions, a general assessment of the assignment ("familiar-unfamiliar", "clear-unclear"); 2) a tentative task classification referring it to a particular type and dividing the task dimensions into two parts ("main" and "secondary"); 3) matching the text, with the drawing or making "one's own" drawing – a sort of initial graphic interpretation of the task dimensions; 4) a classification of the dimensions' parts, identification of individual units in the design; 5) a new level of mental synthesis in the overall assignment assessment, relating the requirements and the design engineer's actual capacity, identifying the functional "nucleus" in the assignment (in the engineering system); 6) identifying the "salient points" (the best and least understood parts) in the assignment, substituting specific structures into the task dimensions; 7) the final assessment of the dimensions on the basis of approbation, "incorporation" of the task dimensions into one's own knowledge system; 8) becoming confident of having understood the engineering assignment dimensions on the basis of their interpretation – setting a problem for oneself.

The process of understanding a design engineering1 assignment often follows the following four tactical paths, two of them are related to the initial classification of information depending upon its familiarity for the subject – focusing attention on the most or least familiar part of the task dimensions, the other two involve a graphical interpretation of the assignment – identifying the main function and concretizing graphically the device structural components. The frequency of occurrence of these tactical paths has been shown to be dependent, in part, on the subjects' skill.

There are reasons to suggest that the psychological basis for understanding the design engineering assignment consists in the positive (from the point of view of the subject involved in task performance) result of intercomparing the assignment requirements and other standard designs in the subject's mind. The features of the images and concepts of the new largely vague, design are intercompared with the images of other designs. The study of the engineering assignment dimensions and their understanding can be presented as a process involving a number of intercomparisons and evolving in typical microcycles.

2. Formation of the project (hypothesis building) in the process of design engineering activity means mentally and in part, graphically constructing the device, the problem solution formation. A hypothetical solution is conceived already when the engineering assignment dimensions are studied. The activation of the design engineer's activity of thinking involves the emergence in his mind of a number of images and concepts, initially in a spontaneous way, and subsequent putting of questions, identification and examination of the assignment parts makes for deliberate generation of a number of images and ideas. An image is eventually selected, while the others are rejected. Such sorting out, selection and rejection results in the

emergence in the design engineer's mind of a dominant image, which serves as the immediate basis for the hypothesis. Predominance of this image is all the greater, the more connections the design engineer sees between the image and the task dimensions. The initial image thus, becomes dominant if it is seen as firmly linked with the concrete task dimensions. A hypothesis is further elaborated, with the subject being oriented primarily, toward the structure of the device or its function.

The psychological mechanism of hypothesis building (project development) can be outlined as follows: identification of reference points in the assignment dimensions, a search for engineering characteristics "applicable" to those reference points and their comparison with the assignment characteristics; deciding upon the suitability of a concrete structure or function; which is followed by the graphical verification of the hypothesis or continued search for suitable structures and functions, in case the available ones do not satisfy the subject in respect to some characteristics. The hypothesis formation can be considered completed, as soon as the design engineer has a feeling of confidence that the emerging design meets the assignment requirements.

Hypothesis building typically involves the manifestation of those major tendencies in design engineer's activity, which forms the basis of strategies – a search for analogues, combining, redesigning etc. These tendencies reveal most fully the substantive aspect of the strategy itself.

Generally, the most frequent strategies are a search for analogues and a combinatorial strategy with a redesigning strategy being the least frequent.

Within this cycle, the individual's decision on applying the concrete hypothesis to the given assignment is more influenced by the information on the structure and functions of the engineering device than by, for instance, the information on the technology of making and assembling various parts of the device.

3. The formation of the decision strategy and its realization in design engineering activity is the latter's creative core. It has been attempted to analyze strategies beginning not from the choice of a decision-making direction, but, at least, from the start of preparatory actions (the examination of the situation-and personality-bound, yet the mind sets, knowledge and skills, shaping this strategy, are existent before decision-making is started, constituting a sort of "potential strategy" (a prestrategy). So, one may speak of predetermination of a concrete subject's intellective behaviour, which influences the understanding of the assignment dimensions and then, the process of hypothesis building. However, the understanding and hypothesis, being the major constituents of the strategy structure, are only two cycles in its development. The strategy manifests itself fully when its third constituent emerges, i.e., hypothesis validation (approbation) and the resulting confidence of the individual in the correctness of the direction chosen. Such approbation involves most often drawing sketches showing the specific characteristics of the parts comprising the engineering device.

Five major strategies in design engineers' intellective activity have been identified: 1) a search for analogues, 2) combinatorial actions, 3) redesigning actions,

4) universal strategy, 5) random substitutions. Each of these is primarily geared to creating a particular engineering structure with particular functions, to structural-functional transformation of engineering devices, which is, in fact, related to the essence of design engineering.

Occurrence frequency of strategies was studied with subjects of different skills and age (engineers, college and high school students).

The major tactical paths were identified, which form part of strategies during hypothesis building, e.g. interpolation, hyperbolization, duplication etc.

The study of creative activity invariably focused on the process of design engineering – on the image of the system being designed; whose structural and functional characteristics are what the search is aimed at; which, in its turn; determines the overall configuration (organization) of the decision-making process. The evolvement of the design image can be presented as a chain of transformations of a sort of "proto-image" into the image to be materialized, viz.: "a proto-image" – "a fore-image" – "a reference image" – "a dominant image" – "pre-project-image"– "project image" – "sketch image" (the latter serves as the basis for making device drawings).

To generalize, the study has made it possible to formulate and, as far as possible, to substantiate the hypothesis of the process of design engineering as a polydominant decision-making stream, organized and regulated by corresponding strategies and tactics through the main system-forming dyad "image-drawing" (sketch). It is the visual image of the engineering device, materialized and tested in drawings and sketches, which enable the design engineer to make basic decisions at the preliminary stages of the process of engineering activity, as well as at the final stages, when it is ultimately assessed to what degree the device being designed, meets the requirements of the engineering assignment, of current standards, regulations and of various external factors. Such interpretation of design engineering activity appears to be psychological, more realistic than the primarily logical interpretations, which have been prevalent so far: the present interpretation permits us to elucidate, the significant connections and dependencies between the personality and creative activity, externalized in various intermediate and final products.

The study of the evolvement and functioning of intellective strategies has made it possible to identify their other assumingly, important aspects. One concerns the influence of time limitation on the subjects' behaviour with some subjects improving their performance on tests under limited time conditions. Another aspect concerns the adaptation of subjects to various complications, as more experimental tasks are performed, with overall improvement in results. The strategy involving a search for analogues has been shown to be the least dependent on various complicating actions. Specific procedures have revealed some personality aspects of strategies (e.g., a disposition to use a specific strategy). Such data appear to be relevant to training and occupational performance.

Based on continuous studying design activity on professional level, V.O. Molyako has offered the system of creative training of students during their training for technical labour activity [3, p. 67]. The component of creative training method is the using of complications during the solution of constructive-technical tasks. We shall consider the psychological features of this process.

In the system-strategy concepts of the activity developed by V.O. Molyako, strategy is defined as "more or less flexible system objectively and situationally defined actions in which the tendency to subject advantage of one mental action to another prevails" [3, 18]. Thus, the term "strategy" can be applied to "to the description of all solution process of the solution in which the dominating tendency of the person mental activity concerning a specific target is realized" [3, p. 17].

V.O. Molyako separates the contents of concept "strategy" from categories "method" and "way". He does not consider them as synonyms, as a way and a method, unlike the strategy, abstracted from the personality.

In the structure of strategy of V.O. Molyako allocates: 1) studying of task's condition; 2) search of the solution way; 3) an embodiment of a hypothesis solutions [3, p. 64-64].

As the strategy is a dynamic, remedial formation, the following basic stages are allocated in it: 1) studying of a task's condition; 2) check of a condition by concrete knowledge – correlation of a new task with system of the knowledge and experience of practical actions; 3) a choice of a hypothesis about possible structural and functional transformations of the set components; 4) "designing" of a hypothesis on all conditions as a whole and its localization concerning a place of concrete application; 5) check of a hypothesis by means of tactics stipulated by it and auxiliary methods; 6) detailed elaboration [3, p. 69].

The person, as a rule, realizes and mentally determines the basic moments of cogitative activity besides there is always a certain attitude of the person to the process of the solution, i.e. this process is always emotionally painted. Actually, based on the basic methods of the solution and confidence of the actions the strategy of the solution of a constructive-technical task is formed. Cogitative strategy consists of complete formation of the person ability, a disposition that defines a character of actions and the tendency of mental behavior as a whole.

In I.G. Shupeiko's research laws of evolution and transformation of the solution strategy of tasks during the process of studying. As the result of carried out research it was established, that the process of formation of effective solution strategy represented the alternation of evolution stages and strategy transformation which are "intermediate" concerning "basic" which acts in the form of studying. It was also established, that the character of dynamics, i.e. process of effective strategy formation could be operated [8].

The essence transformation theories of operators studying, offered by V.F. Venda is the process of effective strategy formation of the solution during training represents some sequence of evolution stages and transformation of intermediate strategy. In the opinion of the author of this concept, process of strategy mastering depends on the amount of intermediate strategy and duration of their mastering, and of peculiarities of transition from one strategy to another [1].

We consider, that the definition of strategy by means of such terms as the set of rules, plan, the general scheme, some structure, etc. is little productive as these terms designate the certain set of methods which fixed firmly in activity, i.e. something static. The approach to strategy which associates with the general orientation of mental activity, its dynamics takes place in the works G.S. Sukhobska, Y.M. Kulyutkin and V.O. Molyako.

The viewing strategy of the tasks solution as structured formation that operates the process of the solution at its all stages is of great importance at the solution of constructive-technical tasks.

The purpose of article is to reveal features of cogitative activity, functioning of strategy during the solution by the students of the first course of technical specialties of constructive-technical tasks with use of complications.

Proceeding of it, the primary goals of our research consist in definition of influence on cogitative of students' activity of complications introduction during the solution of the constructive-technical tasks.

Ability to think is a property of the person. The thinking arises during interaction of the person with an external world and serves its successful realization. It is generated, first, by the need to understand any new situation to the person, new object to it that is given to it in alive contemplation, or represents or is described by words. The creative thinking is a search and opening new. For creative work, it is necessary to own ability independently and critically to think, get into essence of subjects and the phenomena, to be inquisitive, that appreciably provides productivity of cerebration.

Two groups of students (20 in each) have taken part in the experiment. They are the students of the first course of Mechanical-Technological and Design and Construction faculties of National University Life and Environmental Sciences of Ukraine.

According to the structure, the experiment consisted of such stages: theoretical training, the solution of tasks on acquainting, the solution of tasks with complications and the solution of tasks of a control series.

We have taken the constructive-technical tasks of V.O. Molyako's thesis research.

The solution of the constructive-technical tasks causes in students steady interest, as they are interested in novelty, originality of tasks, and the opportunity to make use of the practical experience.

Some possible methods of complications use at the solution of the constructive-technical tasks are offered, namely: limit of time, new variants, prohibitions, information insufficiency and so on [3, p. 82].

The results of research received by V.Z. Skakun, testify that the introduction of sudden prohibitions influences mental actions of the subject, thus, that there is faster change of variants in cogitative activity, ordering of interrelations between structures and functions aside of their optimum association [15].

In a situation with complications the great value has how quickly and successfully the subject finds a way out of the created situation, what methods are used, how complications influence on its emotional condition, on its behavior in general [7, p. 55].

It is possible to allocate such groups of students according to the reaction on introduction of the complicated conditions:

1. Students in which cogitative activity is broken, some of them refuse the solution of tasks;

2. Students that try to solve tasks in that way, as before the introduction of complications;

3. Students for whom the stimulating factor of cogitative activity is the introduction of complications.

On results of research carried out by us the majority of students concern to the third group (76 %).

In our experiment, we used a method of information insufficiency and a method of a prohibition. These methods are expedient for introduction at the stage of studying of a condition of a task as for stimulation of creative activity it is important to make active thinking at the initial stages of the process of the solution of a task.

The method of information insufficiency was used in several forms:

1. The direction of the manipulation of one of the structural elements (functional insufficiency) was not marked;

2. The task was given only in the text form;

3. Complications were combined: functional insufficiency with the text form of a task.

The text form of a task stimulates the subject to renderline the main structural element with unequivocally defined functional property, which meets the requirements of a task.

Functional insufficiency forces the subject, besides the allocation of a structural element, to allocate a functional attribute and to subordinate to the course of thinking. Therefore, during cogitative activity at the stage of condition studying of a task and plan formation the subject the most optimal unites structural elements with functional.

The solution of the constructive-technical tasks is inconceivable without use of graphic activity. Nevertheless, a level of graphic training of students is low. In addition, students are not able to display correctly a structural element in a projection. The essence of difficulties is that the students are not able to transfer correctly a structural element (as a product of figurative thinking of the subject) to graphic activity.

At modern school Drawing it is not studied, and consequently there are difficulties

At students at the initial stages of studying at high school on technical specialties, and especially at students from countryside, most of them have low level of training from disciplines behind the school curriculum.

Information insufficiency stimulates cogitative activity, thus, that the subject during thinking process, and then, having convinced of the choice correctness, uses such structural element from the mental stock which most full answers both to a condition of a task, and its graphic skill.

At introduction of information insufficiency, the role of graphic activity during the solution of the constructive-technical task is decreased. It is very difficult to allocate during the solution the stages of understanding of a condition and formation of a plan without specially given experiment. We shall notify only, that such method of information insufficiency is an effective stimulator of cogitative activity and all or a significant part of cogitative actions are directed to the searches of necessary structurally functional elements at the stages of understanding of condition and origin of intention. This idea is also confirmed by the fact that at the solution of a task on graphic activity is spent less than 40 % of time.

Within the limits of research the experiment with the purpose of features revealing of process of the solution of is constructive-technical tasks with use of a method of a prohibition has been carried out.

Transforming influence of sudden prohibitions can be connected with the change of that "tool", by means of which the pupil solved a task at the previous stages of work, and which represents less or most measure the organized system of constructive actions (in an ideal – strategy), directed on construction of the required solution, in particular analogy, a combination, reconstruction [6].

During of tasks solution by the students use the certain stamps and give advantage to structurally functional elements, ways and methods of the solution.

We considered, that introduction of a prohibition at the certain stage of solution process of the constructive-technical task makes active thinking of the subject, will destroy stamps in the choice of structural and functional elements and will qualitatively improve the solution of a task. A prohibition was introduced at the stage of studying of a task condition: carried out research earlier tasks solved by the subject, we forbade applying that type of transfer, which was used more often. Researches testify, that the prohibition positively influences on productivity of thinking, assists of activization of thought process, – helps "to extract" more remote structures and functions that increase the probability of optimal association of structurally functional elements and the correct solution from memory.

The task solutions are the solutions in analogies for the students. During the process of a prohibition method using beside with the solution of tasks in analogies, combinatory actions appear then, and they become steady in using.

Conclusions

1. So, us researches have shown, that introduction of complications during the solution of the constructive-technical tasks stirs up the cogitative activity of students, assists to enlarge the forms of necessary structurally functional groups searching, assists of construction of optimal variants of the solution of tasks.

2. The advantage of technical creativity is given to combinatory actions.

3. Our researches have shown: if it doesn't pay attention to quality of solutions of tasks with use of combination theory, and to take the fact of its use for a basis, and

frequency of combinational actions realization in cogitative activity of students has increased up to 20 % at the solution of constructive-technical with complications.

References

1. Venda, V. F. (1990). The systems of the artificial intellect. Evolution, psychology, information science. Moscow. Mashinostroyeniye. 93 p.

2. Kostyuk, G. S. (1982). The problems of psychological thinking. Psychological questions. №7. P. 8-15.

3.Molyako, V. A. (1983). Psychology of design activity. Moscow. Mashinostroyeniye. 134 p.

4. Molyako, V. A. (2002). The strategies of solution of the new tasks in the process of creative activity // Obdarovana dytyna. №4. P. 33-34.

5.Molyako V. O. (2013) Problems of functioning of creative perception in the conditions of excess of information of different modality and significance. Actual problems of psychology. Kyiv: Phoenix Publishing House. Vol. XII. Psychology of creativity. № 16. P. 7-19.

6. Molyako, V. O. (2004). Psychology of creativity – new paradigm researching of the constructive activity of a man. Practical psychology and social work. №8. P. 1-4.

7. Psychological study of creative perceptual processes at different age levels (2012). [Scientific monograph]. Kirovograd. Imex-LTD. 211 p.

8.Tretyak T. M. (2015). Creative perception of information by students in solving problems of free construction/ Technologies of Intellect Development. [Electronic Journal]. Vol. 1. № 10. Access mode: http://psytir.org.ua/index.php/technology_intellect_develop/article/view/196

9. Tretyak, T. M. (2005). Solving of the tasks by pupils in the complicated conditions. The creative potential of a personality: problems of the development and realization: Materials of Ukrainian scientific-practical conference (Kiev, 15.02.2005). Editors: O.B. Tereshyna, P.Y. Lypskyy. Kyiv. P. 264-267.

10.Skakun, V. Z. (1986). Applying of the creative training in senior pupils' training to a work. In the article book Psychology. №26. Kiev. Radyanska Shkola. P.52-60.

11. Shupeiko, I. G. (1983). Evolution and transformation of the solution strategies of the operative tasks in the process of studying. Thesis abstract of Candidate of Psychology Science. Moscow. 25 p.

УДК 631.372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИЙ ТИПОРОЗМІРНИЙ РЯД МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Рівень універсальності мобільних енергетичних засобів сільськогосподарського призначення виробництва вітчизняних тракторобудівних підприємств знаходиться на рівні 0,38…0,57 при максимальному значенняі цього показника рівному 1,0. В технологічних процесах реалізується щонайбільше 25…30% закладеного в конструкцію вітчизняних енергозасобів потенціалу визначеного за критерієм «коефіцієнт універсальності конструкції». Однією з причин цього є те, що діючий сьогодні в Україні типаж мобільних енергетичних засобів (МЕЗ) не відповідає умовам ефективного ведення сільськогосподарського виробництва і потребує вдосконалення.

Метою даної роботи є розроблення багатопараметричного типорозмірного ряду мобільних енергетичних засобів сільськогосподарського призначення.

На основі аналізу ринку енергозасобів для сільськогосподарського виробництва, вимог до них з боку споживачів та напрямів подальшого розвитку встановлено, що типаж МЕЗ доцільно будувати багатопараметричним і в якості головних параметрів прийняти:

- номінальне тягове зусилля, яке, на даному етапі, обумовлюється десятьма тяговими класами, а саме: 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6 та 8;
- потужність встановленого двигуна представлена геометричним рядом, який характеризується межами 5-406 кВт, знаменником q = 1,192 та двадцятьма шістьма членами, а саме: 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 17; 20; 24; 29; 35; 41; 49; 59; 70; 83; 99; 119; 141; 169; 201; 240; 286; 341 та 406 кВт;
- рівень універсальності, який передбачає п’ять базових рівнів розташованих у геометричній прогресії з знаменником $q_{ук}$ = 1,778, а саме: 0,10; 0,18; 0,32; 0,56 та 1,00 і дев’ять, розташованих за правилами арифметичної прогресії з різницею d = 0,10 проміжних рівнів універсальності, а саме: 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 та 0,90.

Взаємодія головних параметрів здійснюється за схемою: певному тяговому класу відповідають енергозасоби, потужність двигунів яких дозволяє реалізувати тягові зусилля, обумовлені експлуатаційною масою та масою баласту в розмірі конструкційної маси цього енергозасобу, або покриває витрати на переміщення і привід енергомісткої машини; вищому рівню потужності відповідає вищий рівень універсальності енергозасобу.

Проведеними дослідженнями встановлено, що перспективний типаж МЕЗ доцільно представляти багатопараметричним, головними параметрами якого є номінальне тягове зусилля, потужність встановленого двигуна та рівень універсальності, які взаємодіють за схемою: певному тяговому класу відповідають енергозасоби, потужність двигунів яких забезпечує реалізацію заданих тягових зусиль, або обумовлена витратами на переміщення і привід енергомісткої машини; вищому рівню потужності відповідає вищий рівень універсальності енергозасобу.

УДК 631.312
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО КОРПУСУ ПЛУГА

Д. А. Рубець
В. С. Тур
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Одним із визначальних факторів конкурентоспроможності сільськогосподарської техніки є надійність. Особливо зі збільшенням одиничної потужності енергетичних об’єктів та їх швидкодії зростає значення використання великогабаритних агрегатів і комбінованих машин. За рахунок таких факторів виробники досягають підвищення надійності тракторів і сільськогосподарських машин.

Удосконалення методів проектування з використанням комп'ютерних систем, випробування конструкцій різних вузлів і деталей на стадії проектування, перевірка їх надійності перед початком виробництва. Використання в конструкціях машин достатньо розвиненої високонадійної елементної бази. Використання нових якісних конструкційних матеріалів для виготовлення деталей, вузлів та основних елементів машин. Удосконалення технологій виробництва та контролю якості матеріалів, комплектуючих і виготовлення машин на всіх етапах виробництва.

Заводи сільськогосподарського машинобудування та їх субпідрядники оснащені сучасним обладнанням та висококваліфікованими кадрами. Вони розробили та впроваджують комплекс заходів, спрямованих на забезпечення високої якості продукції. Одним з найважливіших заходів є комплексний контроль. Починається з перевірки сировини, заготовок деталей і вузлів, що надходять від партнерів. Основним елементом системи забезпечення високої якості є ретельний контроль за дотриманням технологічних регламентів, станом обладнання та інструментів, точним дотриманням технічних стандартів на всіх етапах виробництва.

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу найкращі умови для посадки сільськогосподарських культур створено завдяки таким заходам, як покращення структури, запобігання бур'янам, хворобам і комах-шкідників, загортання рослинних решток, внесення добрив. Обробіток грунту є одним з найважливіших факторів, що визначають його здатність забезпечувати рослини водою і повітрям. В останні роки з метою захисту навколишнього середовища від хімічного забруднення спостерігається тенденція до скорочення використання хімікатів для боротьби зі шкідниками та бур'янами. Обробіток ґрунту в основному поділяється на основний і додатковий або поверхневий обробіток ґрунту. Основний обробіток включає оранку, рихлення, оранку з одночасним рихленням, нарізання борозни, утворення мікропідвищень. До основного обробітку ґрунту відноситься оранка, рихлення, оранка з одночасним рихленням, нарізання борозни, утворення мікропідвищень. Додатковий обробіток складається з вирівнювання і планування поверхні, поверхневого рихлення і покривне боронування.

Якість процесу обробітку ґрунту та його енерговитрати залежать від параметрів і режиму роботи ґрунтообробних знарядь, а також від механічних властивостей ґрунту. Серед параметрів і геометрії компонентів корпусу плуга, що впливають на якість процесу та його енергію, слід звернути увагу на геометрію та параметри робочого органу дискового обробітку ґрунту.

Дискові плуги придатні для обробки кам'янистих, важких, болотистих ґрунтів, ґрунтів, сильно забруднених дикорослими, бур'янами та інших місць, де не можна використовувати звичайні плуги. Принцип роботи дискового плуга заснований на технології використання робочого органу, що здійснює складні обертально-поступальні рухи. Натрапляючи на перешкоду в землі, дисковий плуг перекочується через неї. У сільському господарстві дисковий плуг використовується для лущення стерні, з чим він справляється краще, ніж його аналоги з лемішем. Ці плуги добре зарекомендували себе при роботі на розмиваних схилах і ґрунтах, які схильні до ерозії.

З метою використання дискових ґрунтообробних знарядь на різних типах ґрунтів та покращення надійності конструкції, розроблено конструкцію пристрою, що з'єднує дискову полицю зі стійкою. Така конструкція має певні переваги, такі як регулювання положення диска щодо напрямку руху та поверхні поля. Простота конструкції дозволяє швидко регулювати кут атаки диска за допомогою пальців, які утримують тіло вузла в потрібному положенні. Запропонована конструкція має отвори, які відповідають конкретним значенням кута атаки диска. Запропонований блок призначений для установки на стійку, яка також є рухомою.

Запропонована конструкція рами з механізмом регулювання кута атаки дисків дозволяє працювати на різних типах ґрунту та підвищує продуктивність за рахунок зміни ширини захвату та глибини обробітку, тому цю тему можна вважати актуальною.

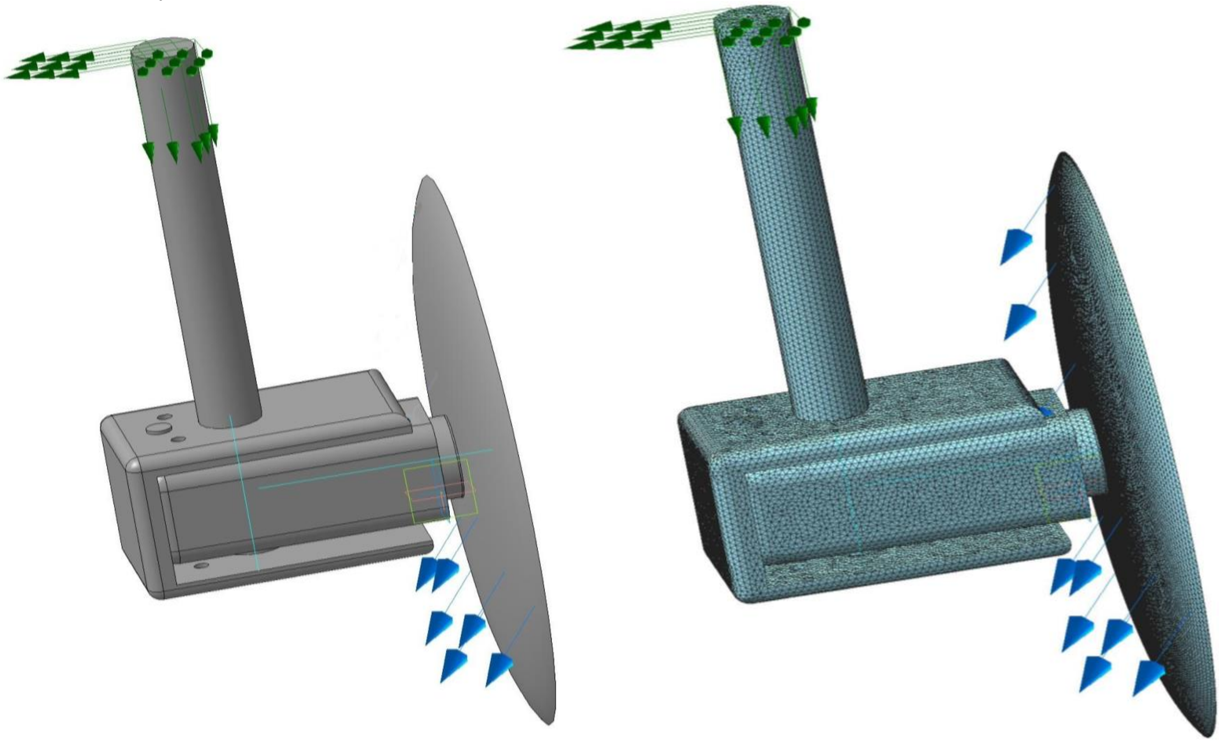


Рис. 1. 3D модель запропонованої конструкції.

У даній конструкції дискового корпуса плуга передбачено можливості зміни кута атаки дискового робочого органу безпосередньо на самій стійці, що дозволяє здійснити швидке регулювання на змінних ґрунтах, та зекономити час. При роботі покращеної конструкції, з’явилась можливість змінювати 3 кути атаки, 39°,42°,45° та виконувати обробіток ґрунту на глибині в діапазоні від 6 до 12 см, в діапазоні зміни швидкості від 6 до 12 км/год.

Для розробки даного вузла була використана система автоматизованого проектування КОМПАС-3D, за допомогою якої виконано тривимірну модель конструкції та виготовлено проектно-технічну частину.

Проведений силовий аналіз в програмі КОМПАС 3D (додаток APM FEM) дав можливість проаналізувати вплив сил, що діють при обробітку ґрунту на поверхню диска та конструкцію корпусу плуга вцілому.

Список літератури

1. Войтюк Д. Г., Пилипака С. Ф. До визначення траєкторії руху частинок ґрунту по циліндричних поверхнях робочих органів ґрунтообробних знарядь// Механізація с.г. виробництва. 1999. Т. V. С. 242–250.

2. Гаврилюк М. М., Адамчук В. В., Грицишин М. І. Техніко-технологічне забезпечення мінімізації обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. 2008. №1. С. 11–12.

3. Гуков Я. С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. 1999. 279 с.

4. Курка В. П. Дослідження силових характеристик полиці корпуса плуга з раціональною кривизною поверхні. Наук. вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». Київ. 2012. Вип. 185. С. 87–93.

5. Бабицкий Л. Ф. Взаимосвязь деформационной постоянной и твердости почвы как основа для определения формы почвообрабатывающих рабочих органов. Вісник аграрної науки. 1994. №4. С. 94–97.

6. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М. Я. Сільськогосподарські машини:основи теорії та розрахунку: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 543 с.

УДК 631:372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

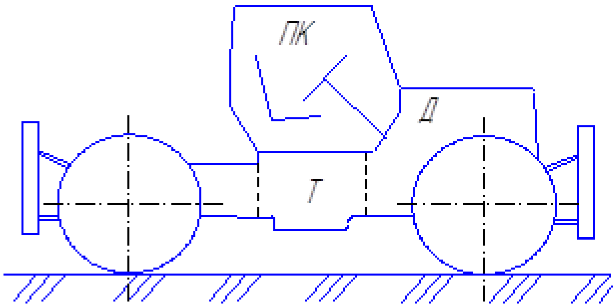
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОЗАСОБІВ ІНТЕГРАЛЬНОГО КОМПОНУВАННЯ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

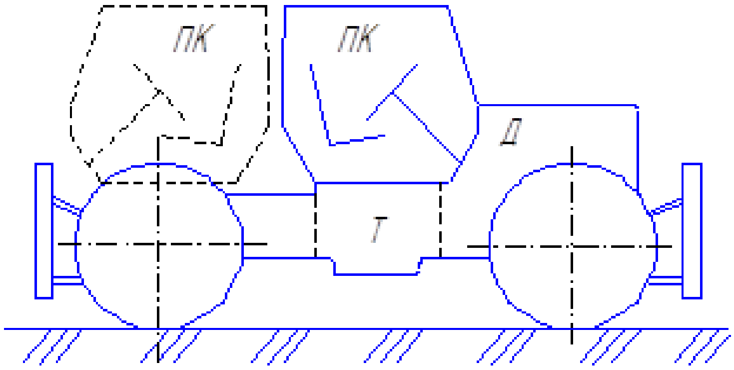
Тракторобудівні підприємства істотно розширили номенклатуру своєї продукції включаючи і випуск машин не традиційних для себе конструктивно-компонувальних схем, включаючи і інтегральну, що внесло зміни в цінову політику підприємств і не завжди мало позитивний вплив на собівартість кінцевої продукції сільського господарства. За таких умов актуальними є питання, які спрямовані на визначення стану та напрямів розвитку інтегральної конструктивно-компонувальної схеми мобільних енергетичних засобів (МЕЗ).

Метою досліджень даної роботи є встановлення напрямів розвитку мобільних енергетичних засобів інтегральної конструктивно-компонувальної схеми.

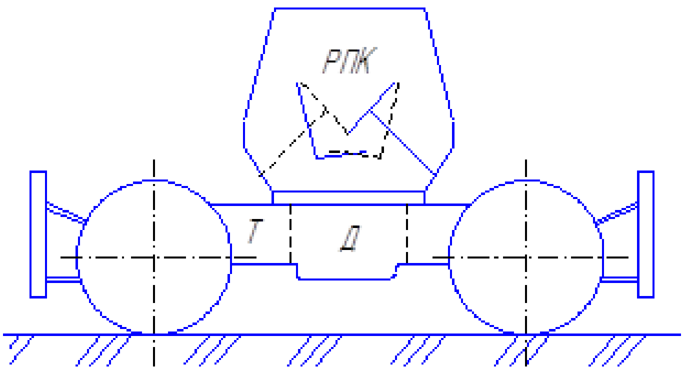
Енергозасоби інтегральної конструктивно-компонувальної схеми різних виробників можуть виконувати різний перелік технологічних операцій, що достатньо повно може бути представлено значеннями коефіцієнта універсальності конструкції $K_{ук}$. Зокрема, в результаті попередніх досліджень встановлено, що трактор ХТЗ-16131 характеризується рівнем універсальності $K_{ук}$ = 0,57, в той час, як для енергозасібу Fendt-524 Xylon $K_{ук}$ = 0,79. Максимальне значення названого показника для інтегральної конструктивно-компонувальної схеми, з урахуванням сучасного розвитку технологій тракторобудування і сільськогосподарського виробництва, представленої енергозасобами типу ХТЗ-16131 не перевищить 0,82, а енергозасобами типу Fendt-524 Xylon – 0,91. За таких умов можна виділити основні напрями розвитку інтегральної конструктивно-компонувальної схеми енергозасобів – рис. 1. Подальші конструктивні зміни в компонуванні не дозволять істотно підвищити рівень універсальності енергозасобу, а тому їх реалізовувати доцільно в інших конструктивно-компонувальних схемах енергозасобів.



а)



б)



в)

а – міжбазове (центральне розташування поста керування), не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія; б – переставний реверсивний пост керування; в – «симетрична» інтегральна компоновка з реверсивним не переставним постом керування; Д – двигун; Т – трансмісія; ПК – пост керування; РПК – реверсивний пост керування

Рис. 1. Інтегральна конструктивно-компонувальна схема та пріоритетні етапи її розвитку.

Таким чином можна стверджувати, що енергозасоби інтегральної компоновки, у відповідності до вимог споживача, можуть в широкому діапазоні характеристик змінювати свої споживчі якості до досягнення рівня універсальності конструкції $K_{ук}$ = 0,82–0,91 при максимальному його значенні рівному 1,0 за рахунок реалізації трьох варіантів схем, а саме: 1 – міжбазове (центральне розташування поста керування), не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія (рис. 1*а*); 2 – переставний реверсивний пост керування (рис. 1*б*); 3 – «симетрична» інтегральна компоновка з реверсивним не переставним постом керування (рис. 1*в*).

В результаті проведених досліджень встановлено, що з метою забезпечення сучасних вимог споживача інтегральну конструктивно-компонувальну схему енергозасобів доцільно реалізовувати з дотриманням її основних ознак та відмінностями, які концентруються у трьох варіантах схемних рішень, а саме: 1 – міжбазове (центральне розташування поста керування), не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія; 2 – переставний реверсивний пост керування; 3 – «симетрична» інтегральна компоновка з реверсивним не переставним постом керування.

УДК 654.16

СПОСІБ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ З ДАТЧИКІВ ВАКУУМНОГО СУШИЛЬНОГО БАРАБАНУ ПО BLUETOOTH

В. О. Швидя, к.т.н., с.н.с.
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», смт. Глеваха, Україна

Вакуумне сушіння сільськогосподарських матеріалів є перспективною технологією щадного сушіння [1-3], що дає можливість зменшити втрати корисних речовин та зниження посівних якостей насіння після сушарки у порівнянні з конвективними [4, 6]. Для подолання нерівномірності сушіння по товщині шару було запропоновано циліндричний сушильний барабан з лопатками, всередині якого створюється вакуум [5, 7-9]. При технологічному процесі сушіння вакуумний сушильний барабан обертається, при цьому завдяки лопаткам, які приєднані до внутрішньої поверхні барабану, відбувається перемішування матеріалу, що сушиться, по товщині шару. Таким чином, температура по товщині шару всередині вакуумного сушильного барабану вирівнюється, а значить покращується рівномірність сушіння. Для контролю за технологічним процесом необхідно постійно слідкувати за значенням температури нагріву матеріалу, що сушиться, його вологістю та значенням вакууму всередині сушильного барабану. Для цього використовують датчики.

Так як сушильний вакуумний барабан обертається для передачі сигналу з датчиків до системи керування, то для уникнення намотування провідників використовують контактні кільця та ковзні контакти. Проте даний спосіб передачі даних є ненадійним, тому що при обертанні можливі короткочасні розриви електричного контакту між ковзним контактом та контактним кільцем, призводячи до збоїв у роботі системи керування та утворення додаткових радіоперешкод. Для покращення роботи вакуумних барабанних сушарок сільськогосподарських матеріалів необхідний надійний спосіб передачі даних з датчиків, які розташовуються всередині вакуумного сушильного барабану.

Метою даної роботи є розроблення надійного способу передачі даних з датчиків, які розташовуються всередині вакуумного сушильного барабану, який не використовує контактні кільця та ковзні контакти.

Для уникнення контактних кілець та ковзних контактів необхідно взагалі відмовитись від провідної передачі даних. Треба застосовувати стандартизовані методи цифрової передачі даних по радіозв’язку, зокрема Bluetooth. Ця недорога цифрова радіотехнологія широко застосовується в електроніці. Зважаючи на невеликий об’єм даних з датчиків, які розташовуються всередині вакуумного сушильного барабану, та додатковий захист від радіоперешкод, технологію Bluetooth можливо застосовувати для передачі даних до системи керування. На рисунку показано можливу реалізацію передачі даних з датчиків вакуумного сушильного барабану до системи керування.

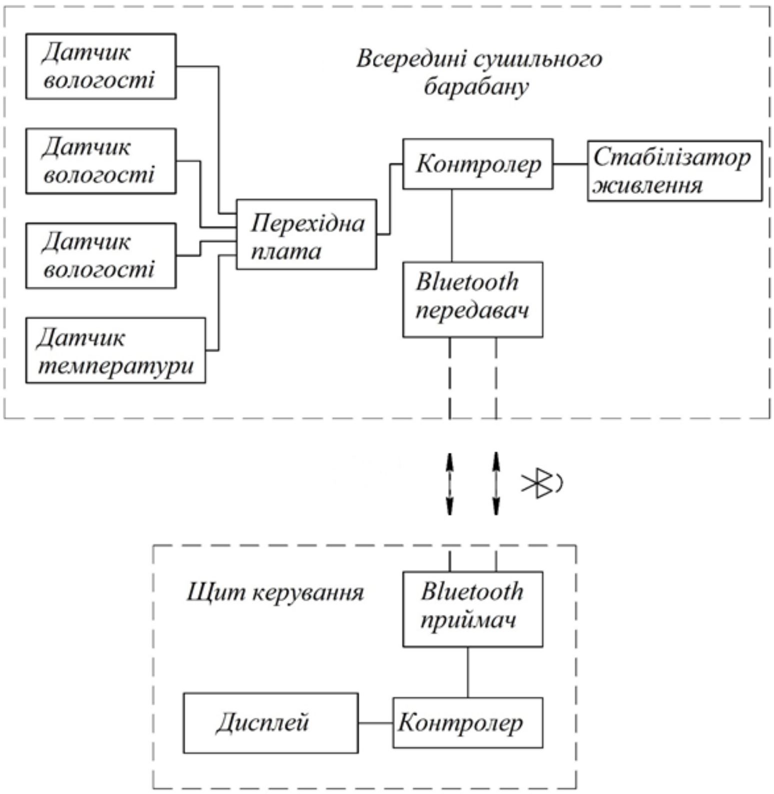


Рис. Схема передачі даних з датчиків вакуумного сушильного барабану до системи керування.

Датчики вологості та температури всередині вакуумного сушильного барабану через перехідну плату з'єднані з контролером, який передає зашифровані дані на Bluetooth-передавач. Bluetooth-передавач по радіоканалу передає дані на Bluetooth-приймач, що розташований всередині щита керування та з'єднаний з контролером. Розшифровані дані з контролера подаються на дисплей або можуть використовуватись для автоматичного підтримання режиму сушіння. Передача радіохвиль з внутрішньої частини вакуумного сушильного барабану можливо забезпечити через вікна в кришці, які є прозорими для радіохвиль, так як виготовляються, як правило, із органічного чи мінерального скла для візуального огляду матеріалу, що сушиться. Тому Bluetooth-передавач треба розміщувати як найближче до вісі обертання вакуумного сушильного барабану.

Таким чином, стандартизована цифрова технологія bluetooth забезпечує надійний, стійкий до перешкод канал радіозв'язку з датчиків вакуумного сушильного барабану до системи керування, тому може бути використана у системах автоматики барабанних сушарок.

Список літератури

1. Насиковский А. Б. Установка для вакуумной сушки семян рапса. Вестник Винницкого политехнического университета. 2007. № 4. С. 136–139.

2. Кутовой В. А. Развитие научных основ энергоэффективного термовакуумного сушильного оборудования : автореф. дис. … докт. техн. наук. Львов, 2015. 42 с.

3. V. Adamchuk, V. Shvidia. Experimental study of vacuum drying seeds of grain crops. Mechanization in agriculture & conversing of the resources. 2018. Issue 2. P. 46–48.

4. Б. І. Котов, Р. А. Калініченко, С. П. Степаненко, В. О. Швидя, В. О. Лісецький. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилювання, охолодження): монографія. Ніжин. Видавець ПП Лисенко М. М. 2017. 552 с.

5. Швидя В. О., Коновал О. О. Теоретичне обґрунтування основних конструкційно-режимних параметрів сушильного барабана вакуумної сушарки насіння. Інноваційні технології в АПК: збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції, 20-21 травня 2021 р. Луцьк. 2021. С. 144–146.

6. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Solomka O. V., Popyk P. S., Shvidia V. O., Stepanenko S. P. Experimental studies of drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. INMATEH. Agricultural Engineering. 2019. Vol. 57(1). P. 141–146.

7. Швидя В. О., Анеляк М. М., Степаненко С. П. Обґрунтування використання всмоктуючого повітряного потоку при сушінні зерна. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2017. Вип. № 6 (105). С. 81–86.

8. Котов Б. І., Калініченко Р. А., Степаненко С. П., Швидя В. О. Математична модель процесу сушіння з перехресним рухом зерна і сушильного агента при його секційному вводі. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2019. Вип. 199. С. 75–83.

9. Котов Б. І., Степаненко С. П., Швидя В. О. Наближений метод розрахунку кінетики сушіння сільськогосподарських матеріалів у нерухомому шарі активним вентилюванням. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2016. Вип. 1(93). С. 48–51.

УДК 631:372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОЗАСОБІВ КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ САМОХІДНОГО ШАСІ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Обсяг технологічних операцій, які можуть бути виконані з використанням енергозасобу певної конструкції та ефективність його використання у складі агрегату визначають склад машинно-тракторного парку господарства. Останнім часом підприємства з виготовлення спеціалізованих самохідних машин ставлять акценти на створення таких агрегатів на базі самохідних шасі. За таких умов актуальними є питання, які спрямовані на вивчення реального стану використання та напрямів розвитку енергозасобів компонувальної схеми самохідного шасі.

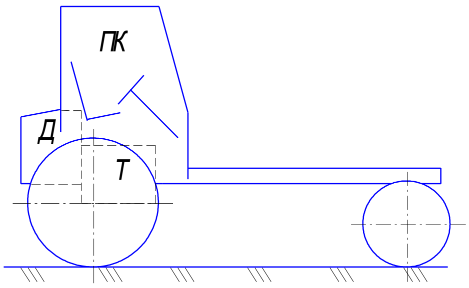
Метою досліджень даної роботи є встановлення перспектив розвитку енергозасобів компонувальної схеми самохідного шасі.

Конструктивно-компонувальна схема самохідного шасі сьогодні відтворюється в наступних конструкціях: власне самохідне шасі, трактор вільного огляду та несуче багатоцільове шасі

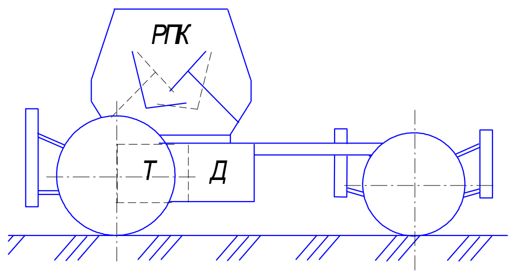
За результатами попередніх досліджень встановлено, що самохідне шасі типу Т-16МГ характеризується рівнем універсальності $K_{ук}$ = 0,38. Максимальне значення названого показника для самохідного шасі, потенційно може скласти 0,95, а за умови збільшення максимальної швидкості руху і 1,00, тобто досягти найвищого значення.

Конструктивно-компонувальна схема енергозасобу впливає на значення показника «наявність вантажного майданчика» і визначає можливість агрегатування на рамі енергозасобу технологічного модуля з прямоточним технологічним процесом.

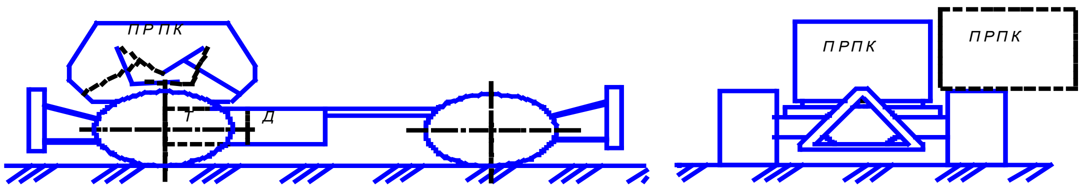
За таких умов, з метою отримання максимального значення коефіцієнта універсальності конструкції, доцільно виділити основні напрями розвитку конструктивно-компонувальної схеми самохідних шасі (рис. 1), які реалізуються в трьох варіантах схемних рішень, а саме: 1 - розташування поста керування над задньою віссю і заднє розташування двигуна, не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія а всі інші ознаки повинні відповідати тим, що стосуються компоновки самохідного шасі (аналог Т-16МГ) – рис. 1*а*; 2 – реверсивний пост керування, реверсивна трансмісія, міжбазове розташування моторно-силового блока, а всі інші ознаки повинні відповідати тим, що стосуються компоновки трактора з вільним оглядом - рис. 1*б*; 3 - реверсивний переставний в поперечно- вертикальній площині пост керування, реверсивна трансмісія, міжбазове розташування моторно-силового блока, а всі інші ознаки повинні відповідати тим, що стосуються несучого багатоцільового самохідного шасі.



а)



б)



в)

а – схема енергозасобу типу Т-16МГ; б- схема енергозасобу типу Fendt 380GHA; в – перспективна схема самохідного шасі; Д – двигун; Т – трансмісія; ПК – пост керування; РПК – реверсивний пост керування; ПРПК – переставний реверсивний пост керування

Рис. 1. Конструктивно-компонувальна схема самохідного шасі та прогноз її розвитку.

В результаті проведених досліджень встановлено, що з метою забезпечення вимог споживача конструктивно-компонувальну схему самохідного шасі доцільно реалізовувати з дотриманням її основних ознак притаманних власне самохідному шасі, трактору вільного огляду та несучому багатоцільовому шасі, які концентруються у трьох варіантах схемних рішень, а саме: 1 – розташування поста керування над задньою віссю і заднє розташування двигуна, не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія; 2 – реверсивний пост керування, міжбазове розташування моторно-силового блока реверсивна трансмісія; 3 – реверсивний переставний в поперечно-вертикальній площині пост керування, реверсивна трансмісія, міжбазове розташування моторно-силового блока.

УДК 621.04.001
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВАЛИЛЬНО-ПАКЕТУВАЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ

Л. Л. Тітова, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

Серія 900K: валильно-пакетувальні машини John Deere. На відміну від харвестерів, валочно-пакетувальні машини, призначені для вибіркової або суцільної рубки, використовуються тільки для роботи в лісі. Вони валять дерева і складають їх для подальшого транспортування на складську майданчик. Один з лідерів ринку лісозаготівельної техніки, американський виробник лісових машин John Deere сьогодні пропонує дві серії валильно-пакетувальних машин - 700J (моделі 753 і 759) і модернізовану 900K (моделі 903 і 909), особливості якої ми і розглянемо.

Потужна оновлена серія K пропонує покупцям ряд удосконалень - у всіх моделях цієї серії використовується двигун стандарту Tier3 об'ємом 9,0 л, який полегшує підйом, обертання і переміщення, оновлено внутрішнє оснащення кабіни, в тому числі система обігріву, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC). Всі блоки управління і програми сторонніх постачальників замінені власними аналогами John Deere.

Ходова частина служить підставою для кабіни, стріли і корпусу машини. Залежно від типу гусеничної стрічки кількість нижніх ковзанок може варіюватися від восьми до десяти. Ходова частина без системи вирівнювання поворотної платформи сконструйована таким чином, щоб витримувати серйозні навантаження при виконанні лісогосподарських робіт і гарантувати необхідну маневреність. У гусеничної рами П-подібна форма і укріплена канальна секція, що забезпечує високу продуктивність при важких умовах роботи.

Всі моделі оснащуються цільної провідною зірочкою із захистом від снігу та бруду, що істотно підвищує ефективність роботи машини і знижує навантаження на гусеницю при роботі на незручному грунті. Для переміщення верхньої частини гусеничної стрічки використовуються верхні напрямні або опціонально встановлюються верхні підтримують катки. На ходової частини з вирівнюванням поворотної платформи такої опції немає.

Завдяки точній і ефективній системі вирівнювання платформи з плавним і м'яким управлінням центр ваги машини ніколи не виходить за кордон гусениць, що гарантує відмінну стійкість машини на крутих схилах і нерівних поверхнях. Управління системою здійснюється вручну, за допомогою джойстиків. Для оптимальної продуктивності поворотну платформу можна нахиляти в чотирьох напрямках: до 26 градусів вперед, до 14 градусів з боку в бік і до 7 градусів назад. На всі машини серії 900K встановлюється стандартний підшипник поворотного круга і два гідромотора механізму повороту.

На поворотній платформі знаходяться основні компоненти машини: кабіна, двигун і радіатори, гідравлічні насоси та клапани, а також гидробак і паливний бак. Якщо уважно придивитися до зовнішнього оснащенню моделей серії K, то можна помітити декілька відмінностей від серії J. Одне з них стосується системи освітлення. Тепер в лобовій частині кабіни встановлено шість незалежних прожекторів, що в два рази більше, ніж на моделях серії J. Чотири бічних прожектора використовуються для постійного робочого освітлення, а два центральних – активуються при русі. Така компоновка джерел світла дозволяє оператору вільно вибирати напрям освітлення, що забезпечує хорошу видимість в будь-яких умовах.

Ємність паливного бака на всіх моделях серії K становить 1117 л. Циліндр блокування відкидний кришки був перенесений для більш зручного розміщення трубок гідравлічної системи. У висунутому положенні циліндр надійно фіксує кришку відсіку. Якщо натиснути кнопку відкриття відкидний кришки на герметичній кнопкової панелі (SSM), циліндр буде автоматично втягнутий.

У нових моделях відкидна кришка двигуна укріплена для захисту внутрішніх компонентів. Металева обшивка системи охолодження модифікована, щоб вміщати більші радіатори, турбіну із змінною геометрією (VGT) і компоненти системи рециркуляції відпрацьованих газів. Нарешті, змінена конструкція і орієнтація повітряної коробки для полегшення доступу до повітряного фільтру і підвищення надійності коробки, коли відкидна кришка відсіку закрита.

На всіх моделях серії 900K встановлений двигун John Deere PowerTech PlusTM 6090H об'ємом 9,0 л, який відповідає стандартам EPA Tier 3 і EU Stage IIIA по складу вихлопних газів. Система охолодження модернізована, однак вона як і раніше включає в себе вентилятор з системою реверсу і змінною швидкістю.

Завдяки повному, нічим не обмеженому доступу до сервісного відсік можна проводити всі необхідні роботи в безпосередній близькості від двигуна. У нових моделях, оснащених двигунами Tier 3, - на відміну від попередніх серій - дуже важливо постійно підтримувати рівень охолоджувальної рідини через використання технології рециркуляції відпрацьованих газів (EGR).

На всі машини серії 900K встановлюється стандартний генератор змінного струму номінальною силою струму 100 А (або опціональний 130 А) для максимального заряду акумуляторних батарей в холодну погоду.

Насос вентилятора є аксіально-поршневим із змінним робочим об'ємом. Датчики контролюють температуру охолоджуючої рідини двигуна, гідравлічної оливи і наддувочного повітря. Залежно від температурних показників блок управління трансмісії регулює швидкість обертання вентилятора за допомогою відповідного електромагнітного клапана, розташованого на регуляторі насоса.

Основна гідравлічна система являє собою систему з компенсацією втрат тиску і зворотним зв'язком (PCLS). Завдяки цьому гідравлічні насоси подають рівно стільки масла, скільки необхідно для виконання гідравлічних функцій. Отже, підвищується ефективність роботи. Крім того, підвищується точність вимірювань, що спрощує електрогідравлічне управління машиною. Число переміщень важеля і прикладаються зусилля мінімальні.

Насос подає потік масла через розподільник навісного обладнання, розташований на кінці гідроциліндра рукояті. Цей потік приводить в дію циліндри поворотного пристрою і циліндри затискачів на валяльною голівці. Насос відключається при запуску, щоб скоротити зайве навантаження на двигун, і включається при активації гідравлічної системи за допомогою герметичної кнопкової панелі (SSM).

Гідравлічне масло підкачується в гідробак за допомогою наповнювального насоса з ручним приводом. Перш ніж потрапити в бак, воно проходить через фільтри поворотного масла. У гидробака два зливні отвори: одне знаходиться на корпусі фільтру і використовується при заміні фільтра поворотного масла, а інше знаходиться в днище гидробака і призначене для зливу масла з всієї системи. Сапун вентилює гидробак при скачках температури і зміни рівня рідини.

Зручне крісло, кнопкова панель управління машиною, багатофункціональний монітор – і це ще не всі переваги кабін серії K. Під внутрішнє оснащення кабіни було внесено низку змін, що підвищують зручність роботи. По-перше, горизонтальний халепу лобового скла замінений вертикальним, що істотно покращує огляд в порівнянні з попередніми серіями. Заднє скло забезпечує оператору хороший огляд. На всіх моделях серії передбачена можливість установки опціональною витяжної сонцезахисної штори.

Система обігріву, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC) була повністю модернізована. Тепер вона більш ефективно справляється з такими завданнями, як обігрів, охолодження і відтавання.

Надійні валочні головки є невід'ємною частиною машин серії 900K. Модернізований шарнір бічного нахилу головки володіє втричі більшим ресурсом, а патентована конструкція дискової пили забезпечує обертання зі швидкістю 1300 об/хв.

Високоспритні валочні головки дозволяють зрізати більше дерев з одного положення і за один прохід спиляти обсяг цілої пачки для трелювального трактора. Встановлювана за замовленням подовжена стріла дозволяє збільшити радіус валки до 9,75 м. Патентування конструкція дискової пили зі зміщенням і цільними повертаються пільнимі зубами запобігає затягування пили в місці пропила і зменшує час простоїв.

Щорічно компанія John Deere інвестує більше мільярда доларів у дослідження та розробки. Уявіть: кожен робочий день американський гігант вкладає в науку 4,5 мільйона доларів! У John Deere один з найвищих коефіцієнтів співвідношення коштів, вкладених в науку, з обсягами продажів у галузі. Гонка технологій відбувається насамперед при розробці електронних систем управління – цифрового мозку машини. Вдосконалені системи управління роблять техніку більш гнучкою, функціональної та маневреної, але, як правило, підвищують складність управління для оператора. Тому впровадження високих технологій необхідно співвідносити з майбутніми витратами лісозаготівників на навчання фахівців.

Згідно з опитуваннями і статистикою, покупці комплексів для хлистової лісозаготівлі цінують в управлінні простоту і надійність, тому найчастіше основним «полігоном» для випробування передових технологій стають сортиментні машини.

Система дистанційного контролю показників TimberLink використовується на ХАРВЕСТЕР і форвардера John Deere. Вона дозволяє аналізувати показники в будь-який момент, відслідковувати зміну даних на одній і тій же машині і порівнювати інформацію про роботу різних комплексів за певний проміжок часу.

За допомогою TimberLink продуктивність роботи машин і їх технічний стан можна контролювати не виходячи з офісу. Дані передаються з електронних керуючих центрів лісозаготівельних машин в офіс прямо, по електронній пошті, або ж переносяться за допомогою USB-карти пам'яті. Оператор також може відрегулювати налаштування техніки для підвищення продуктивності роботи з урахуванням особливостей конкретної ділянки.

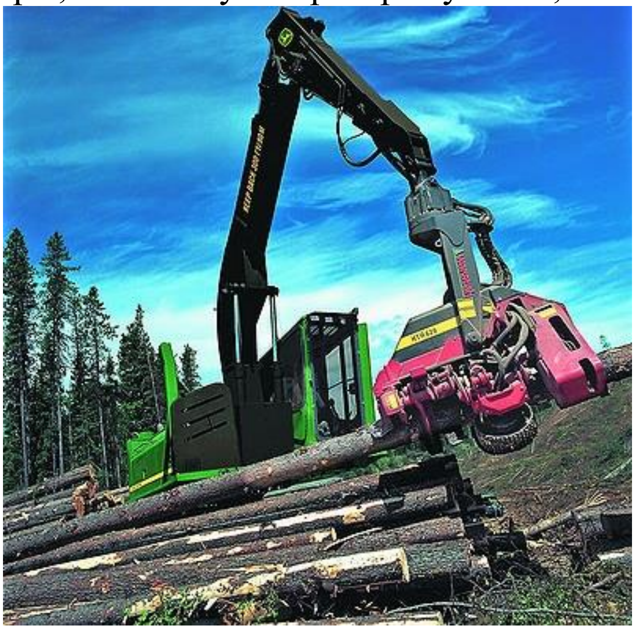
TimberLink корисна і при профілактичному техобслуговуванні: вона постійно збирає й обробляє дані про стан машини. Наприклад, вимірювання технічних показників всіх складових частин машини дозволяє відстежувати знос різних компонентів і вчасно проводити техобслуговування або плановий ремонт. Крім того, система аналізує причини збільшення витрати палива, вчасно сигналізуючи про можливі неполадки, які й стають причиною перевитрати.

Для звалювальних машин фахівці компанії John Deere розробили систему програмованого реверсу вентилятора радіатора. Під час роботи в лісі, особливо взимку, радіатор забивається тирсою і / або снігом, що ускладнює охолодження двигуна. Радіатор потребує регулярного очищення. Тому конструкція гідроприводу вентилятора для звалювальних машин John Deere передбачає можливість обертання вентилятора у зворотний бік. При цьому повітря видувається назовні з моторного відсіку, очищаючи радіатор від забруднення. Час включення реверсу можна запрограмувати за допомогою бортового комп'ютера з мінімальним інтервалом тридцять хвилин. Ця функція забезпечує безперебійну роботу радіатора, мінімізуючи простої і збільшуючи термін служби техніки, якої не доводиться працювати при підвищеній температурі.

При регулярних запусках двигуна в складних умовах, наприклад у сильний мороз, стартер швидко зношується. Якщо оператор утримує кнопку запуску двигуна більше 30 секунд, компоненти стартера піддаються серйозній нагруз-ке, а акумулятор розряджається. На валильно-пакетувальних машинах John Deere встановлена система, яка відключає стартер після 30 секунд роботи і не дає використовувати його повторно протягом хвилини після включення, дозволяючи відновитися току в батареях.

Всі перераховані системи – власні розробки компанії John Deere, і на російському лісозаготівельному ринку машини тільки цього виробника оснащені подібними «розумними технологіями», які можуть полегшити роботу лісозаготівників, підвищити її продуктивність і оптимізувати витрати на ремонт і техобслуговування лісозаготівельних комплексів John Deere.

Різноманітність потреб ринку сприяє тому, що на базі стандартних екскаваторів створюються більш складні платформи, які підходять для проведення лісозаготівельних робіт у складних умовах. Саме це і призвело до появи лісозаготівельних машин з поворотною платформою серії «D». Розглянемо їх особливості на прикладі моделі 2154D. Виготовлена спеціально для роботи в складних лісових умовах, гусенична машина 2154D може виконати функції лісового екскаватора, гусеничного харвестера і навантажувача. Яка б не була задача – навантаження сортиментів, будівництво доріг, валка лісу або розкряжування, 2154D успішно з нею впорається.



Технічні характеристики нової моделі лісонавантажувача від John Deer вражають. Щоб витримати суворі умови роботи в лісі, вона оснащена міцною сталевою рамою, потужними гусеницями, поворотним механізмом зі збільшеним підшипником для продовження терміну служби і зовнішніми системами видалення сміття, які максимально скорочують час простою. Включається по необхідності гідравлічний вентилятор з функцією реверсу забезпечує працездатність машини. А стандартний паливний бак об'ємом 1050 л збільшує час роботи без дозаправки. Завдяки робочої голівці Waratah процесор 2154D може виконати високопродуктивну роботу по розпилу та обробки дерева. Тандем Deere-Waratah оснащений системою TimberRite, яка гарантує точність і надійність технічних операцій по заготівлі деревини.

Конфігурації процесора і харвестера дозволяють виконувати всі роботи з вантажної платформи безпосередньо на ділянці рубки. Крім того, на машину можна встановлювати різне додаткове устаткування, включаючи чагарникові граблі, прокладчики доріг і гідравлічний захоплення. Останній покращує підйомні характеристики і дозволяє збільшити розміри подають ліній гідравліки. Спеціально розроблена стріла і важіль дають можливість використовувати лісозаготівельну техніку з поворотною платформою для навантаження колод.

Економічний шестициліндровий двигун PowerTech об'ємом 6,8 л відповідає всім вимогам екологічної безпеки, зберігаючи при цьому високу продуктивність. Також лісонавантажувач 2154D обладнаний паливною системою із загальною паливорозподільні рампою, електронними елементами для повного управління двигуном і турбокомпресором з незмінною геометрією або з перепускним клапаном. Двигун забезпечує значну економію палива і високий крутний момент при низьких оборотах двигуна. Діагностичний дисплей (DDU) надає важливі відомості про стан двигуна. Навіть при нахилі машини 45 градусів забезпечується повна мастило двигуна, при цьому зберігаються 100% продуктивності. Крім того, глибокий піддон картера дозволяє всмоктуючої трубці безперебійно подавати масло в насос.

Нові посилені стріли і рукояті, спроектовані для роботи у важких умовах, роблять можливими прокладку доріг, обробку деревини або навантажувальні операції. Гідравлічна система автоматично адаптує вихідну потужність двигуна до фактичному навантаженню, забезпечуючи легкість виконання операцій і плавність циклів. Враховуючи суворі умови роботи в лісі, розробники передбачили додаткові огорожі для захисту циліндра стріли від ударів колод. Надійність конструкції обумовлюють роботизована зварювання і механічна обробка зварювальних швів. Встановлення нових, більш потужних стріли і рукояті стала можлива за рахунок збільшення площі зміцнюючих накладок. Перераховані конструктивні рішення дозволяють уникнути поломок при роботі в лісі, а отже - виключити простої через технічну несправність.

Машини John Deere з поворотною платформою для лісозаготівель оснащуються спеціальною Х-образної рамою, яка призначена спеціально для лісозаготівель.

Надміцні гусениці, потужні зварні вузли ходової рами і високопродуктивні приводи забезпечують машині високу продуктивність і надійність навіть при роботі у важких умовах.

Інтелектуальна система охолодження Smart cooling з змінною швидкістю вентилятора, що працює від гідравлічного приводу, підлаштовується під поточне навантаження на машину, тим самим знижуючи споживання палива і зменшуючи шум у кабіні.

Зовнішні сітки, вбудовані в кришку системи охолодження, запобігають потраплянню сміття з повітрозабірника в систему.

Винесені паливні та масляні фільтри, вентилі для відбору проб масла і топлівозалівная горловина з легким доступом не доставляють клопоту під час регулярного обслуговування. Зручно розташовані поручні і якісний противоскользящий матеріал забезпечують не тільки комфорт, але і безпеку оператору.

Доступ до топлівозалівной горловині, переміщеної на зовнішню сторону, ближче до містка, дозволяє швидше виконувати заправку бака, збільшеного до 1050 л. Крім того, для спрощення заправки противагу забезпечений легкодоступною штампованої рукояткою. Конструкція кабіни моделі 2154D дозволяє оператору поєднувати максимальну продуктивність з комфортом під час керування машиною.

Прості у використанні органи управління - джойстики, розміщені в ергономічно зручних точках, а також перемикачі додаткового обладнання знаходяться на відстані витягнутої руки від оператора. Система клімат-контролю встановлюється в кабіни з боковим входом, кабіни з заднім входом оснащуються кондиціонером підвищеної потужності для забезпечення комфорту оператора.

При пересуванні техніки по робочому майданчику не відчувається вібрація, в кабіні істотно знижений рівень шуму, розташування робочих органів стало більше відповідати вимогам ергономіки.

Статус «розумних» машин за John Deere закріпився завдяки інформаційному центру і високим технологіям, що впроваджуються в техніку. На лісонавантажувачем 2154D такий центр розташований поруч з головним контролером і записує важливі відомості про продуктивність машини. Інформацію (діаграми та графіки) можна завантажити та переглянути в цілях аналізу використання машини.

Як видно, компанії John Deere вдалося зробити нову лісову машину 2154D універсальною і багатофункціональною. Крім того, американський виробник врахував потреби клієнта і удосконалив технічні характеристики моделі, збільшивши її продуктивність, надійність і економічність при роботі в складних умовах.

Компанія John Deere представляє пакет програмного забезпечення нового покоління для лісозаготівельних машин. У створенні цього ПЗ брали активну участь клієнти компанії, пропонуючи свої ідеї та висловлюючи побажання.

Пакет TimberOffice 5.0 виключно простий у використанні: по завершенні роботи на ділянці оператор лісозаготівельної машини натискає лише одну кнопку, і всі основні дані, отримані програмним забезпеченням машини, відправляються в офіс після кількох секунд обробки програмою управління TimberOffice.

Після бездротової передачі даних оператор знову може повернутися до роботи. Підрядник, в свою чергу, отримує точну та актуальну інформацію про продуктивність машини та ефективності роботи оператора, а також всі необхідні дані про витрати палива або зносі деталей.

У пошуках нереалізованих можливости. Тепер система TimberOffice здатна на більше. Вона збирає дані для системи управління парком устаткування, який може складатися із сотень харвестерів і форвардерів.

Основні технічні можливості нового пакета ПО вражають: новий TimberOffice не тільки швидко визначає проблемні місця, що перешкоджають ефективній роботі всього парку машин і призводять до втрат продуктивності, але і допомагає усунути їх ще на першому етапі. Пакет додатків стане гарною підмогою в оперативному керівництві всім технопарком та прийнятті ключових рішень. Система спрощує розподіл машин по ділянках, допомагає точно визначити проблеми, полегшує оцінку ефективності роботи машин та операторів.

УДК 631:372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ ЕНЕРГОЗАСОБІВ КЛАСИЧНОГО КОМПОНУВАННЯ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Успішність функціонування галузі рослинництва у сільськогосподарському виробництві залежить від використання ефективних технологій, а звідси і від складових, які їх забезпечують і, зокрема, від ефективності використання мобільних енергетичних засобів (МЕЗ), яка залежить від рівня універсальності останніх.

Однак, як показує практика, в сільськогосподарському виробництві використовуються машини з різними характеристиками і, відповідно, можливостями, що вносить певні протиріччя в питання формування вимог до енергозасобів та спонукає до проведення наукових досліджень покликаних окреслити вірогідні напрями розвитку конструкцій енергозасобів.

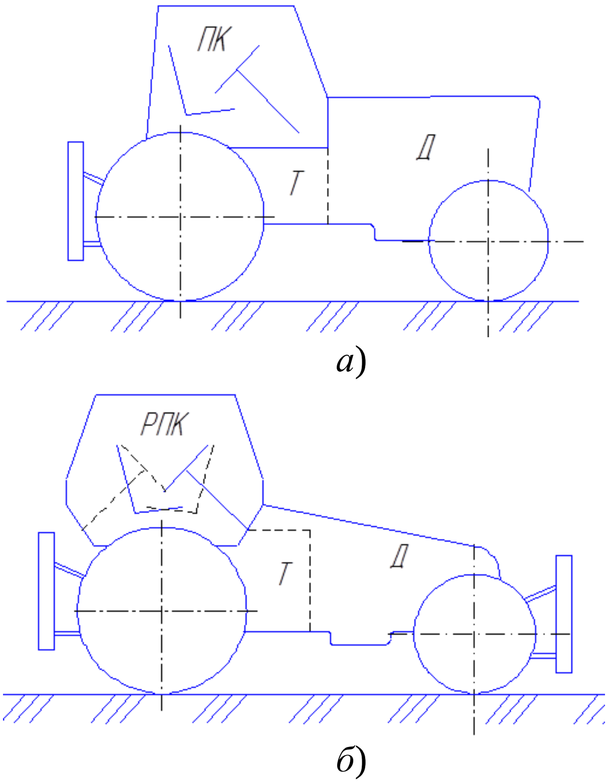
Метою досліджень даної роботи є встановлення напрямів розвитку мобільних енергетичних засобів класичної конструктивно-компонувальної схеми.

Можливість створення агрегатів різного призначення істотно залежить від конструктивно-компонувальної схеми МЕЗ. За таких умов актуальними є питання, які спрямовані на вивчення напрямів розвитку конструктивно-компонувальних схем МЕЗ.

Однією з основних проблем класичної конструктивно-компонувальної схеми є недосконалість загальної конструкції окремих енергозасобів в частині максимальної реалізації потенційних тягових показників та незадовільні умови агрегатування з машинами і знаряддями і особливо при створенні комбінованих агрегатів.

Машини, які відносяться до МЕЗ класичної конструктивно-компонувальної схеми можуть виконувати зовсім різний перелік технологічних операцій (за умови гарантованого забезпечення технологічними модулями) з різними показниками якості.

Такі можливості МЕЗ враховуються під час дослідження їх рівнів універсальності. Встановлено, що трактор ПМЗ-8280 характеризується рівнем універсальності $K_{ук}$ = 0,43, для енергозасібу New Holland Ford 8870A $K_{ук}$ = 0,56, а для Fendt Favorit 924 Vario $K_{ук}$ = 0,69.



а – заднє розташування поста керування, не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія; б – реверсивний пост керування; Д – двигун; Т – трансмісія; ПК – пост керування; РПК – реверсивний пост керування

Рис. 1. Класична конструктивно-компонувальна схема МЕЗ та пріоритетні етапи її розвитку.

Максимальне значення названого показника для класичної конструктивно-компонувальної схеми, з урахуванням сучасного розвитку технологій тракторобудування і сільськогосподарського виробництва не перевищить 0,80.

Враховуючи це можна стверджувати, що енергозасоби класичної компоновки, у відповідності до вимог споживача, можуть в широкому діапазоні характеристик змінювати свої споживчі якості до досягнення рівня універсальності конструкції $K_{ук}$ = 0,80 при максимальному його значенні рівному 1,0 за рахунок реалізації двох варіантів схем (рис. 1), а саме: 1 – заднє розташування поста керування, не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія, а всі інші ознаки повинні відповідати тим, що стосуються покращеної класичної компоновки (рис. 1*а*); 2 – реверсивний пост керування, реверсивна трансмісія, а всі інші ознаки повинні відповідати тим, що стосуються покращеної класичної компоновки (рис. 1*б*).

В результаті проведених досліджень встановлено, що з метою забезпечення вимог споживача класичну конструктивно-компонувальну схему енергозасобів доцільно реалізовувати з дотриманням її основних ознак притаманних покращеній компоновці та відмінностями, які концентруються у двох варіантах схемних рішень, а саме: 1 – заднє розташування поста керування, не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія; 2 – заднє розташування поста керування, реверсивний пост керування, реверсивна трансмісія.

УДК 62-192(75)
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

INCREASING THE LEVEL OF RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINERY

N. Boltianska
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine
O. Boltianskyi
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine
S. Syrotyuk
Lviv National Agrarian University, Lviv, Ukraine

One of the determining factors in the competitiveness of agricultural machinery is reliability. Its importance has increased especially with the increase in the unit capacity of power facilities and their operating speeds, the use of wide-cut units and combined machines.

Manufacturers achieve an increase in the reliability of tractors and agricultural machines due to such factors [1–3].

1) Improving design methods using computer systems, testing the designs of various units and parts at the design stage, checking their reliability before the start of production.

2) The use in the designs of machines of a sufficiently well-developed highly reliable element base.

3) the use of new high-quality structural materials for the manufacture of parts, assemblies and basic elements of machines.

4) Improvement of production technologies and quality control of materials, components and manufacturing of machines at all stages of production.

Agricultural engineering plants and their subcontractors are equipped with modern equipment and highly qualified personnel. They have developed and are implementing a set of measures aimed at ensuring the high quality of products. One of the most important measures is comprehensive control. It begins with checking raw materials, blanks of parts and assemblies coming from partners. The main element of the high quality assurance system is the careful monitoring of compliance with technological regulations, the condition of equipment and tools, and the exact observance of technical standards at all stages of production.

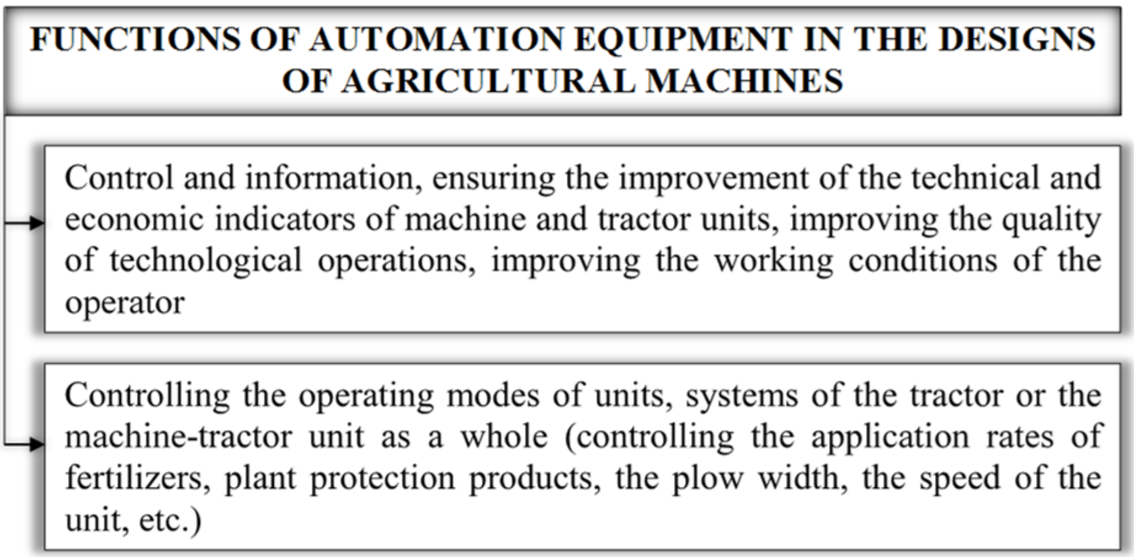


Fig. 1. Functions of automation equipment in the designs of agricultural machines

Parts manufactured at the enterprise itself are tested on high-precision equipment equipped with computers. The received statistical data are processed and analyzed. According to the results of the analysis, appropriate measures are taken, if necessary. The quality of surface treatment is subject to verification. After heat treatment, the quality of hardening of shafts and gears is checked by non-destructive testing methods and devices for detecting cracks with ultrasound and other methods. Each batch of cast parts is selectively checked for dimensional and coordinate accuracy. The equipment on which parts are produced is also subjected to computer control. On special stands, they check transmissions as a whole, brakes, power take-off shafts (GDP), differential mechanism, electronic control system for attachments. Such a control system provides firms with the ability to guarantee long-term operation of the machine without failure. John Deere, Case-IH, Ford, Massey Ferguson and others have brought the engine life to 12,000 hours. MTBF for many brands of tractors is 1000 hours or more, and for combine harvesters more than 100 hours. As one of the features of the development of agricultural engineering, it is worth noting the significant amount of investment in development work, which ensures high rates of introduction of effective design and technological solutions into production. According to John Deere, its development costs are more than $2 million a day [4, 5].

An analysis of the designs of agricultural machinery from leading firms indicates that they widely use automation tools, electronics and computers.

Achievements in the electronics and computer technology industries have been applied in all groups of machines that are used in agriculture: tractors, tillage and sowing machines, sprayers, harvesting equipment. In the designs of agricultural machines, automation tools perform different functions (Fig. 1).

Improving the efficiency of work to ensure the mechanical reliability of agricultural machinery requires the use of a common methodology for conducting accelerated tests, modeling the patterns of occurrence of mechanical failures and improving methods for predicting and ensuring the reliability of the resources of the determining elements. The construction of such a methodology includes the following steps [6, 7]:

- analysis of the main types and generalization of the patterns of occurrence of mechanical failures of machines and means of mechanization of agricultural production, modern methods of testing for reliability, forecasting models and methods for ensuring the mechanical reliability of agricultural machinery;

- development and justification of test methods that provide accelerated performance assessments with prediction of mechanical reliability indicators of resource-determining elements;

- improvement of the reliability monitoring system and methods of applied statistical analysis of information adapted to the conditions of testing and operation of mobile agricultural machinery;

- creation of general methods for constructing probabilistic models of mechanical reliability that correspond to the patterns of failures of machinery and equipment in agricultural production;

– development of an inversion method of analysis and determination of equivalent loads on the elements of agricultural machines using operational information;

- development of methods for predicting reliability and substantiation of measures to prevent sudden mechanical failures of elements and systems of agricultural machinery;

- improvement of methods for predicting and providing indicators of tedious durability of elements of agricultural machines operating under multi-mode load conditions. The presence of a common methodology for ensuring mechanical reliability lays the foundation for the formation and effective functioning of an integrated information and methodological system for modeling, predicting and ensuring the mechanical reliability of machines and means of mechanization of agricultural production. The final products of such a system can be nationwide and sectoral regulations of various levels and purposes, from standards and guiding regulations to manufacturing specifications. In modern conditions of a significant loss of experience accumulated in the past and insufficient qualifications of engineering personnel, this path should contribute to the process of reviving mechanical engineering, ensuring an appropriate level of quality and competitiveness of products.

Among the components of the methodology for ensuring the mechanical reliability of machines, we note the importance of developing and improving test methods that allow us to accelerate - experimentally evaluate the reliability indicators of prototypes of the product. In many cases, accelerated tests carried out prior to the start of mass production make it possible to refine (prove) the design and technology, ensuring the level of reliability indicators specified by the standards. In many ways, this makes it possible to compensate for the lack of experience and the level of scientific and theoretical substantiation of technical solutions in the design.

The method of accelerated tests in limiting combined modes, the theoretical justification makes it possible to predict the resource indicators of mechanical reliability in case of gradual failures. A necessary condition for such tests is a preliminary analysis of the operational modes of use of the product and the detection of those that are characterized by the highest intensity of damage accumulation. This is possible only if there is an appropriate reliability monitoring system that emphasizes the importance of an integrated approach to the problem of its provision. After the detection of an extreme damaging mode, it is reproduced during tests as an accelerator of the combined mode component. The remaining spectra of operating modes form the second component of the complementary test mode. Forming several combinations from two components and reproducing them during tests, we get the possibility of predicting the life indicators of mechanical reliability based on the test results.

In addition to experimental methods, when creating reliable equipment, it is important to qualitatively use the stage of its design, using modern methods of theoretical analysis of structures and computerized numerical methods to determine the stress-strain state of elements. But the experience of implementing these methods indicates that the probable prediction of mechanical reliability in many cases is limited by the impossibility of obtaining information about the actual load of the element under operating conditions during the design.

Therefore, there is a certain contradiction between the perfection of theoretical methods for analyzing the stress-strain state and their computer implementation and the uncertainty of the design characteristics of the operational load.

Forecasting the resource characteristics of durability at the design stage requires the ability to make a forecast for the entire distribution of the resource of the designed object. The complexity of the practical solution of this problem primarily lies in the fact that in order to predict the full distribution of the resource, it is necessary to have information about the workload of the object not only in several typical modes of its use, but it is necessary to generalize the statistical dispersion of real loads and other factors over all options for the possible communication of modes.

A wide range of climatic conditions in which mobile agricultural machinery operates has a significant impact on the distribution of durability of many machine elements. The possibility of predicting the distribution of durability is also affected by the statistical dispersion of the features of resistance to the destruction of materials under the operating conditions of the object.

References

1. Скляр О. Г., Болтянська Н. І. Технології наукових досліджень: підручник. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2022. 682 с.

2. Непарко Т. А. Технічні засоби для механізації технологічних процесів на тваринницьких фермах. Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф. Київ. Ніжин, 2021 С. 83-86

3. Komar A. Basic methods of preparation of organic fertilizer from quail manure. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: мат. III Міжн. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 183-187. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/komar2021.pdf

4. Zhuravel D., Skliar O., Modeling the reliability of units and units of irrigation systems. Multidisciplinary academic research. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference. Amsterdam, Netherlands 2021. Pp. 83-86.

5. Boltianska N., Serebryakova N. Safety measures during operation of biogas plant. OSHAgro – 2021: Збірник тез I Міжн. наук.-практ. конф. Київ: НУБіП, 2021. С. 22-24.

6. Grigorenko S. Technical means for mechanization of technological processes on livestock farms. Theory, practice and science. Abstracts of V International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan 2021. Pp. 255-257.

7. Skliar O., Neparko T. Increasing the performance of the park of equipment with Telematics. Інформаційні технології в енергетиці та АПК: матеріали Х-ої Міжн. наук.-практ. конф. ЛНАУ, 2021 р. С. 51-54

УДК 631.372
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ САМОХІДНИХ ШАСІ

Г. В. Шкарівський, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Рівень універсальності самохідних шасі вітчизняного виробництва не перевищує 0,38 при максимальному значенні цього показника рівному 1,00, що вказує на низький рівень використання потенціалу загального компонування машин вираженого незадовільним використанням зон розміщення технологічного обладнання, що в багатьох випадках визначається наявністю відповідних начіпних пристроїв.

Метою досліджень в даній роботі є підвищення ефективності використання самохідних шасі шляхом визначення зон установки технологічного обладнання забезпечених необхідними начіпними пристроями.

Для проведення досліджень був сформований перелік відносних показників K_j, значення яких визначалися за певними формулами перерахунку з тим, щоб $K_j \leq 1$ (табл. 1). При цьому враховувалось, що кращі значення показників K_j дорівнюють одиниці.

Таблиця 1

Перелік відносних показників K_j формули перерахунку і база першочергових даних для їх визначення

Назва показника	Позна-чення	Формула перерахунку	База першочергових даних
1. Кількість начіпних пристроїв	K_1	$n_{НП.д}/n_{НП.max}$	$n_{НП.max} = 4$
2. Кількість валів відбору потужності (ВВП)	K_2	$n_{ВВП.д}/n_{ВВП.max}$	$n_{ВВП.max} = 4$
3. Кількість швидкостей ВВП	K_3	$n_{S.ВВП.д}/n_{S.ВВП.max}$	$n_{S.ВВП.max} = 4$
4. Наявність вантажного майданчика	K_4	$L_{П.}/L$	–
5. Баластування енергозасобу	K_5	$m_{бал}/m_{констр}$	–
6. Повнота приводу коліс	K_6	$K_{КВ}/K_К$	$K_К = 4$
7. Відносна кількість передач переднього ходу	K_7	$n_П/n_{ЗАГ}$	–
8. Відносна кількість передач заднього ходу	K_8	$n_{З.Х.}/n_{ЗАГ}$	–
9. Відносна максимальна швидкість руху	K_9	$V_{max\ д.}/V_{max}$	$V_{max} = 85$ км/год.
10. Відносна мінімальна швидкість руху	K_{10}	$(V_{max\ д} - V_{min\ д})/V_{max\ д}$	—

Використані у формулах табл. 1 позначення розшифровуються наступним чином:

$n_{НП.д}$ – дійсне значення кількості начіпних пристроїв для досліджуваного енергозасобу, шт;

$n_{НП.max}$ – максимальне можливе значення кількості начіпних пристроїв, шт;

$n_{ВВП.д.}$ – дійсне значення кількості валів відбору потужності для досліджуваного енергозасобу, шт;

$n_{ВВП.max}$ – максимально можливе значення кількості ВВП, шт;

$n_{S.ВВП.д}$ – дійсне значення кількості швидкостей ВВП для досліджуваного енергозасобу, шт;

$n_{S.ВВП.max}$ – максимально можливе значення кількості швидкостей ВВП, шт.

$L_П$ – довжина вантажного майданчика у міжбазовому просторі, мм;

L – база енергозасобу, мм;

$m_{бал}$ – маса баласту характерна для досліджуваного енергозасобу, кг;

$m_{констр}$ – конструкційна маса досліджуваного енергозасобу, кг;

$K_{КВ}$ – кількість ведучих коліс досліджуваного енергозасобу, шт;

$K_К$ – загальна кількість коліс досліджуваного енергозасобу, шт;

$n_П$ – кількість передач переднього ходу досліджуваного енергозасобу, шт;

$n_{ЗАГ}$ – загальна кількість передач досліджуваного енергозасобу (враховуються передачі для реалізації яких використані окремі передаточні числа трансмісії без урахування реверс-редуктора), шт;

$n_{З.Х..}$ – кількість передач заднього ходу досліджуваного енергозасобу, шт;

$V_{max\ д.}$ – максимальна швидкість руху досліджуваного енергозасобу, км/год;

V_{max} – максимальна швидкість руху кращого з існуючих зразків енергозасобів, км/год;

$V_{min\ д.}$ – мінімальна швидкість руху досліджуваного енергозасобу, км/год.

Результати досліджень для самохідного шасі припведені в табл. 2.

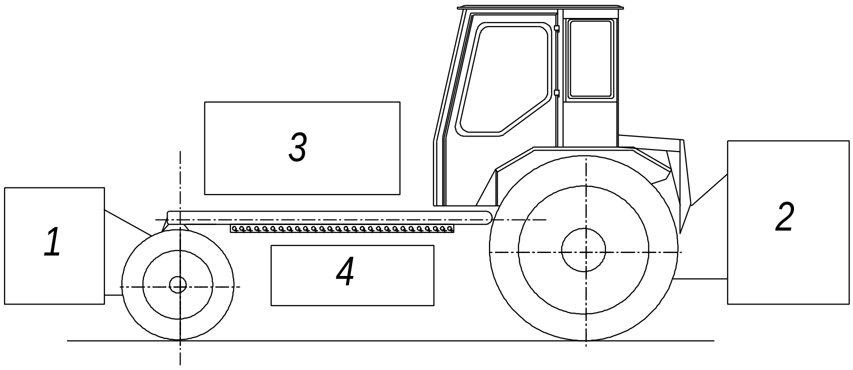
Таблиця 2

Розрахункові значення $K_{ук}$ визначені при $K_j \le K_{jз} \le 1$

Марка енерго засобу	Прийняті значення $K_{jз}$ і відповідні їм розрахункові значення $K_{ук}$										Максимально можливе значення $K_{ук}$
	$\frac{K_{13}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{23}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{33}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{43}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{53}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{63}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{73}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{83}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{93}}{K_{yk}}$	$\frac{K_{103}}{K_{yk}}$	
Т-16МГ	$\frac{1{,}00}{0{,}48}$	$\frac{1{,}00}{0{,}46}$	$\frac{1{,}00}{0{,}46}$	$\frac{1{,}00}{0{,}42}$	$\frac{1{,}00}{0{,}48}$	$\frac{1{,}00}{0{,}43}$	$\frac{1{,}00}{0{,}39}$	$\frac{1{,}00}{0{,}47}$	$\frac{0{,}53}{0{,}41}$	$\frac{1{,}00}{0{,}39}$	0,95

Приведені в табл. 2 результати вказують на значний потенціал в підвищенні ефективності самохідного шасі типу Т-16МГ.

Аналіз конструкції та досвід використання самохідних шасі показує, що їх можна використовувати у складі агрегатів різного призначення та побудови, що, навіть без введення істотних змін в конструкцію вузлів і агрегатів самого шасі дозволить підвищити показники ефективності його використання. На рис. 1 показані можливі зони агрегатування технологічних модулів при використанні у якості енергетичного засобу самохідного шасі типу Т-16МГ.



1 – фронтальна начіпка технологічного модуля; 2 – задня начіпка технологічного модуля; 3 – начіпка (установка) технологічного модуля на раму самохідного шасі; 4 – міжбазова начіпка технологічного модуля

Рис. 1. Можливі зони агрегатування самохідного шасі.

Наявна конструкція шасі у заводському виконанні не передбачає начіпних пристроїв в окреслених зонах, що унеможливлює агрегатування технологічних модулів без додаткового обладнання.

Таким чином, підвищення ефективності використання самохідних шасі можна досягти за рахунок розроблення фронтального та заднього начіпних пристроїв, а також пристроїв для установки технологічних модулів на раму та в між базовий простір.

УДК 620.191
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ВИЗНАЧЕННЯ НАКОПИЧЕНОЇ ПОШКОДЖЕНОСТІ У ЗРАЗКАХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

О. В. Войналович, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
Г. Г. Писаренко., д.т.н., проф.
Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка НАН України, м. Київ, Україна
А. М. Майло, к.т.н.
Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка НАН України, м. Київ, Україна

Серед технічних причин створення аварійних ситуацій за участі мобільної сільськогосподарської техніки часто вказують її незадовільний стан щодо міцності та надійності, зокрема через втомне зруйнування деталей і елементів конструкцій внаслідок тривалої експлуатації. Втомне пошкодження в елементах конструкцій сільськогосподарської техніки накопичується навіть за дії малих рівнів експлуатаційних циклічних напружень, але поступові зміни в інтенсивності накопичення пошкодження важко зафіксувати. То ж, актуальною задачею запобігання раптовому зруйнуванню елементів конструкції є оцінення граничного стану накопиченого втомного пошкодження конструкційних елементів тракторів, комбайнів та інших сільськогосподарських машин.

Науковими дослідженнями встановлено, що глибину рельєфу здеформованої від втоми поверхні металоконструкції можна представити у вигляді параметра накопичування пошкодження конструкційного матеріалу, що залежить від тривалості та амплітуди циклічного навантажування. Величина накопиченого втомного пошкодження конструкційного матеріалу характеризує вичерпання його пластичності. Пластичне деформування поверхні відбувається в певній (обмеженій) кількості мікрооб'ємів металу, яка збільшується із зростанням кількості циклів навантажування.

Відомо, що втомне пошкодження у вигляді рельєфу на поверхні металоконструкції може накопичуватися навіть за малих рівнів пластичного деформування, що відповідають границі витривалості металу на обмежених базах навантажування. Щоб оцінити інтенсивність накопичення пошкодження в елементах конструкцій за низьких рівнів циклічного навантажування, досліджують зміни мікрорельєфу поверхні, застосовуючи безконтактні метод діагностування пошкодження.

Мета даного дослідження – визначити закономірності накопичування втомного пошкодження у зразках елементів конструкцій мобільної сільськогосподарської техніки на основі використання методу оптичного сканування контрольованої зони поверхні.

У розробленому авторами безконтактному методі вимірювання змін мікрорельєфу поверхні проаналізовано параметри функції розподілу лазерного проміння, відбитого від здеформованої від циклічного навантажування поверхні елемента конструкції [1]. Згідно з цим методом на контрольовану локальну зону поверхні елемента конструкції спрямовують когерентне світлове проміння, довжина хвилі якого має відповідати масштабу локалізації мікродеформацій поверхні, і на реєструвальній матриці отримують спеклограму проміння, яке відбилося від мікрорельєфу здеформованої поверхні.

Під час циклічного навантажування інтенсивність світлового проміння, відбитого від здеформованої поверхні полікристалевого матеріалу, змінюється внаслідок зміни площі відбиття елементів поверхні. Це дозволяє дослідити кореляційний зв'язок між інтенсивністю світлового проміння, відбитого від контрольованої зони поверхні елемента конструкції, та величиною мікропластичної деформації здеформованої поверхні.

У роботі коефіцієнт (ступінь) накопиченого пошкодження $\boldsymbol{k_D}$ у зразках елементів конструкцій визначали як відношення зміни поточного значення спеклограми здеформованої площі поверхні до базової площі спеклограми. Цей коефіцієнт можна розглядати як кількісну міру відносного ортагонального здеформування поверхні. Формула для оцінення k_D наступна:

$$k_D = (I_i - I_0)/I_i \,,$$

де різниця $(I_i - I_0)$ відповідає накопиченню пошкодження внаслідок зміни площі здеформованої поверхні щодо базової площі контрольованої зони поверхні; I_0 та I_i – початкове і поточне значення параметра, який відповідає площі деформаційного пошкодження. Тобто коефіцієнт k_D визначають як відношення кількості світлих пікселів зображення спеклограми до їх загальної кількості.

Параметри статистичного розподілу дискретного деформування поверхні у вигляді змін мікрорельєфу аналізували з використанням розробленої програми цифрового обробляння зображень та програми статистичного аналізу «PAST» на ПК. Для розрахунку кореляційних характеристик деформації за параметрами статистичного розподілу спеклограм було використано методи математичної статистики та стандарт ICO 25178 [2]. Коефіцієнт Стьюдента $t_{\alpha(n)}$ визначали для величини довірчого інтервалу P = 0,95 та кількості вимірювань n = 100 ($t_{\alpha(n)}$ = 1,646). Для оцінення похибки (e = ± 0,05) розробленого методу застосовували формули стандартної помилки та стандартного відхилу.

На рис. 1 представлено кореляційні характеристики профілю мікрорельєфу сканованої контрольованої зони поверхні лабораторного зразка елемента конструкції для початкового і передруйнівного етапів циклічного навантажування.

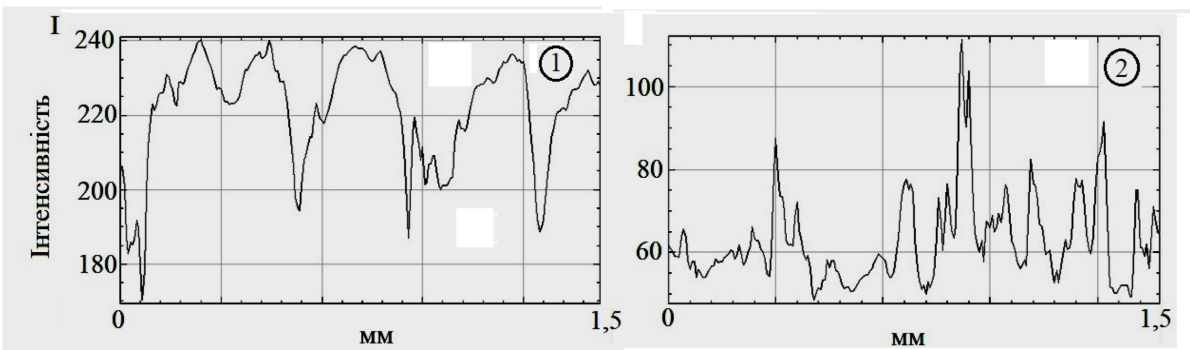


Рис. 1. Кореляційні характеристики профілю мікрорельєфу поверхні з інтенсивністю спеклограм I на етапах циклічного навантажування. 1 – початковий стан; 2 – стан перед зруйнуванням

На рис. 2 показано кінетичні характеристики накопичення втомного деформаційного пошкодження на поверхні лабораторного зразка конструкційного елемента за його циклічного навантажування.

Зона суттєвого зростання параметра Херста H (як характеристики ступеню пошкодження) на побудованій залежності параметра H від тривалості циклічного навантажування відповідає граничному стану лабораторного зразка конструкційного елемента щодо витривалості металу (початку поширення втомної тріщини докритичного розміру).

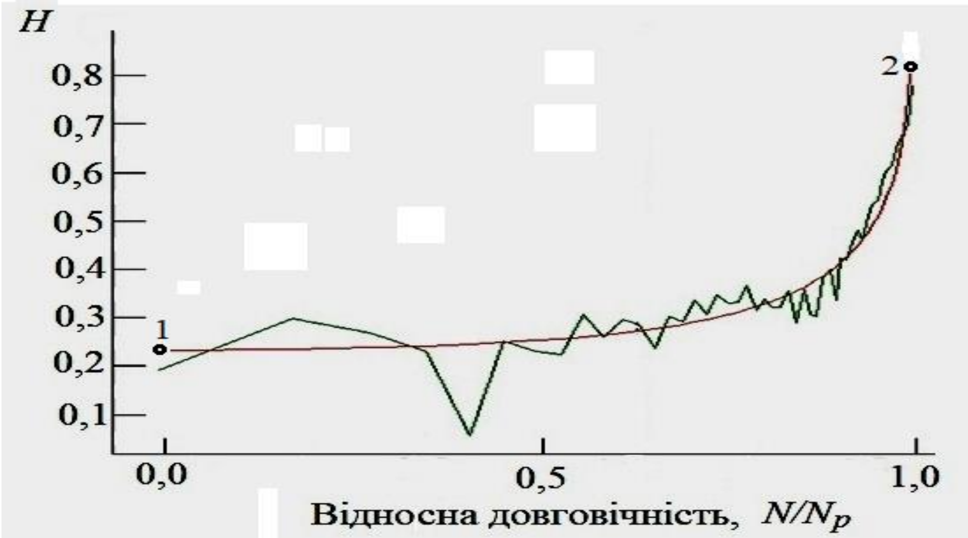


Рис. 2. Кінетичні характеристики накопичення втомного деформаційного пошкодження на поверхні лабораторного зразка конструкційного елемента за його циклічного навантажування.

Список літератури

1. Писаренко Г. Г., Войналович О. В., Майло А. М., Писаренко С. Г. Метод безконтактного визначення амплітуди деформації накопиченого експлуатаційного пошкодження металоконструкції. Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. 12(3). P. 25-32.

2. ISO 25178-1:2016 Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method. Part 2: – Terms, definitions and surface texture parameter.

УДК 631.3: 62-192
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

НАДІЙНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

М. І. Денисенко, к.т.н., доц.
Л. В. Лісовський
ВСП «Немішаївський фаховий коледж Національного університетц біоресурсів і природокористування України», смт. Немішаїв, Україна

Працездатність машин в першу чергу залежить від швидкості зміни параметрів їх технічного стану, стабільності та тривалості збереження цих параметрів в заданих допустимих межах. Перевищення хоча б одним параметром граничного значення означає порушення справності і працездатності машини. В ринкових умовах проблема підвищення якості, надійності, довговічності і ефективності сільськогосподарської техніки особливо актуальна.

Сільськогосподарська галузь гостро має потребу у високопродуктивних, надійних і економічних вітчизняних машинах, що дозволяють інтенсифікувати технологічні процеси виробництва та зростаючим вимогам системи людина – машина – середовище. Надійність, довговічність і працездатність механічних систем сільськогосподарської техніки у значному ступені залежать від надійності і ефективності, технічного стану їх вузлів та пар тертя.

В той же час, надійність, ефективність і технічний стан пар тертя визначаються взаємодією динамічних процесів, що протікають у трибо логічних і механічних підсистемах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сільськогосподарські машини складаються з великої кількості спеціальних деталей, збірних одиниць і робочих органів. Укрупнювання їх можливо класифікувати на сім груп:

1. Ходова частина;
2. Несуча система;
3. Механізми приводу та трансмісія;
4. Транспортуючі робочі органи (шнеки, транспортери, лапи і т.ін.);
5. Регулюючі робочі органи (лемеші плугів, молотки кормодробарок, лапи культиватора, диски борін, сошники, фрези, ріжучі ножі, підкопуючи лапи);
6. Системи керування та підйому;
7. Деталі та збірні одиниці загального призначення (ланцюги, зубчасті редуктори, зірочки, муфти, карданні передачі).

Згідно теорії систем, структура системи характеризується елементами або деталями, їх необхідними властивостями, та їхніми взаємозв'язками. Трібомеханічна система визначається як ціле, функціональне призначення якої поєднано з взаємодіючими поверхнями у відносному русі. Найпростіша структура трібомеханічної системи складається з двох твердих тіл 1 та 2, що обмінюються механічними входами і виходами крізь поверхню розділу у ділянці їх контакту.

Практично кожна машина або механізм являються фрикційними системами, тобто складаються з механічних підсистем та системи матеріальних точок, фізико хімічної та термодинамічної систем. У більшості випадків, надійність і довговічність пар тертя визначає техніко-економічні і екологічні показники всього механізму або машини, надійність та безпеку їх експлуатації, а у підсумку – їх конкурентоздатність.

Відомо, що надійність, як властивість механічної системи зберігати в часі працездатний стан, лімітується технічним станом її елементів – деталей та вузлів найбільш навантажених збірних одиниць, робочих органів, пристроїв і механізмів. Це зв’язано з тим, що ведучі процеси втрати їх працездатності – руйнування або недопустима пластична деформація; множинна - і мало циклова об'ємна втома; безліч видів поверхневого руйнування деталей при терті, являються причиною відмов практично 100% механічних систем, і призводять до значних економічних втрат.

Дослідження процесів взаємодії робочих органів сільськогосподарських машин з матеріалами, що відбуваються за безпосереднього контакту двох тіл (робочий орган – середовище), частіше всього зводиться до визначення енергоємності і якості обробки. Ці завдання полягають у обґрунтуванні раціональних геометричних параметрів робочих органів, які повинні створювати мінімальну енергоємність та мати сталий технічний стан.

Сучасний етап розвитку техніки, в тому числі, і сільськогосподарської, характеризується підвищеними вимогами до поверхневої міцності деталей, вузлів і робочих органів машин, яка визначає основи надійності та довговічності механічних систем.

Мета дослідження розвиток і вдосконалення теоретичних основ надійності та довговічності сільськогосподарської техніки.

Підвищення ресурсу і надійності пар тертя та робочих органів механічних систем сільськогосподарської техніки, в багатьох випадках визначається їх сумісністю, під якою розуміється здатність системи реалізовувати оптимальний стан за вибраними критеріями, і в заданому діапазоні умов технічної експлуатації.

Будь-яке рухливе спряження деталей агрегатів сільськогосподарської техніки треба представляти як сукупність окремих елементів, котрі є обов’язково у складі механічної системи з певним співвідношенням між ними, і представляють її структуру. (рис. 1). Як бачимо зі схеми представленої на рисунку 1 технічної системи, вхідні характеристики, як правило, є зовнішні впливи, перетворюються у системі з ціллю реалізації свого функціонального призначення.

Ефективність будь-якої технічної системи можливо оцінити величиною втрат, котрі доцільно розділити на дві групи.

Втрати енергії на тертя, котрі приблизно можливо оцінити коефіцієнтом тертя:

$$f_{\text{тер}} = \frac{F_{\text{тер}}}{N} \tag{1}$$

Втрати матеріалу в результаті структурних змін і руйнування поверхонь тертя, величину котрих треба визначати інтенсивністю зношування:

$$J = \frac{\triangle h}{\triangle S} \tag{2}$$

де $\triangle h$ – лінійний знос трибоелементів спряження, мкм; $\triangle S$ – шлях тертя¸ м.

Головними елементами механічної системи являються поверхневі шари деталей і пар тертя. Відповідно основним положенням молекулярно-механічної теорії тертя та втомної теорії зносу у процесі спрацювання спряжених деталей в їх поверхневих шарах можливо відилити три основних групи реакцій пасивації твердих тіл: взаємодія з активними елементами середовища; взаємодія з матеріалами контртіла; внутрішнья перебудова структури поверхневих шарів.

В результаті взаємодії активованих поверхневих шарів металу з активними елементами середовища – пасиваторами (киснем, сіркою, фосфором, хлором, азотом та інш.) утворюються нові однофазні або гетерофазні тонкоплівкові об'єкти, що отримали назву вторинних структур. Утворення вторинних структур відбувається у певному діапазоні режимів тертя за наявності динамічної рівноваги процесів активації і пасивації, та являється необхідною умовою для реалізації явища структурного пристосування матеріалів при терті.

Механохімічні процеси формування вторинних структур на поверхнях тертя обумовлені зовнішніми механічними впливами, природою матеріалів тертя та складом робочих середовищ. Розміри, геометрія розташування, внутрішня будова, хімічний і фазовий склади вторинних структур можуть бути різними.

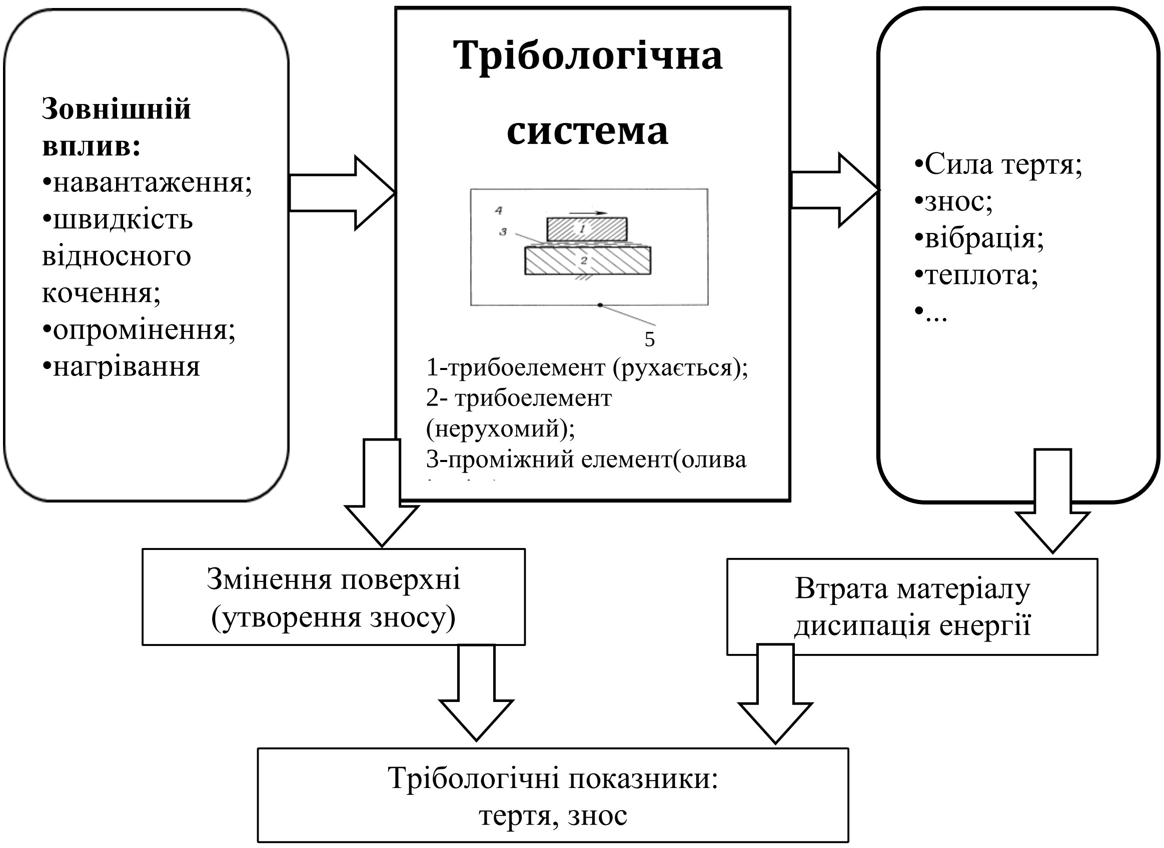


Рис. 1. Механічно-трібологічна система.

Формування спрацьованої поверхні деталей і робочих органів машин відбувається в результаті підсумування різних за інтенсивністю та видами елементарних руйнувань, зміни механічних та фізико-хімічних властивостей поверхні деталі під впливом зовнішніх факторів. Розглядаючи причини механічних відмов треба виділити наступні головні фактори: 1) порушення правил технічної експлуатації; 2) втома; 3) надмірна деформація; 4) зношування; 5) корозія; 6) засмічення; 7) дефекти конструкції, виробничі недоліки та дефекти збірки.

Кожний елемент системи характеризується певними власними властивостями, котрі впливають на її структуру та формують властивості самої механічної системи (агрегатні властивості). Надійна робота сільськогосподарської техніки залежить від багаточисленних об’єктивних і суб’єктивних факторів, які знаходяться у надто складній залежності.

Об'єктивні фактори це впливи зовнішнього середовища, механічні та інші зовнішні впливи (знос, старіння, зруйнування від втоми, локальне навантаження і таке інше). Суб'єктивні фактори - це фактори, котрі в основному залежать від людини: вибір елементів, що входять у виріб; вибір схеми і конструктивного рішення при проектуванні; вибір режимів нормальної експлуатації; організація технічного сервісу та ремонту машин.

Залежність надійності і довговічності машин від багаточисленних та різних факторів призводить до того, що поява відмов, а також зміна характеристик надійності становлять випадковий, стохастичний характер. Методи досліджень надійності засновані на тому, що відмова – випадкова подія, і для її попередження необхідно знати фізичні причини та закономірності утворення і її розвитку.

Результати досліджень дозволяють розробити комплекс заходів по забезпеченню працездатності деталей і спряжень механічних систем сільськогосподарської техніки на стадіях конструювання (К), виробництва (В) та експлуатації (Е); вибрати матеріали, що забезпечуватимуть задану довговічність деталей; обґрунтувати методи виготовлення деталей і режими їх обробки, а також періодичність проведення управлінських впливів в експлуатації, спрямованих на підтримку працездатності машини.

Робочі органи сільськогосподарської техніки постійно взаємодіють з оброблюваними матеріалами (компоненти кормів, продукти рослинництва, ґрунти, гноївка і ін.), а також зазнають навантаження, що мають особливості, виконуваних ними технологічних операцій, і знаходяться під постійним впливом зовнішнього середовища (абразивні частинки ґрунту, волога, кислі соки рослин), що призводить до їх інтенсивного спрацювання. Враховуючи об’єктивні причини зносу деталей і робочих органів машин, наявність на більшості їх ріжучої крайки, і необхідність збереження заданих геометрії та розмірів на протязі всього терміну їх служби, можливо стверджувати, що зміцнення їх робочих граней, захист від небезпечних впливів оброблюваного матеріалу та факторів зовнішнього середовища завжди є актуальними завданнями.

При розробці механічних систем, найважливішими, з точки зору надійності і довговічності, являються вимоги простоти і раціональної компоновки основних вузлів, технологічності та ремонтопридатності конструкції. В процесах зношування, втоми, корозійного, ерозійного і кавітаційного руйнувань важливе значення мають стан і властивості тонкого поверхневого шару деталей машин, від котрого залежить характер утворених вторинних структур, та розвиток явища структурного пристосування матеріалів в процесі експлуатації.

В теперішній час розроблено багато методів зміни технічного стану, структури і властивостей тонкого поверхневого шару деталей машин. Використання їх з врахуванням конкретних умов роботи дозволяють формувати поверхневий шар деталей з наперед заданими властивостями, в результаті чого значно підвищується надійність і довговічність машин.

Висновки

Надійність механічних систем і довговічність робочих органів сільськогосподарської техніки може бути забезпечена шляхом вибору зносостійких матеріалів та інноваційних технологій, допустимих характеристик навантаження і середовища, розробкою оптимальних регламентів технічної експлуатації та досягнення високої якості технічного обслуговування і ремонту.

Надійність і довговічність механічних систем сільськогосподарської техніки визначається в основному збереженням розмірів їх елементів, якості поверхонь тертя, поверхневою міцністю тертьових спряжень.

УДК 658.27:339.13:631.12
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

О. В. Захарчук, д.е.н., проф.
Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки», м. Київ, Україна

Первісна (переоцінена) вартість основних засобів сільського господарства, мисливства та надання пов`язаних із ними послуг за даними Державної служби статистики України на кінець 2019 р. становила 460,5 млрд грн, або 4,8% загальної вартості основних засобів національної економіки України. Порівняно з відповідним показником 2018 р. вартість основних засобів сільського господарства, мисливства та надання пов`язаних із ними послуг зросла на 61 млрд грн, або на 26,2%, що є позитивним результатом зростання інвестицій у згадану галузь.

Із визначенням реальної ринкової вартості основних засобів складається парадоксальна ситуація. Протягом 2019 р. було введено в дію нових основних засобів на 51,7 млрд грн, тоді як вибуло – лише на 23,2 млрд грн. Причиною цього стало обліковування основних засобів аграрного виробництва, які списуються, в цінах їх придбання 10-20-річної давнини, за придбання таких уже в сьогоднішніх, значно вищих цінах.

Значне відставання фактичної оснащеності вітчизняного сільського господарства спостерігається від цілої низки країн Європи з розрахунку на одиницю площі у вартісному вимірі [4]. Так, станом на 1 січня 2020 року в Україні вартість основних засобів становила 231 дол. США на 1 га сільськогосподарських угідь. На цю ж дату аналогічний показник у Польщі перевищував український у 21,8 раза, Великобританії – 27,3 раза, Чехії – 27,3 раза, Угорщині – 34,4 раза, Франції – 36,4 раза, в Німеччині – у 96,1 раза [1].

Обсяг розрахункової нормативної потреби майже вдвічі перевищує фактичний на 1 січня 2020 р. – 868,4 та 460,5. Розрахунок вказує, що на 1 січня 2021 р. вартість основних засобів повинна становити 1734,4 млрд грн., що у 3,8 раза більше за фактичний показник на 1 січня 2020 р., а у 2025 р. 2224,4 млрд грн, або у 4,8 раза більше.

Така ситуація спричинена недостатністю наявних обсягів інвестування для забезпечення необхідної моделі відтворення галузевих основних виробничих засобів.

Для підвищення рівня капіталізації підприємств необхідно провести модернізацію основних засобів, відновити втрачений технічний потенціал для його подальшого розвитку, впровадити досягнення науково-технічного прогресу відповідно до сучасних вимог конкурентоспроможного виробництва.

Експортний потенціал згаданої продукції досить нестабільний: у 2018 р. експорт плугів зменшився на 961 одиницю, проте у 2019-2020 рр. він залишається практично на одному рівні – 1908 та 1904 одиниці відповідно. У 2020 р. було експортовано плугів лише 73,4% від експорту у 2017 р. Імпорт плугів постійно скорочується – від 1611 одиниць у 2017-му до 797 одиниць у 2020 р. (49,5%), що вказує на поліпшення конкурентоспроможності вітчизняної техніки цього виду та, разом із тим, зменшення потреби у плугах через активне впровадження прогресивних технологій мінімального обробітку ґрунту, про що свідчить як скорочення обсягів виробництва, так і скорочення імпорту.

Досить негативна ситуація склалася з виробництвом вітчизняних косарок, коли у динаміці спостерігається постійне скорочення від 3593 одиниць у 2017-му до 525 одиниць у 2020 р., або до 14,6%. Негативним явищем стало також постійне зростання імпорту навісних та причіпних косарок від 1415 одиниць у 2017-му до 4244 одиниць у 2020 р., або до 299,9%. Експорт цієї продукції нестабільний, його перевищення над виробництвом у 2020 р. пояснюється значними складськими залишками на заводах-виробниках. У цілому, експорт косарок за досліджуваний період зріс на 33,8% у 2020-му порівняно з 2017 р., проте у кількісному виразі лише на 252 одиниці.

Досить позитивною виявилася ситуація як із виробництвом розбризкувачів і розпилювачів, так і з ростом конкурентоспроможності. Хоча у 2018-2019 рр. відзначалося незначне скорочення від 1324 одиниць у 2017-му до 1298 та 1058 одиниць у 2018-2019 рр., у 2020 р. відбулося зростання до 1344 одиниць, або на 1,5% за порівняння 2020-го з 2017 р. [6]. Крім того, спостерігається постійний ріст експорту цієї продукції: від 446 одиниць у 2017 р. до 526, 924, та 1134 одиниць у 2018-2020 рр. відповідно, або експорт у 2020-му становив 254,3% до експорту у 2017 р. Імпорт розбризкувачів у 2020 р. скоротився на 81,6% порівняно з 2017 р. Це вказує на осучаснення виробництва та інноваційний підхід до нього саме у напрямі виготовлення розбризкувачів, що у свою чергу сприяє скороченню імпортозалежності у даному сегменті матеріально-технічного забезпечення аграрного виробництва.

На рівень споживання техніки в конкретному році впливає багато факторів: прибутковість аграрного виробництва, природно-кліматичні умови, економічний та політичний стан у країні, інфляція, відсоткова політика фінансових інститутів тощо. Крім того, більшість великих підприємств та агрохолдингів надають перевагу іноземній техніці, яка відповідає рівню сучасних технологій, в процесі виконання яких застосовується супутниковий зв'язок та складна комп'ютерна техніка. Покупцями української техніки виступають малі, середні та частина великих підприємств, яким не вистачає грошових коштів для придбання дорогої імпортної техніки й ті підприємства, які надають перевагу традиційним технологіям.

Висновки

Забезпечення аграрного сектору економіки сучасною високопродуктивною, екологічною та економічною вітчизняною технікою можливе за умови впровадження інноваційних технологій у виробництво сільськогосподарської техніки, організації виробництва на території України продукції кращих світових брендів, удосконалення механізму Програми часткової компенсації вартості вітчизняної техніки (наприклад, збільшення розміру компенсації від 25% до 40%). Крім цього, такі заходи допоможуть стабілізувати ситуацію на ринку вітчизняної техніки та поступово скоротити залежність від її імпорту.

Список літератури

1. FAO provides technical support to formulate and implement gender-responsive and socially inclusive decisions in agriculture. URL : https://www.uzdaily.uz/en/post/64652.

2. Polyanskaya N. M. Material and technical support of the agricultural sector: regional aspect. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 677 (2021). URL : https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/677/2/022042/pdf.

3. Modern Machines In Agriculture. URL : http://www.befarmex.com/files/292_Chapter%20N.2%20MODERN%20MACHINES%20IN%20AGRICULTURE%20-%20SPAIN.pdf.

4. Tripti Singh. 3 Important Capital Assets Required in a Farm. URL : https://www.businessmanagementideas.com/farms/3-important-capital-assets-required-in-a-farm/5685.

5. Білоусько Я. К., Соловей Д. Ю. Аналіз кон'юнктури ринку сільськогосподарської техніки в Україні. Економіка АПК. 2014. № 1. С. 40–44.

6. Матеріально-технічне забезпечення сільського господарства України : посіб. / [Лупенко Ю. О., Захарчук О. В., Вишневецька О. В. та ін.] ; за ред. Ю. О. Лупенка та О. В. Захарчука. Київ : ННЦ ІАЕ, 2015. 144 с.

7. Модернізація матеріально-технічної бази аграрних підприємств : монографія / [Захарчук О. В., Войтюк В. Д., Могилова М. М. та ін.] ; за ред. О. В. Захарчука та В. Д. Войтюка. Київ–Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2019. 305 с.

УДК 631.3:636
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ЦІЛЬ І ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МАШИН ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

В. І. Ребенко, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

У переоснащенні тваринницьких об'єктів новою технікою, здійсненні технічної політики, реалізації прийнятої стратегії машинно-технологічного забезпечення виробництва продукції більша роль приділяється перспективній системі машин для галузей тваринництва, як науково-обґрунтованій нормативно-інформаційній базі формування раціонального парку машин і встаткування для різних типів товаровиробників, що забезпечують досягнення передбачених стратегіями розвитку тваринництва й машинно-технологічного забезпечення галузі показників ефективності виробництва продукції скотарства, свинарства, вівчарства й птахівництва.

Нова система машин повинна включати набір оптимальних по составу найбільш ефективних комплексів технічних засобів, що дозволяють реалізувати рекомендовані технології виробництва високоякісної продукції й технології виконання процесів з мінімальними витратами ресурсів, що задовольняють вимогам екологічності, безпеки, надійності охорони праці.

Метою досліджень по розробці системи машин для тваринництва є обґрунтування раціональних засобів і способів механізації й автоматизації процесів при заданих технологіях виробництва високоякісної продукції витрат, що забезпечують зниження, і підвищення продуктивності праці, охорону навколишнього середовища, раціональне використання ресурсів, поліпшення соціальних умов праці працівників тваринницьких підприємств.

Застосування технічних засобів і машинних технологій, передбачених системою машин повинне також сприяти через створення оптимальних умов життєзабезпечення, підготовку високоякісних кормів, нормування їх видачі та інші інженерно-технологічні фактори (опромінення молодняку, усунення стресів і т.п.) більш повної реалізації генетичного (продуктивного) потенціалу використовуваних порід тварин і птиці.

Застосування нової системи машин для механізації й автоматизації тваринництва спрямоване на розв'язок наступних інженерних, економічних і соціальних завдань:

- комплексну механізацію й автоматизацію, високоточне регулювання режимів виконання процесів і операцій, виходячи з фізіологічних потреб тварин, при виробництві високоякісної екологічно чистої продукції з мінімальними витратами ресурсів у господарствах і фермах різних форм власності, з обліком кліматичних і зональних умов, особливостей технологій виробництва на основі створення й застосування принципово нової, універсальної й багатофункціональної техніки;
- заміщення або максимальне скорочення ручної праці при обслуговуванні тварин і птиці, первинній переробці продукції, питома вага якого в цей час становить 35…45%, а в репродукторних цехах більш 60%;
- створення сприятливих умов для реалізації генетичного потенціалу тварин до одержання максимальної продуктивності з мінімальними витратами кормів, матеріалів і енергії на основі використання сучасних технологій, оптимізації параметрів середовища в приміщеннях, якісної підготовки кормів і т.п. За рахунок відзначених факторів може бути підвищена продуктивність тварин не менш ніж на 15…20%;
- зниження на 20...50% питомої матеріалоємності й енергоємності та на 50...80% трудомісткості виробництва продукції й обслуговування тварин на основі застосування високоефективних і надійних комплектів машин, удосконалення технології виконання механізованих робіт.

При розробці, формуванні й реалізації системи машин передбачається розв'язок наступних завдань:

- визначити й обґрунтувати параметри комплектів технічних засобів, окремих машин, засобів автоматизації й керування, що забезпечують за умови їх повної реалізації (по номенклатурі та кількісному складу) механізоване виконання всіх процесів і операцій при виробництві високоякісної екологічно чистої продукції тваринництва, обслуговуванню тварин і птиці, виробництву комбікормів, переробці гною, виконанню навантажувальних і транспортних робіт у господарствах різних форм власності з мінімальними витратами й витратами ресурсів;
- забезпечити раціональне використання енергії й палива на базі реалізації енерго- та ресурсозбережувальних технологій виробництва продукції тваринництва;
- створити та освоїти нові автоматичні комплекси машин і потокових ліній, автоматизовані точні технології на основі використання маніпуляторів, роботів, мікропроцесорної техніки, що забезпечують автоматичне керування

режимів виконання процесів і створення умов для більш повної реалізації продуктивного потенціалу тварин і птиці;

- знизити питому матеріалоємність, енергоємність і капіталомісткість тваринницької продукції, підвищити ефективність і конкурентоспроможність виробництва, якість і ціни реалізації одержуваної продукції;
- забезпечити максимальну технологічну універсалізацію технічних засобів і на цій основі суттєво скоротити номенклатуру машин і обладнання, зменшити загальну потребу в них;
- забезпечити охорону навколишнього середовища, поліпшення соціальних умов праці працівників ферм і комплексів.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

CONDITION OF MAINTENANCE SYSTEMEQUIPMENT THAT ENSURES THE RELIABILITY OF ITS OPERATION

T. Yaremchuk
L. Titova, PhD
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Scientific support of AIC was performed by a number of research institutes in Ukraine, within the walls of which new machines, equipment and technologies were developed, methods and means of maintenance and repair of maintenance and repair of ICC were improved, methodological problems of its reliability management were solved.

However, the issues of reliability and efficiency of operation of the machine-tractor fleet, the organization of maintenance and repair of tractors, combines and agricultural machinery, as well as the restoration of worn parts were mainly studied. There were few published works on the organization of maintenance of processing equipment, these are the works.

In accordance with scientific recommendations, engineering services and departments of chief mechanics were established at processing enterprises and plants to deal with maintenance and repair issues. The organization of maintenance of oilseeds processing equipment (OMOPE) was built on a scientific basis and engineering and economic calculations. The calculation was based on the volume and range of repair and maintenance work, using standards for the need for spare parts, repair materials, standards for labor costs, number of employees and wages.

The method of engineering calculation of the organization of maintenance and repair (maintenance) OMOPE provided the following:

- ➢ the composition of the technological equipment of the oil production enterprise was specified according to the data of engineering service, accounting, operative and calendar reporting;

- the volume of repair and maintenance works (RMW) was determined using standards;
- schedules of carrying out planned MOT were developed;
- the amount of RMW was specified by conducting research by scientific organizations;
- on the basis of the technology of maintenance the composition of technological equipment for maintenance and repair was established;
- knowing the composition of equipment and the amount of work, calculated the required number of crews and posts of maintenance and repair;
- the organizational scheme of MOT and repair was developed;

Feasibility study (FEASIBILITY STUDY) of maintenance and repair organization was performed. According to the above method under the guidance of Doctor of Sciences N.I. Agafonov developed a system of maintenance of ICC, which provided for three levels of implementation of the RMW: district, agricultural enterprises and production unit Projects were developed for the organization of the district inter-farm base maintenance and repair of ICC and processing equipment, size), stationary points of maintenance (SPM) of the production unit. The latter's works included, along with the SPM, machine yards.

A significant shortcoming of the planned economy in the field of maintenance and engineering services was the dominance of engineering and technical staff in the supply of equipment and spare parts for repair and maintenance, as the planned economy created a deficit, including in the field of maintenance and repair.

According to known methods, equipment is considered according to a hierarchical scheme. Functional elements include parts and assemblies. Direct and indirect functional connections can be traced between the elements. The first of them connect the elements into units and assemblies, the second - functionally create the conditions for the efficiency of the elements. For example, reducing frictional wear in the form of oils, greases and solids, as well as ensuring efficiency through the use of process fluids, power supply, communications and others. [3]. In case of violation of direct connections the equipment becomes inoperable, ie there is a failure, at refusal of indirect connections - conditions of functioning of the equipment worsen, ie the resource decreases.

Indirect connections are parallel systems that belong to the TK, they are characterized by the organization of ensuring the reliability of technical service, ie the operation of parallel systems [32].

GOST27.002-2015 [4] regulates such a complex indicator of reliability as the coefficient of technical use, for OMOPE this is the main indicator of reliability. It is affected by reliability.

Among the main factors influencing the reliability of scientists in their studies call the high market value of spare parts and, accordingly, an increase in proportion to the cost of spare parts maintenance and repair costs, restoration of equipment and machinery that failed. The expediency of improving the organization of technical service is based on a significant increase in losses from downtime of technological equipment of oil companies [2]. Currently, it is necessary to reduce operating costs per unit of output, taking into account: the higher the quality and cost of OMOPE, the lower the operating costs [26].

The concept [1] provided for the following organization of maintenance and repair: from 60% to 70% of the volume of maintenance and repair work is performed at enterprises by their technical service. More complex repairs and elimination of complex failures - in service centers at the cluster level (15-25%). Dealers have, according to the calculations of DerzhNITI, 10-15% of the volume of works.

In 2019, ISO 27.001 [1] was adopted, which regulated the rules and principles of reliability management of machinery and equipment at the enterprise. Its provisions can form the basis of ITS, the main purpose of which is to ensure the required level of coefficients of technical use, readiness and operational readiness, maintaining efficiency [5]. SUN at the processing plant can be integrated into the engineering and technical service, because it: is a set of all means of enterprise reliability management, maintaining the necessary reliability indicators; provides an effective solution to problems related to the reliability of equipment and solves the problem of ensuring reliability. The reliability management system includes employees - performers of maintenance and repair, engineering and technical staff.

The system includes the organization of maintenance and repair, analysis of data on failures and restoration of equipment. GOST 18322-2016, which is used in conjunction with GOST 27.002-2015, defined the following important terms for the topic of our study, namely: MOT as a set of technological operations and organizational actions to maintain the operability or serviceability of the object when used for its intended purpose, expectation, storage and transportation, and repair - a set of these operations and the organization to restore the efficiency, serviceability and resource of equipment. Repairs include localization (search for a faulty unit or node OMOPE), diagnosis, troubleshooting (recovery) and monitoring the operation of OMOPE.

From the above we concluded that the urgency of the organization of maintenance, and found that the maintenance includes the elimination of identified equipment failures of oil companies.

References

1. Titova L. L. (2021). Simulation of transitional processes of dynamic model of power energy installation of machines for forestry works. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 12(1). 147–154.

2. Titova L. L. (2021). Methods of searching for optimal parameters of production processes with variable composition of machines for forestry technology. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 12(2). 97–104.

3. Titova L. L. Criteria for evaluation of efficiency of using machines in agricultural complex. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production

Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 2, 151–156 ISSN 2663-1334 (print), ISSN 2663-1342 (online), www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica DOI: 10.31548/machenergy.2020.02.151-156

4. Liudmyla Titova, Ivan Rogovskiy Technology recovery of power device of machines for forestry work. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК [Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK]. Київ. 2017. Вип. 258. С. 369–380.

5. Надточій О. В., Тітова Л. Л. Раціональне використання ресурсів фермерським господарством. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК [Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK]. Київ. 2017. Вип. 262. С. 367–379.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ

Л. Л. Тітова, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Методи планування експериментів і оптимізації придатні для комп’ютерного моделювання виробничих процесів машин для лісотехнічних робіт. Для більшості з них багаторазово проводити натурні експерименти неможливо або недоцільно, але в точках плану можна реалізувати обчислювальний експеримент. Попередньо повинна бути сформована математична модель, що дозволяє для заданих сполучень значень обраних на етапі планування експерименту керуючих факторів, отримувати значення функції відгуку. Потім можна використовувати статистичні методи для побудови регресійної моделі, за допомогою якої можна планувати і досліджувати виробничий процес. Зокрема, стає можливим знаходити параметри процесу, що відповідають значенням функції відгуку, близьким до оптимальних.

Сучасне програмне забезпечення для статистичної обробки даних надає користувачеві інструменти для планування експериментів [1], регресійного [2], дисперсійного [3], факторного [4], проведення параметричних і непараметричних процедур. В програмах реалізована велика кількість існуючих статистичних методів в поєднанні із засобами візуалізації даних і створення звітів. Всі програми забезпечені довідковим матеріалом.

Серед виробничих процесів машин для лісотехнічних робіт можна виділити ті [2], які складаються з ряду операцій, для виконання кожної з яких використовуються спеціальні машини та обладнання, причому є можливість варіації складу і черговості виконання виробничих операцій, а також обладнання, що використовується. Для ефективної реалізації таких процесів слід визначити види і черговість операцій, а використовуване обладнання розглядати як єдину систему. Процеси подібного виду будемо називати виробничими процесами зі змінним складом устаткування або з варіабельними комплектами обладнання.

Варіабельність – мінливість, різноманітність, розкид або міра відхилення від «оптимуму. Саме зміну називають варіацією або варіантом. Варіабельність, тобто мінливість властива всім природним явищам, всім технічним і технологічним процесам, а також всім відомим організаційним структурам.

Побудова математичної моделі досліджуваного процесу, що дозволяє визначити цільову функцію оптимізації планування лісотехнічних робітних процесів. Лісотехнічних робітні процеси складаються з ряду операцій, між кожною парою суміжних операцій створюються запаси ресурсів. Необхідно визначити режими функціонування комплектів машин так, щоб для кожної пари операцій розмір запасу підтримувався між страховим і гарантійним рівнями. В основу побудови математичних моделей покладено підхід до організації лісотехнічних робітного процесу, заснований на підключенні додаткового обладнання на «відстаючих» операціях. Він дозволяє продуктивність комплекту машин наблизити до продуктивності ведучої машини. При розробці лісотехнічної операції виділяють наступні періоди роботи машин для лісотехнічних робіт: створення запасу (t_1), його поповнення і споживання, до (t_2) і після (t_3) підключення додаткових машин, вироблення запасу (t_4,). Лісотехнічних робітні роботи можуть проходити протягом одного місяця, двох і більше. Величина страхового запасу розраховується з врахуванням характеристик лісотехнічної операції і вимог техніки безпеки. Між валянням і трелюванням повинна дотримуватися п’ятдесятиметрова зона безпеки, а між трелюванням і обрізанням сучків, розкряжуванням і навантаженням – тридцятиметрова (таблиця 2).

У таблиці 2 використані такі умовні позначення:

$Z_{\text{Г}}$ – об’єм гарантійного запасу, м^3;

$Z_{\text{С}}$ – об’єм страхового запасу, м^3;

Z_{cp} – середній запас деревини на гектарі, м^3;

L_{cp} – довжина зони безпеки, при валці бензопилами - 50 м, при валці машинами – 200..250 м;

B – ширина зони безпеки, м;

Z_{TX} – технологічний об’єм запасу між операціями, м^3;

Z_{TH} – технічний об'єм запасу між операціями, м^3;

P_i – змінна продуктивність основних машин на *i-й* операції, м^3;

Q_{max}, – максимальний обсяг вироблення машин на одній з операцій, м^3;

$\mathrm{T_{ЗМ}}$ – тривалість зміни, год.;

$K_{\text{ТГi}}$, $K_{\text{ТГ}s}$ – коефіцієнти технічної готовності *i-ї* і *s-ї* машини відповідно.

Умовні позначення:

$\mathrm{i(s)}$ - номер попередньої (наступної) операції;

$\mathrm{Q_{max}}$, ($\mathrm{Q_{min}}$) - максимальний (мінімальний) обсяг вироблення машин для лісотехнічних робіт на одній з операцій, м^3;

$\mathrm{Q_i(Q_i = P_i \cdot N_i \cdot S)}$ - обсяг вироблення основних машин для лісотехнічних робіт на *i-й* операції, м^3;

$\mathrm{Q_s(Q_s = P_s \cdot N_s \cdot S)}$ - обсяг вироблення основних машин для лісотехнічних робіт на *s-й* операції, м^3;

$\mathrm{Q_i^D = Q_i + Q_{Di}}$ - рівень, до якого збільшується обсяг вироблення ($\mathrm{Q_i}$) на *i-й* операції після підключення додаткової машини з обсяг вироблення $\mathrm{Q_{Di}}$, м^3;

$\mathrm{Q_s^D = Q_s + Q_{Ds}}$ - рівень, до якого збільшується обсяг вироблення ($\mathrm{Q_s}$) на *s-й* операції після підключення додаткової машини з обсяг вироблення $\mathrm{Q_{Ds}}$, м^3.

Таблиця 1

Розрахункові періоди розробки лісосік

Кількість місяців	Місяць	Розрахунковий період розробки лісотехнічної операції ($\mathrm{T_П}$, дні)
Один	перший	$\mathrm{T_П} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$
Два	перший	$\mathrm{T_П} = t_1 + t_2 + t_3$
	другий	$\mathrm{T_П} = t_2 + t_3 + t_4$
Більше двох	перший	$\mathrm{T_П} = t_1 + t_2 + t_3$
	другий-передостанній	$\mathrm{T_П} = t_2 + t_3$
	останній	$\mathrm{T_П} = t_2 + t_3 + t_4$

Таблиця 2

Математичні моделі об'ємів запасів

Вид запасу		Розрахункові формули
Страховий		$\mathrm{Z_C} = Z_{TX} + Z_{TH}$
Технологічний між операціями	валка і трелювання	$Z_{TX} = \frac{L_{cp} \cdot B \cdot Z_{cp}}{10000}$
	трелювання і обрізки сучків, обрізки сучків і навантаження	$Z_{TX} = P_i \cdot T_n$
Технічний		$Z_{TH} = Q_{max}(2 - (K_{\text{ТГi}} + K_{\text{ТГ}s}))\mathrm{T_{ЗМ}}$
Організаційний		$Z_{\mathrm{O}} = Z_{\Gamma} - Z_{\mathrm{C}}$

Формули для розрахунку часу виконання технологічних операцій представлені в таблиці 3. Більш докладно з процедурою їх виведення можна ознайомитися в джерелах.

Таблиця 3

Математичні моделі режимів роботи машин для лісотехнічних робіт

Розрахунковий період	Порівняння норм вироблення машин на суміжних операціях	Час створення запасу	Час поповнення і споживання запасу	Час роботи додаткових машин	Час вироблення запасу
Перший місяць	$Q_i < Q_s$	$t_1 = \frac{Z_Г}{Q_i}$	$t_2 = \frac{Z_Г - Z_С}{Q_{max} - Q_i}$	$t_3 = \frac{(Т_П \cdot Q_i - Q_{max}) \cdot (Q_{max} -}{Q_i \cdot Q_{Di}}$	-
	$Q_i > Q_s$	$t_1 = \frac{Z_С}{Q_i}$	$t_2 = \frac{Z_Г - Z_С}{Q_{max} - Q_s}$	$t_3 = \frac{(Т_П \cdot Q_{max} - Z_Г) \cdot (Q_{max} -}{Q_{max} \cdot Q_{Ds}}$	-
Другий – передостанній	$Q_i < Q_s$	-	$t_2 = \frac{Z_Г - Z_С}{Q_{max} - Q_i}$	$t_3 = \frac{Т_П \cdot (Q_{max} - Q_i)}{Q_{Di}}$	-
	$Q_i > Q_s$	-	$t_2 = \frac{Z_Г - Z_С}{Q_{max} - Q_s}$	$t_3 = \frac{Т_П \cdot (Q_{max} - Q_i)}{Q_{Ds}}$	-
Останній місяць	$Q_i < Q_s$	-	$t_2 = \frac{Z_Г - Z_С}{Q_{max} - Q_i}$	$t_3 = \frac{(Т_П \cdot Q_{max} - Z_Г) \cdot (Q_{max} -}{Q_{max} \cdot Q_{Di}}$	$t_4 = \frac{Z_Г}{Q_s}$
	$Q_i > Q_s$	-	$t_2 = \frac{Z_Г - Z_С}{Q_{max} - Q_s}$	$t_3 = \frac{(Т_П \cdot Q_s - Z_Г) \cdot (Q_{max} - Q}{Q_s \cdot Q_{Ds}}$	$t_4 = \frac{Z_С}{Q_s}$

Висновок математичних моделей для розрахунку об'ємів гарантійних запасів) заснований на використанні виразів таблиць 1, 3.

Тривалість робіт на парах суміжних операцій однакова і дорівнює часу розрахункового періоду, який визначається при плануванні лісотехнічних робіт. Час початку виконання технологічних операцій буде зміщено на увазі необхідність створення страхових і гарантійних запасів. На рис. 1 представлено зміщення часу початку виконання лісотехнічних операцій протягом одного місяця.

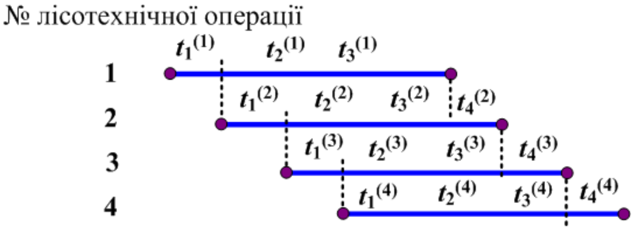


Рис. Режими виконання лісотехнічних операцій при одному розрахунковому місяці.

Отримані детерміновані аналітичні математичні моделі лісозаготівельних процесів дозволяють визначати цільову функцію експерименту. Виконаємо постановку задачі оптимізації лісотехнічних робіт. Кожна машина, яка виконує технологічні операції, має свої експлуатаційні характеристики, може виконувати одну або кілька операцій. Парк машин підприємства обмежений. Їх необхідно розподілити за операціями, щоб процес лісотехнічних робіт був оптимальним. Розміщення технічних засобів за технологічними операціями визначається видом операції (B, C, T, P), числом машин (N_m, N_d), Продуктивністю машин (P_m, P_d). У підсумку, буде визначена функція розподілу технічних засобів за операціями лісотехнічних робіт:

УДК 665.73:54-414
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПОГЛИНАННЯ БЕНЗИНУ СОРБЕНТАМИ РІЗНОЇ ВОЛОГОСТІ

М. Ф. Калівошко, к.с.г.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Щорічне зростання споживання автомобільним транспортом бензину спричиняє значне забруднення їм довкілля. Для очищення ґрунтів від бензину перспективним є використання різних сорбентів. Широко використовуються сорбенти з матеріалів, вторинної побічної продукції, відходів виробництва тощо. В природних та виробничих умовах вони мають різну вологість. При застосуванні сорбентів для очищення ґрунту, твердих поверхонь, води від забруднення бензином важливо знати, як впливає вологість сорбентів на їх поглинальну здатність.

Метою наших досліджень було вивчення впливу вологості сорбентів на їх поглинальну здатність бензину в навколишньому середовищі.

За результатами досліджень, що представлені на рис. 1 і рис. 2, продемонстровано вплив вологості – WL матеріалів, які вивчалися, на їх поглинаючу здатність в відношенні до бензину при температурі +20ºС. Аналіз впливу вологості на поглинаючу здатність сорбентів в відношенні до бензину показує, що у всіх випадках підвищення вологості викликає зниження їх поглинаючої здатності. Протилежна залежністю поглинальної здатності сорбентів і WL викликана, напевно, перш за все, різною природою молекул води (полярна молекула) і молекул нафтопродукту (неполярна молекула). Зниження поглинальної здатності сорбентів обумовлює також вода, що заповнює мікропори та зменшує таким чином площу контакту сорбента і бензину. Значну залежність поглинаючої здатності від вологості матеріалу демонструють пінобетон, тому його необхідно попередньо сушити.

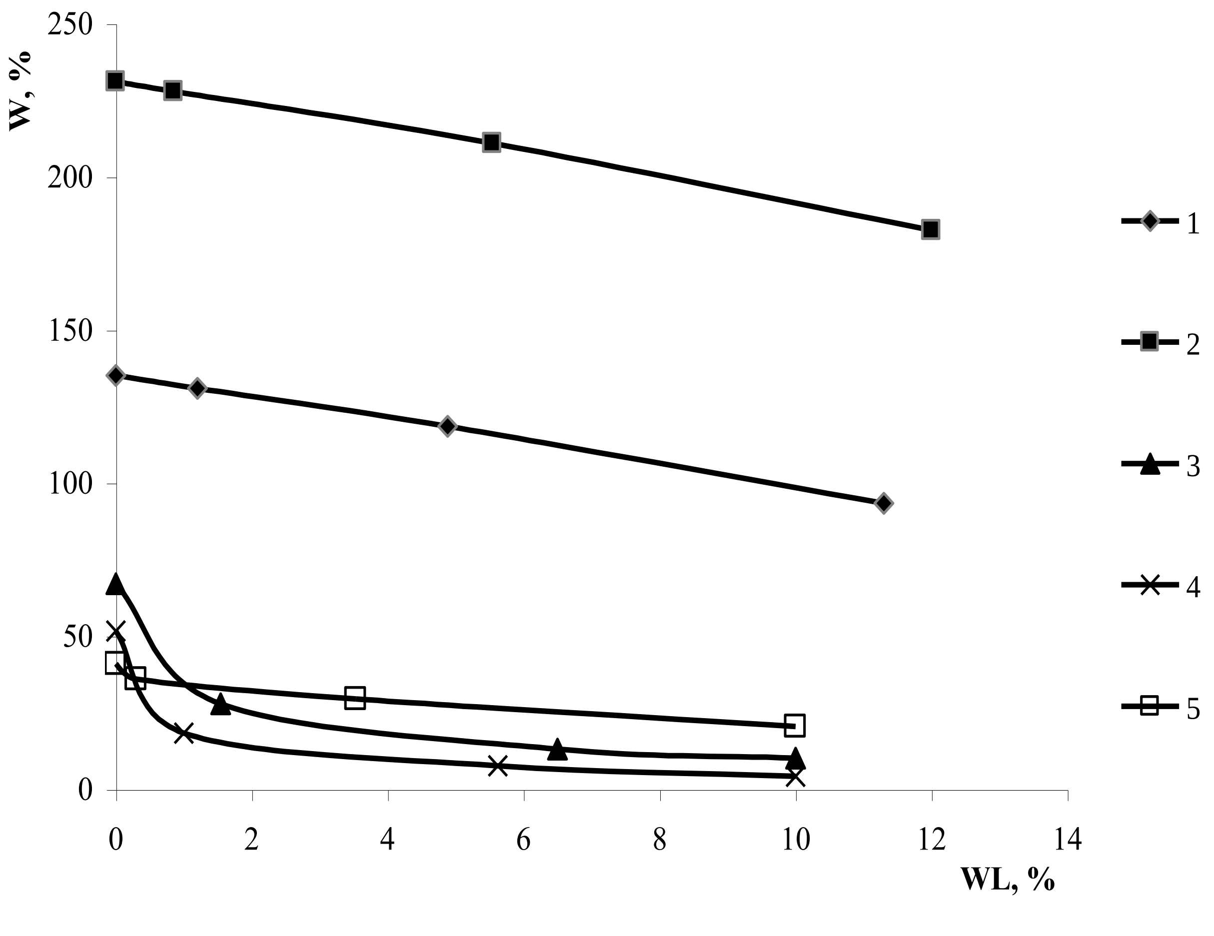


Рис. 1. Вплив вологості на поглинаючу здатність матеріалів в відношенні до бензину: 1 – стружка деревини; 2-тирса деревини; 3 – пемза; 4 – газобетон; 5 – керамзит.

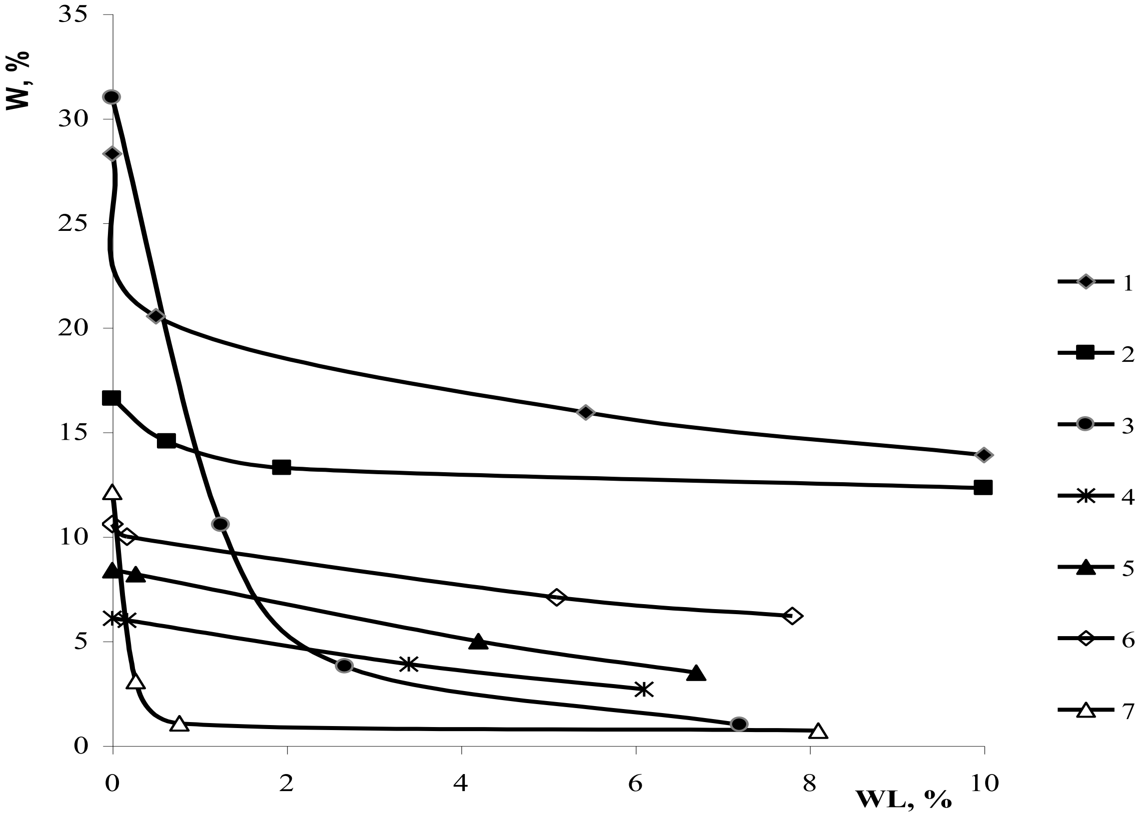


Рис. 2. Вплив вологості на поглинаючу здатність матеріалів в відношенні до бензину: 1 – туф; 2 – каолініт; 3 – зола ТЭС; 4 – пісок річковий; 5 – пісок шламовий; 6 – шлак металургійний; 7 – шлак коксохімічний.

Це пов'язано з перешкодами, які виникають на шляху руху молекул паливно-мастильних матеріалів у вологих капілярах і співпадає з тенденціями співвідношення до активної поверхні.

Висновки

Результати наших досліджень засвідчили, що у всіх випадках, при застосуванні сорбентів незалежно від їх властивостей, підвищення вологості викликає зниження поглинальної здатності бензину. Отримані дані допоможуть виробити об'єктивний підхід у питанні вибору легкодоступних поглинаючих матеріалів для очистки ґрунтів і твердих поверхонь від бензину в різних умовах.

УДК 681.324
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ENSURING THE RELIABILITY OF COMPLEX SYSTEMS AT DIFFERENT STAGES OF OPERATION

A. Komar
N. Boltianska
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

A systematic approach is a method of scientific knowledge, which is based on the study of a technical object as a system. That is, the system approach is considered as a methodology of scientific knowledge, which is based on the study of technical objects as an integral system. At the same time, the understanding of the system in the relationship "man - technical object - environment" is considered.

Technique, machines are complex mechanical systems (repaired class). A technical system is a set of elements united structurally and functionally to perform the necessary functions. Technical systems include technical objects and machines. A technical system, unlike a closed physical system, is open and responsive, changing depending on external conditions, operating conditions, maintenance and repair. The main principles that define an object as a complex system are: hierarchy, an object as a set of elements and interelement relationships, structure, unity and integrity, the possibility of building mathematical models and modeling systems [1–4]. With a systematic approach, the solution to the problem of equipment reliability is associated with the following goals:

1) achieving the best indicators of machine reliability in terms of functional, environmental and safety criteria with minimal time, labor and material costs;

2) maintaining within the specified limits the indicators of reliability, performance in operation, as well as during storage, transportation, maintenance and repair;

3) improvement and modernization of technological equipment.

Properties of machine systems, which are complex technical systems. Let us name a number of properties related to complex systems. 1. Complex systems are characterized by self-organization, self-regulation, self-adaptation. 2. Possibility of restoration of working capacity in parts without disturbing the working capacity and functioning of the whole system. 3. Hierarchy.

Reliability is one of the main indicators of the quality of a technical object, which manifests itself over time and reflects the changes that occur during the entire time of its operation, including the entire life cycle - from creation to disposal. We consider reliability as a property of a machine to maintain the necessary technical and operational parameters that characterize reliability throughout the entire period of its operation. In the study of reliability, the change in the quality indicators of the machine over time is monitored, which makes it possible to study reliability by performing the processes of diagnosing and predicting directly during its operation. Considering the dynamics of the machine state configuration as a technical object, we can conclude that reliability is a multi-stage form of the machine state configuration.

The reliability of the product is laid down during design, is ensured during manufacture and is maintained in operation, that is, the problem of ensuring the reliability of the machine should be addressed throughout the entire life cycle - from design to disposal of the machine. When designing a machine, all the basic requirements for ensuring the reliability of the machine after its manufacture are justified and laid down. In the manufacture of the machine, taking into account the provided modes of operation, the quality of the creation of the machine is realized and the quality of the manufacture of mechanisms, assemblies is controlled, where each will be endowed with reliability characteristics, including structural rigidity, geometric accuracy of structural elements and other parameters [5, 6].

During the operation of the machine, its reliability is realized, while it depends on the methods and conditions of operation of the machine, the adopted repair system, maintenance methods, the modes of operation of units and mechanisms used, and other operational factors.

Ignoring the reliability of a technical object is the most unreliable way to create it, which leads to a decrease in the technical resource of application. Any failure of the machine will lead to significant material and financial losses. The statistics of failures and causes provides a large amount of information about the state of reliability of mechanisms and machine components and is the main source of information and identification of the actual values of reliability parameters and the causes of loss of performance and durability.

Statistical data on the processes of operation of the machine allow you to get a real idea of how much the design, production and conditions of use, operation correspond to the level of reliability and operational safety of the project. Statistical data obtained during diagnostics allow predicting the future state of the machine and improving the process of functioning under operating conditions. Thus, an integrated approach to the study and study of the actual state of the reliability of technological equipment will be laid down [7].

During operation, the technical condition of the machine is constantly changing with different rates of disability. If the machine, its mechanisms and components are unreliable, then there will be a partial or complete loss of working capacity, which forces it to be restored to a predetermined level by organizing and carrying out maintenance and repair. An unreliable machine is the main sign of the loss of efficiency of its use, since each stop due to damage to mechanisms or a decrease in the technical characteristics of units with the loss of technical and operational parameters will not only lead to great material damage, but will also affect the deterioration of industrial and technosphere safety.

It is well known that over the entire period of operation, the cost of repairs and maintenance of machines due to their wear and tear sometimes exceeds the cost of a new machine by several times. So, for cars – 6 times, aircraft – up to 5 times, technological industrial equipment – up to 8 times, electrical equipment – up to 12 times. On the one hand, external operating conditions have a great influence on the reliability of the machine, on the other hand, internal physical and chemical processes that contribute to destruction, such as aging, corrosion, increased wear, changes in the properties of materials from which components and mechanisms are made.

Analysis of the reliability of complex systems has its own characteristics. The specificity of assessing the reliability of a complex system lies in the fact that the links between its elements play an important role.

The construction of a model of a reliable system is carried out taking into account the properties, parameters and characteristics. In this case, the state of the technological equipment is taken into account:

S_1 – able-bodied state in standby mode;

S_2 – able-bodied state in the mode of performing functions, work, tasks;

S_3 – disabled state, recovery period. When calculating reliability, block diagrams are used with the possibility of dividing a complex system into separate elements, for each of which it is possible to determine the probability of failure-free operation ($P_i(t)$ is the probability of failure-free operation of the i-th element during a given period). Then it is possible to determine the possibility of failure-free operation P(t) of the entire system. We call such calculations the calculation of system reliability. Considering the above parameters of mechanisms and nodes, we can conclude that the most typical cases are when the downtime of one mechanism or node disables the entire system. For example, most of the drives of machines and devices, gears are subject to this condition. So, if anything in the drive of the machine fails: a gear, a bearing, a clutch, a control lever, an electric motor, a lubrication pump, etc., then the entire machine with the drive will cease to function. Then the probability of failure-free operation of such a system will be equal to the product of the probabilities of failure-free operation of its mechanisms and units:

$$P(t) = P_1(t)\ P_2(t)\ P_3(t). \quad P_n(t) = \prod P_i(t).$$

If the assembly consists of 50 parts, and the probability of failure-free operation of each part over a period of time is $P_i(t)$ = 0,99, then the probability of failure-free operation of the assembly will be P(t) = (0,99)50 = 0,55. If a node of 400 parts with the same probability, then P(t) = (0,99)400 = 0,018, which indicates the incapacity of the node.

The problems of ensuring the reliability of equipment are resolved with an integrated and systematic approach with the solution of problems in the organizational, methodological and personnel areas. Technical objects, such as machines, are complex mechanical systems. With an integrated approach, the problems of ensuring reliability at all stages of the machine's life cycle are solved. The systems approach involves considering the machine and ensuring its reliability as a system of cause-and-effect relationships. The organizational direction of work provides for the development of a program to ensure reliability and reduce risk for all stages of the life cycle of the machine, regulatory documents and standards that define the provisions and requirements for ensuring the reliability of equipment.

The study of physical processes that lead to a change in the reliability indicators of an object and its mechanisms can be most fully carried out under the conditions of a system analysis of the state "changing environment - a functioning technical object - human activity".

The consequence of disability is the failure of components, mechanisms, which leads to machine downtime. The main downtimes appear for technical reasons in connection with poor-quality maintenance for organizational reasons. Simple characterize the unreliability of the machine with the appearance of failures in its operation. The failure of the operation is considered as an off-cycle loss and as an event consisting in a violation of the machine's operability. At the same time, the failure of the machine has objective causes of occurrence, but it is random in nature, and the probability of its occurrence can be described by different laws of the probability distribution of reliability parameters during operation.

The following three directions should be included among the main directions for improving the reliability of the machine system.

1. Increasing the resistance of the machine system to external operating conditions. This should be achieved through the development of methods for creating high-strength, rigid, wear-resistant structures of units and mechanisms, as well as the use of structural materials of high strength, wear resistance, anti-corrosion resistance, etc.

2. Isolation of machines from harmful oscillatory actions and actions by installing the machine on a foundation for vibration isolation, creating special temperature and humidity conditions.

3. The use of self-regulation methods, when the machine is able to automatically restore lost functions and respond to external influences. For this direction there are unlimited possibilities for solving problems of increasing the reliability, performance and durability of the machine.

References

1. Grigorenko S. Technical means for mechanization of technological processes on livestock farms. Theory, practice and science. Abstracts of V International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan 2021. P. 255-257.

2. Непарко Т. А. Технічні засоби для механізації технологічних процесів на тваринницьких фермах. Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф. Київ. Ніжин, 2021 С. 83-86

3. Zhuravel D., Skliar O., Modeling the reliability of units and units of irrigation systems. Multidisciplinary academic research. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference. Amsterdam, Netherlands 2021. P. 83-86.

4. Komar A. Basic methods of preparation of organic fertilizer from quail manure. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: мат. III Міжн. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 183-187. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/komar2021.pdf

5. Boltianska N., Serebryakova N. Safety measures during operation of biogas plant. OSHAgro – 2021: Збірник тез І Міжн. наук.-практ. конф. Київ: НУБіП, 2021. С. 22-24.

6. Скляр О. Г., Болтянська Н. І. Технології наукових досліджень: підручник. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2022. 682 с.

7. Skliar O., Neparko T. Increasing the performance of the park of equipment with Telematics. Інформаційні технології в енергетиці та АПК: матеріали Х-ої Міжн. наук.-практ. конф. ЛНАУ, 2021 р. С. 51-54

УДК 614.8:631.3
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ПРОФЕСІЇ ЕЛЕКТРОГАЗОЗВАРЮВАЛЬНИКА

Є. І. Марчишина, к.с.г.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Будь-яка виробнича діяльність породжує певні небезпеки та ризики для працівників. Роботодавець зобов'язаний забезпечити безпеку працівників у процесі їх трудової діяльності, у тому числі через створення та функціонування системи управління охороною праці на підприємстві [1]. Основним моментом забезпечення безпеки праці є ризик-орієнтований підхід: розроблення заходів щодо забезпечення безпечних умов праці залежно від конкретних професійних ризиків на підприємстві.

Методики проведення оцінки ризиків на законодавчому рівні відсутні, тому роботодавець має право розробити її самостійно та затвердити внутрішнім документом, провести оцінку самостійно або укласти договір із сторонньою організацією, що має такий досвід. Оцінка ризиків проводиться на кожному робочому місці у всіх робочих зонах з урахуванням усіх видів робіт, що виконуються, а також, у разі потреби, узагальнюється для групи робочих місць, структурного підрозділу, конкретного виробничого процесу, виду робіт тощо [2].

Метою цього дослідження було застосування методу Файна і Кінні для оцінки професійних ризиків на виробництві. Застосування методу випробували на професії електрогазозварювальника – однієї з найпоширеніших на підприємствах АПК.

Основна ідея методу полягає в оцінені індивідуальних ризиків окремого працівника, визначених як ймовірність отримання травми чи захворювання внаслідок наявної небезпеки.

З метою визначення ступеня індивідуального ризику у кожному конкретному випадку здійснюється прогнозування ризику, тобто, визначається, яким чином те чи інше порушення вимог охорони праці може призвести до виробничої травми чи професійного захворювання.

Для оцінення професійного ризику встановлюють його кількісний ступінь. Ступінь професійного ризику в цьому випадку розраховують як добуток трьох складових – ймовірності, впливу та наслідків настання події.

Аналіз ймовірності має на увазі визначення:

- можливості настання небезпеки та безпосередньо власне шкоди життю та здоров'ю працівника (неможливо, ймовірно чи точно настане);

- ступеня схильності працівника до небезпеки в залежності від частоти виконання робіт, при яких може настати небезпека (рідко, іноді або постійно).

При аналізі ймовірності та наслідків необхідно враховувати невизначеність ризику, яка може бути пов'язана з невизначеністю вихідних параметрів та припущень (наприклад, з людським чинником, роз'їзним характером роботи) та можливими змінами умов та параметрів (наприклад, позаштатними, аварійними ситуаціями).

Таблиця 1

Ризик = Ймовірність × Вплив × Наслідок [3]

Балів	Ймовірність	Балів	Вплив	Балів	Наслідки
10	Швидше за все, відбудеться	10	Постійно	100	Надзвичайна ситуація, багато жертв
6	Дуже ймовірно	6	Щодня протягом робочого дня	40	Руйнування, є жертви
3	Нехарактерно, але можливо	3	Час від часу, щотижня	15	Серйозні наслідки, є летальний випадок
1	Малоймовірно	2	Іноді (щомісяця)	7	Втрата працездатності, тяжка травма
0,5	Навряд чи можливо	1	Рідко (щорічно)	3	Випадки тимчасової непрацездатності
0,2	Майже не можливо	0,5	Дуже рідко	1	Легка травма, надана долікарська допомога
0,1	Фактично неможливо				

Аналіз наслідків передбачає визначення:

- характеру можливого заподіяння шкоди життю та здоров'ю працівників при настанні небезпеки (травма чи професійне захворювання);

- ступеня тяжкості шкоди (тимчасова непрацездатність, стійка втрата працездатності або смерть внаслідок травми чи професійного захворювання);

- можливої кількості постраждалих сторін (поодинокі або групові нещасні випадки та випадки професійних профзахворювань).

При аналізі наслідків слід враховувати найгірший потенційно можливий результат впливу небезпеки з припущенням, що безпекові заходи не застосовуються або не спрацюють.

При визначенні ступеня ризику розглядаються всі стадії робіт: від процесу підготовки до них до стадій виконання та завершення (табл. 1).

Шкалу оцінення професійних ризиків у балах наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Шкала оцінення професійних ризиків у балах

Балів	Ризик	Профілактичні заходи
> 320	Дуже високий	Негайно припинити діяльність
160–320	Високий	Необхідне негайне покращення
70–160	Суттєвий	Необхідне покращення
20–70	Можливий	Необхідно звернути увагу
< 20	Малий	Підлягає дослідженню

Таблиця 3

Небпечні і шкідливі виробничі фактори, що діють на електрогазозварювальника

НШВФ	Ймовірність	Вплив	Наслідки	Загальний бал
Хімічний фактор	10	6	7	420
Пожежа	6	2	40	480
Ураження електричним струмом	6	2	7	84
Несправність устаткування	6	3	3	54
Незручна (вимушена) робоча поза	6	6	3	108
Іскріння	0,2	0,5	1	0,1
Загалом:				1146,1

Ідентифікація небезпек це процес виявлення на кожному робочому місці небезпек (їх комбінацій), у яких може бути завдано шкоди життю та здоров'ю працівника. Як небезпеки розглядають: механічні, електричні, термічні, ті, що пов'язані з впливом факторів виробничого середовища та трудового процесу, небезпеки розташування робочого місця, небезпеки, пов'язані з організаційними недоліками, із застосуванням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), небезпеки, спричинені пожежею, вибухом, обвалом тощо.

Розрахуємо професійний ризик для електрогазозварювальника:

Для цього визначимо можливі небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НШВФ), які можуть призвести до травм або професійного захворювання (табл. 3).

Визначаємо загальний бал за кожним фактором:

Ризик = Ймовірність × Вплив × Наслідок

- хімічний чинник: Р (10 · 7 · 6) = 420
- пожежа: Р (2· 6 · 40) = 480
- ураження електричним струмом: Р = (6 · 2 · 7) = 84
- несправність обладнання: Р = (6 · 3 · 3) = 54
- робота у незручній позі: Р = (6 · 6 · 3) = 108
- іскріння: Р = (0,2 · 0,5 · 1) = 0,1

Середнє значення ризику в балах за наведеними чинниками становитиме – 191.

Виходячи з отриманих результатів можна констатувати, що завдяки використаній методиці, ми визначили значення ризику ($Р_{сер}$ =191 балів) для професії електрогазозварювальника. Це значення рівня ризику входить у діапазон від 160–320 балів, який оцінюється як «високий» рівень ризику.

Оскільки у зварювальників шкідливі умови праці, їм надають відповідно до вимог КЗпП України гарантії та компенсації. В даний час за результатами атестації робочих місць зварювальникам у зв'язку з наявністю небезпечних та шкідливих виробничих факторів надають такі гарантії та компенсації:

- скорочена тривалість робочого часу;
- щорічна додаткова оплачувана відпустка;
- підвищений розмір оплати праці;
- збереження середнього заробітку за місцем роботи під час проведення медичних оглядів;
- безкоштовна видача молока або інших рівноцінних харчових продуктів (на роботах зі шкідливими умовами праці);
- право на дострокове призначення страхової пенсії.

Враховуючи це, можна завчасно вжити організаційних та інженерно-технічних заходів, розробити комплекс профілактичних заходів, які сприяють зниженню рівня ризику до мінімально допустимого, і отже, підвищити продуктивність підприємства, його конкурентоспроможність та престиж професії.

Список літератури

1. Закон України «Про охорону праці». Київ. Основа. 2002. 26 с.

2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. Київ. Центр навчальної літератури. 2017. 691 с.

3. Файнбург Г. З. Риск-ориентированный подход и его научное обоснование. Безопасность и охрана труда. 2016. №2. С. 31–40.

УДК 614.842.4-046.67
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

АНАЛІЗ ВИНИКНЕННЯ ТА ШЛЯХИ УСУНЕННЯ ПОЖЕЖ НА ПЕЛЕТНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

О. І. Єременко, к.т.н., доц.
Т. О. Зубок, к.с.г.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Для ефективного спалювання твердого органічного палива потрібно мати матеріал у вигляді виробів майже однакових за розмірами і формою [1, 2]. Це забезпечує необхідний контакт палива з киснем повітря для найбільшої тепловіддачі до 18 МДж/кг та дозволяє автоматизувати процеси в опалювальних установках.

Для виробництва гранульованого біопалива (пелет) здебільше використовують відходи лісозаготівлі та деревообробки, побічну продукцію аграрних і переробних виробництв (незернову частину врожаю зернових культур, відходи круп'яних, борошномельних, олійних підприємств тощо), біомасу енергетичних насаджень [1, 2].

Технологія отримання біопаливних гранул, діаметр яких сягає 4-12 мм, довжина – 10-50 мм [1, 2], передбачає такі основні процеси:

– подрібнення частинок сировини до розмірів 1-4 мм та висушування матеріалу до 8-14 % вологості в конвекційних сушарках;

– гранулювання біомаси в матричних грануляторах методом продавлювання роликами крізь філь'єри матриці під тиском до 40 МПа;

– охолодження отриманих гранул до температури 30-40°С;

– просіювання пелет для відокремлення дрібної фракції.

За результатами досліджень та досвіду виробників раціональна температура гранул на виході з матриці має бути 90-100°С, що забезпечує плавлення лігніну та відсутність водяної пари, яка руйнує вироби.

На виробництві біопаливних гранул існує високий ризик загоряння у ході протікання технологічних процесів. Пелетні виробництва за класифікацією приміщень за вибуховою та пожежною небезпекою належать до класів В-IIа і

П-ІІ. Наявність підвищених температур, іскор, пилу в обладнанні може спричинити загоряння та вибухи [1-4].

Відомо [2] декілька техногенних аварій на пелетних виробництвах. На фірмі „Imperial Sugar” (США) в лютому 2008 р. стався вибух пилу і пожежа. Внаслідок 14 працівників загинуло, 38 дістали поранення, загальні втрати становили 220 млн. доларів. В жовтні 2010 р. на пелетному заводі в Білорусі вибухнув пил, зайнялась пожежа. В результаті загинуло 16 людей, повністю зруйновано завод.

Аналіз показав, що часто причинами вибухів і пожеж є пил та гарячі частинки сировини, що рухаються всередині магістралей пелетного виробництва [2, 4]. Разом з цим, на теперішній час маловідомі результати досліджень промислової пожежної безпеки на пелетних виробництвах. Тому доцільно продовжувати з’ясування причин виникнення пожеж на зазначених виробництвах та впроваджувати профілактичні заходи і сучасні ефективні засоби пожежогасіння.

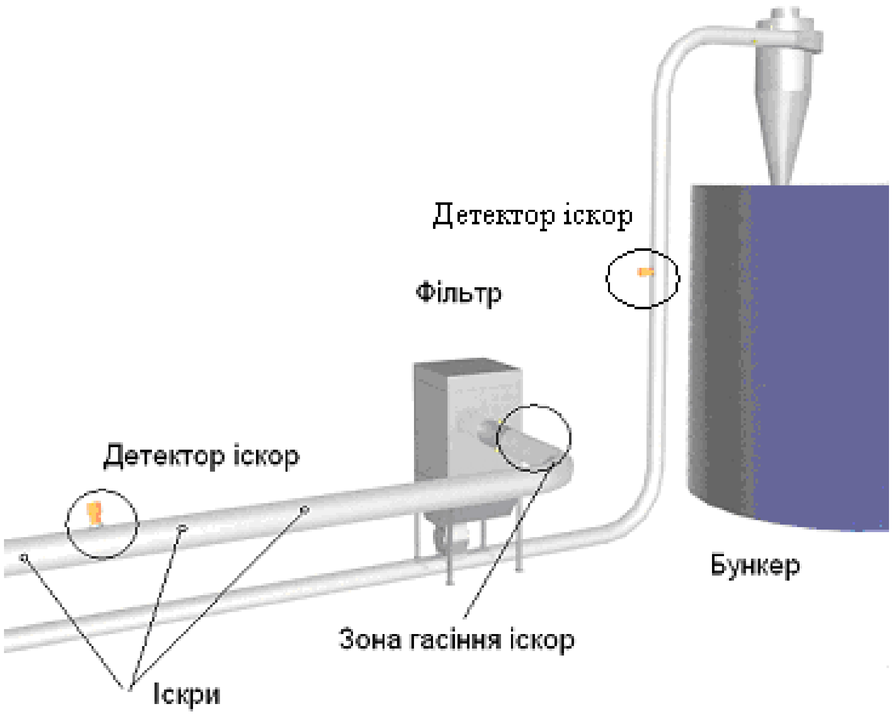


Рис. 1. Схема виявлення і гасіння іскор на сушильному обладнанні.

Сушіння сировинної біомаси - пожеже небезпечний процес твердопаливного виробництва. У камеру сушарки барабанного типу гарячий газ потрапляє, як правило, безпосередньо з топки. Тому сировина може загорітися, а повітряно-пилова суміш вибухнути. Причинами загоряння є припинення потрапляння до барабана вологих частинок біомаси за умов надходження продуктів згоряння з топки, наявність просторів в барабані з пересушеними (обвугленими) частинками.

Накопичений пил у системі надходження сировинних частинок, потрапивши до газового потоку, миттєво згорає, що призводить до вибуху сушарки. Небезпечним є порушення режиму роботи топки з отриманням продуктів неповного згоряння CO, які після заповнення системи можуть спалахнути в разі наявності іскор [2-4]. Особливу небезпеку становлять гарячі частинки з температурою понад 400°C та енергією понад 40 мДж (рис. 1). Інколи це можуть бути частинки без яскравої світимості.

У сушарці барабанного типу біосировина характеризується різним ступенем вологості. Також мають місце проблеми з дозуванням матеріалу, тому в барабані може з’явитися пересушена маса. Для виявлення іскор в магістралях встановлюють детектори, що працюють в інфрачервоній зоні. Вони мають виявляти лише справжні джерела займання. Детектори потрібно улаштовувати на входах до фільтра та до бункера (рис. 1). В детекторах чутливі елементи побудовані на сульфіті свинцю. Це дозволяє виявляти як іскри, так і „темні” частинки високої енергії з температурою 250°C та вище. Їх перевагою щодо силіконових фотодетекторів, які реагують на світло від іскор, є нечутливість до денного світла.

На виробництві під час роботи прес-грануляторів виникають небезпечні умови (рис. 2) перегріву поверхонь робочих органів. Такі фактори можуть привести до утворення гарячих „чорних” частинок з температурою понад 470°C та енергією близькою до 40 мДж, що достатньо для самозаймання [2-4].

Фактори, які утворюють пожежну небезпеку процесу:

- налипання матеріалу, що гранулюється;
- підвищення температури до 120-180°C в робочій зоні, як наслідок тертя;
- незадовільний стан або поламки підшипників.

Рис. 2. Небезпечні ситуації в камері гранулювання під час роботи.

Для виявлення небезпечних явищ та уникнення утворення „чорних” частинок біомаси необхідно в місцях здійснення процесів встановлювати детектори, наприклад, GD (400°) шведської компанії Firefly AB [2, 4].

На магістральних технологічних потоках після подрібнення, сушіння сировини, а також охолодження пелет після гранулятора доцільно застосовувати системні комплекси виявлення іскор та автоматичного включення екстреного їх гасіння [2-4].

Високочутливі датчики, виявляють навіть іскри, прикриті шарами пилу або сипкого матеріалу, що транспортується. Дана система реєструє іскри і тліючі частинки в долі секунди після їх появи і вмить запускає механізм гасіння іскор. На відміну від інших систем пожежогасіння дані установки допомагають запобігти появі вогню на початковій стадії [2-4].

Висновки

Нормативні вимоги з пожежної безпеки охоплюють основні складові технологій виробництва твердих біопалив, що свідчить про суттєву значущість промислової безпеки на цих підприємствах.

Здійснення технологічних процесів на твердопаливному виробництві передбачає ретельне дотримання правил пожежної безпеки, зокрема під час роботи на грануляторі, як основної машини у технологічній лінії.

Комплексні рішення запобігання пожежам та вибухам на пелетних виробництвах повинні передбачати, в першу чергу, системні пристрої автоматичного контролю, вчасного виявлення та гасіння іскор і частинок тління з енергією до 40 мДж та температурою до 470°С.

Список літератури

1. Єременко О. І., Паянок О. В., Усенко Д. М. Аналіз стану та тенденції розвитку твердопаливних виробництв. Науковий збірник «Вісник Степу». Кіровоград, 2012. С. 234-240.

2. Проспекти ведучих компаній з виробництва твердого біопалива [електронний ресурс]. URL: www.bioresurs.com.ua; www.biotoplivo.ub.ua; www.woodpelletline.com/ru; www.pelletsgold.com/; www.ick.ua; www.alterenergy.info; www.biofuel.in.ua (дата звернення: 03.10.2021).

3. Правила пожежної безпеки в Україні, наказ МВС України від 30.12.2014, № 1417, зареєстр. МЮ України за № 252/26697. – 55 с.

4. Войналович О. В., Єременко О. І., Кофто Д. Г. Аналіз потенційних небезпек на пелетних виробництвах та заходи профілактики. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2013. Вип. 97, т. 2. С. 51–58.

УДК 614.8:631.3
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ОЦІНЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЗБИТКІВ ТА ВИТРАТ ВІД ТРАВМАТИЗМУ НА ВИРОБНИЦТВІ

Є. І. Марчишина, к.с.г.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
Т. М. Таірова, к.х.н., с.н.с.
Державна установа «Національний науково дослідний інститут охорони праці та промислової безпеки», м. Київ, Україна

Виробничий травматизм спричиняє значні економічні збитки на рівні держави та підприємства. Дотепер проблема оцінки економічних збитків від виробничого травматизму є недостатньо вивченою. Проте, власне, на зазначеній оцінці базується інвестиційна привабливість, оновлення та модернізація обладнання, оскільки ці витрати мають бути принаймні рівноцінними витратам на охорону праці та відшкодування збитків від нещасних випадків на виробництві.

Оцінка економічної ефективності заходів з охорони праці з підвищення результативності СУОП у травмонебезпечних галузях економіки включає вивчення та аналіз економічних втрат технічного характеру, людського потенціалу, спричинених виробничим травматизмом, а також витрат на відновлення робочої сили. Адже оцінка економічних втрат має бути потужним стимулом для роботодавця щодо утримання обладнання у належному стані, його оновлення за рахунок відповідних інвестицій, а також впровадження сучасного новітнього обладнання, яке дозволить максимально знизити рівень виробничого травматизму на виробництві [1].

Оцінка збитків від виробничого травматизму базується на основному положенні про складові витрат, яке використовується у економіко-математичному аналізі міжгалузевого балансу, відповідно до якого, витрати розглядаються як прямі, непрямі та повні. Прямі витрати це характеристика потреб виробництва конкретної продукції: засобів праці, основних фондів, трудових, природних та інших ресурсів [1].

У галузі охорони праці прямі витрати розглядаються як відшкодування потерпілим, так і збитки виробництва. Це виплати за лікарняними, страхові виплати, пенсії у випадку настання інвалідності за виробничим травматизмом тощо. Непрямі витрати можна розглядати як витрати на відтворення робочої сили: виховання, навчання тощо. Крім цього до непрямих витрат можна віднести умовну вартість недоотриманої продукції, виробленої працівником за весь час трудової діяльності за умови ненастання смертельного випадку або інвалідності. Виходячи з цих положень про прямі і повні витрати нижче проаналізовані методики з оцінювання збитків від виробничого травматизму.

Існує багато теоретичних моделей підрахунку витрат внаслідок нещасних випадків, але лише деякі з них можуть використовуватись на практиці. На наш погляд, важливішим для визначення збитків економіки від загибелі працівника є застосовування тих методик, що повніше враховують складові збитку, при цьому враховують незначні витрати, для того, щоб визначити особливо суттєві [2]. Для реалізації детального обліку витрат і збитків, які можуть виникнути на підприємстві у разі настання нещасного випадку, до уваги була взята робота «Инструмент оценки стоимости производственной среды на предприятии Модель ТУТА» (розроблено Міністерством соціального забезпечення Фінляндії у 2000 р.) [3]. Через першість цієї розробки і детальний перелік збитків виробництва від виробничого травматизму вона має безумовний вплив на подальшу науково-дослідну роботу у зазначеному напрямі.

У загальному вигляді економічний ефект, який мало одержувати суспільство від трудової діяльності людини, пропонується виражати у виробленому продукті, що розраховується, як сума виробленого працівником національного доходу при врахуванні заробітної плати, а також виплат і пільг із суспільних фондів споживання. Відповідно до такого підходу вартість життя людини дорівнює економічним збиткам від травми або загибелі людини, а економічний ефект дорівнює запобіганню втрат у разі їх загибелі.

Результати оцінювання, отримані за методикою визначення збитку економіки від травматизму (загибелі) людини, ширше відображають всі сторони людської діяльності, обставини травми або загибелі працівника і дають оцінки, порівнянні з оцінками вартості життя за кордоном. Відповідно до визначення найсуттєвіших факторів у вказаній методиці реалізовано наступний спосіб підрахунку прямих втрат внаслідок непрацездатності через нещасний випадок (витрати на заробітну плату, що включають оплату праці в день нещасного випадку плюс оплата за лікарняним за час непрацездатності) [3]. За результатами проведеного аналізу закордонних методик можна констатувати, що основним напрямом щодо визначення збитків від виробничого травматизму є розрахунок прямих витрат без огляду на непрямі і повні витрати.

З проведеного дослідження [2] стало очевидним, що сума витрат і збитків від виробничого травматизму значно менша від величини амортизаційних відрахувань, що може свідчити, що економічна вигода, яку одержують у результаті проведення заходів з охорони праці настільки мала, що не може бути стимулом для їх впровадження. Причиною того, що сума відшкодування менше величини амортизаційних відрахувань, є той факт, що усі виплати з відшкодування збитків при настанні нещасного випадку замикаються на мінімальну або середню заробітну плату та прожитковий мінімум. З урахуванням рівня заробітної плати в Україні, яка у рази менше ніж у постіндустріальних країнах, ця обставина робить неефективними заходи з охорони праці, що потребують впровадження новітніх технологій. Очевидно, у постіндустріальних країнах заробітна плата більш відображає всі витрати на відтворення робочої сили, тому, в основному, розглядаються саме прямі витрати. У пострадянських країнах з низьким рівнем заробітної широкого розповсюдження набули методики визначення економічного ефекту від збереження життя [4]. Відповідно до такого підходу вартість життя людини дорівнює економічним збиткам від травми або загибелі людини, а економічний ефект дорівнює запобіганню втрат у разі їх загибелі. Методики цієї групи за способом визначення складових збитків умовно поділяються на узагальнені (на основі усереднених даних по країні або галузі) і за статтями (на основі розрахунку складових збитків).

Спільним для методик визначення збитку є те, що в них розглядається «середній» працівник, оскільки методики не дозволяють враховувати індивідуальні особливості кожної людини (освіта, рівень кваліфікації) та значною мірою орієнтовані на використання існуючих статистичних показників звітності підприємств, галузей, країни. У загальному вигляді економічний ефект, який мало одержувати суспільство від трудової діяльності людини, пропонувалось виражати у виробленому продукті, що розраховувалось, як сума виробленого працівником національного доходу при врахуванні заробітної плати, а також виплат і пільг із суспільних фондів споживання. Відповідно до такого підходу, вартість життя дорівнює економічним збиткам від травми або загибелі людини, а економічний ефект дорівнює запобіганню втрат у разі їх загибелі. Результати оцінювання, отримані за методикою визначення збитку економіки від травматизму повніше відображають всі сторони людської діяльності, обставини травми або загибелі працівника і дають оцінки, порівнянні з оцінками вартості життя за кордоном [4, 5].

На Заході використовують різні методики оцінювання вартості життя людини. У низці країн вони ґрунтується на розрахунках, скільки людина могла б заробити за свій працездатний, але не прожитий з причини її загибелі. В інших – скільки коштує народити і виростити дитину, виховати її та надати професійну освіту. Так вартість життя громадянина Великобританії становить $ 1,2 млн., США – $ 9,0 млн., Канади $ 1,7 –5,7 млн., Нової Зеландії – $ 4,2 млн [6]. В Україні офіційні дані щодо вартості життя працівника відсутні, але є розрахункові, що становлять $79 тис. Проте дані про виплати потерпілим від нещасних випадків на виробництві оприлюднюється у звітах Фонду соціального страхування. Так, страхові виплати потерпілим, що компенсують частину втраченого ними заробітку, зокрема за 2020 рік, становили 8,235 млрд. грн., при цьому середньомісячний розмір призначеної виплати складав 3 411,07 грн. Одноразові страхові виплати на одного загиблого працівника у разі нещасного випадку на виробництві становили станом за 2020 р. майже 220,5 тис. грн. плюс 44,5 тис. грн на одного утриманця [6].

Список літератури

1. Белостоцкая В. А. Исследование стоимости безопасности производства: инструментарий. Проблеми охорони праці в Україні. Вип. 15. К.

2008. С. 76–85.

2. Примерная методика расчета экономических потерь в связи с несчастными случаями на производстве и профессиональными заболеваниями. [Ел.ресурс]. Режим доступу : http://www.advokatby.com/belarus/feednq/bdeevyn7y.htm.

3. Модель ТУТА. Инструмент оценки стоимости производственной среды на предприятии. // Министерство социального обеспечения и здравоохранения Финляндии. Темпере: 2000. 51 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://base.safework.ru/safework?doc&nd=444400045&n h=0&ssect=4.

4. Трунов И. Л. Экономический эквивалент жизни человека. Режим доступу :http://www.trunov.com/content. php?act=showcont&id =3658

5. Скільки коштує життя українця в ДТП. Режим доступу https://life.pravda.com.ua/health/2017/01/30/222337.

6. http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/967134.

УДК 614.842.4-046.67
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ НА ВИРОБНИЦТВІ БІОПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

О. І. Єременко, к.т.н., доц.
Т. О. Зубок, к.с.г.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Лінія для виробництва паливних брикетів складається з такого обладнання, як бункер-накопичувач, скребковий і стрічковий транспортер, циклон, сушарка барабанного типу, дробарка, екструдер для виробництва паливних брикетів Ріпі*Каі, охолоджувач брикетів та торцювальний пристрій [1]. В даному обладнанні відбуваються складні технологічні процеси, які мають цілий комплекс шкідливих та небезпечних факторів та ризиків, які негативно впливають на організм людини, навколишнє середовище та можуть призвести до надзвичайних ситуацій. Найбільш значимими ризиками є фізичні та хімічні небезпеки та ризики. Ці небезпеки, які характерні для певного технологічного обладнання, наведено у таблиці 1 [2].

Проаналізувавши таблицю 1, можливо зробити висновок, що найбільш небезпечним є екструдер для виробництва паливних брикетів, сушарка та торцювальний пристрій. До найбільш значних факторів можливо віднести: підвищену запиленість та загазованість робочої зони, підвищену температуру по- верхні обладнання та матеріалів та гострі кромки обладнання і інструменту.

Таблиця 1

Фізичні та хімічні фактори небезпек, які характерні для обладнання лінії для виробництва паливних брикетів з рослинної біомаси

Фактор небезпеки/ назва обладнання	Бункер накопичувач	Транспортер	Циклон	Сушарка	Дробарка	Екструдер	Охолоджувач	Торцювальний пристрій
Гострі кромки обладнання, інструменту					+			+
Підвищена запиленість та загазо-ваність повітря робочої зони	+	+			+	+	+	+
Гарячі або холодні місця повітря робочої зони	+		+	+		+	+	
Підвищена температура поверхні обладнання і матеріалів				+	+	+		+
Підвищений на робочому місці рівень шуму		+	+		+	+		+
Підвищений на робочому місці рівень вібрації		+	+	+	+	+		+
Підвищене значення напруги в елек-тричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини		+	+	+	+	+		+
Підвищений рівень статичної електрики		+	+	+	+	+		+
Підвищений рівень електромагнітних випромінювань				+	+	+		+
Підвищений рівень інфрачервоного випромінювання				+				
Токсичні речовини				+		+	+	
Подразнюючі речовини				+		+	+	

Для аналізу були обрані провідні підприємства України такі, як ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш» та ФОП «Махно С.М.» [2].

Стан повітря робочої зони визначався відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.014 і за технічною документацією на методи визначення шкідливих речовин у повітрі, затвердженої наказом МОЗ України. Рівень шуму на робочих місцях вимірювали відповідно до вимог ГОСТ 12.1.050, джерел шуму – відповідно до вимог ГОСТ 12.1.028. Оцінку результатів вимірювання шуму проводять відповідно до вимог ГОСТ 12.1.003 і санітарним нормам допустимих рівнів шуму на робочих місцях.

Вимірювання та контроль вібрації проводили відповідно до вимог ГОСТ

12.1.012 та методичних вказівок з проведення вимірів і гігієнічної оцінки виробничих вібрацій, затвердженим Міністерством охорони здоров’я України. Контроль електробезпеки проводили відповідно до вимог ГОСТ. Температуру зовнішньої поверхні обладнання та паливних брикетів вимірювали контактною термопарою з вимірювальним приладом відповідно до вимог ГОСТ 9736.

Випадки механічного травмування у ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш» під час роботи з торцювальним пристроєм, дробаркою та іншим обладнанням мають наступні показники у відсотках:

– травмування пальців або кисті рук внаслідок захоплення робочих органів, які обертаються – 45;

– потрапляння до очей літаючого пилу – 40;

– травмування рук або ніг при налагодженні обладнання, установки та демонтажі оброблюваної деталі, кріпленні і зняття деталей – 9;

– травмування тіла частиною брикету, яка вирвалася при різанні – 4;

– травмування пальців рук при збиранні сировини – 2;

– інші випадки травмування – 2.

Одним з суттєвих шкідливих та небезпечних виробничих чинників є органічний пил. Основним джерелом утворення пилу служать екструзійні, торцювальні та подрібнювальні процеси. Під час цих процесів у повітря виділяється високодисперсний пил (0,8–5 мкм) до складу якого, крім органічних, входять і металеві та мінеральні частинки.

Вміст пилу у повітрі може досягати найбільшої величини при подрібненні та розпилюванні без використання вентиляційної системи (32–163 мг/м^3).

При переробці органічних матеріалів відбуваються механічні та фізико-хімічні зміни їх структури, в повітря робочої зони надходить складна суміш парів, газів і аерозолів. Летючі продукти, що утворюються при тепловому розкладанні (термодеструкції) ряду органічних речовин, є пожежовибухонебезпечними, токсичними та можуть викликати зміни центральної нервової і судинної систем, кровотворних і внутрішніх органів, а також шкірно-трофічні порушення.

Таблиця 2

Вміст пилу в повітрі при брикетуванні залежно від типу сировини

Перероблювальна сировина	Вміст пилу, мг/м^3
Лушпиння соняшнику	800–1000
Тирса	500–554
Солома ячменю	126–238

Тривале вдихання пилу у виробничих умовах може призвести до розвитку пилових захворювань бронхо-легеневого апарату – пневмоконіозів- та, хронічного пилового бронхіту. Надзвичайно небезпечне вдихання пилу, газів, що призводить до захворювання берилiозом. Дані за вмістом пилу в повітрі робочої зони наведено у таблиці 2.

Спектри шуму більшості обладнання лінії для виробництва паливних брикетів з рослинної біомаси мають середній та високочастотний характер. Загальні рівні звукового тиску знаходяться в межах від 85 до 100 дБА, що наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Рівні звукової потужності обладнання

Тип обладнання	Середньо-геометрична частота, Гц								Рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Дробарка	84±4	85±4	87±5	94±1	97±0	94±1	88±4	86±4	102
Екструдер	87±3	90±3	93±3	89±5	90±3	90±3	87±3	80±3	95
Різак	78±4	90±5	84±4	85±5	85±6	94±5	80±5	80±5	90
Допустиме	95	87	82	78	75	73	71	95	80

Найбільш високі рівні відбуваються в робочій зоні біля дробарки, екструдеру та торцювального пристрою (різаку).

Рівень звукової потужності на робочому місці оператора не повинен перевищувати гранично-допустимий рівень 70 дБА, тобто необхідно виконувати заходи безпеки для зменшення дії цього фактору.

На робочих місцях під час роботи з транспортером, сушаркою, дробаркою, екструдером, циклоном та торцювальним пристроєм утворюється вібрація, рівень якої та вплив її на організм людини наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Рівень вібрації та її вплив на організм людини

Тип обладнання	Амплітуда коливань вібрації, мм	Частота вібрації, Гц	Результат впливу
Транспортер	0,016	30	Нервове збудження з депресією
Циклон	0,040	45	
Сушарка	0,045	50	
Торцювальний пристрій	0,047	50	
Дробарка	0,095	60	Зміни у центральній нервовій системі, серці та органах слуху
Екструдер	0,065	55	

Під час виробництва паливних брикетів з рослинної біомаси трапляються опіки рук та можуть трапитися надзвичайні ситуації, причиною яких є гаряча поверхня сушарки, дробарки, екструдеру та торцювального пристрою. Особливо небезпечними є поверхня головки екструдеру та паливні брикети після екструзії, які можуть тліти і є пожежовибухонебезпечними. Температуру робочих органів екструдера та брикетів після екструзії залежно від виду сировини наведено у таблиці 5.

Таблиця 5

Температура робочих органів екструдера та брикетів після екструзії залежно від типу сировини

Тип сировини	Температура обробки, °С
Деревинні залишки	320–350
Лушпиння соняшнику	250–290

Також трапляються опіки, якщо вологість сировини перевищує 8 %, це пов'язано з тим, що під час екструзії утворюються парові пробки, сировина вилітає з головки екструдера та травмує працівників. Технічне обслуговування екструдера та пакування брикетів заборонено, якщо їх температура перевищує 40°С. Під час екструзії під великим тиском та високою температурою відбувається термічна деструкція, піроліз поверхні паливних брикетів.

Хімічний склад повітря та вміст димових газів, які утворюються при піролізі біомаси майже не залежить від типу сировини. Під час піролізу 1 м^3 сировини утворюється 85–95 м^3 газів, з яких метан та кисень утворює вибухонебезпечну суміш. Повітря в робочій зоні має такий склад (%) та підвищену температуру (°С) – оксид сірки 10–16; кисень 8–15; оксид азоту 9–16; метан 0–0,01; діоксид вуглецю 5–9 та температура димових газів 70–255.

Під час виробництва паливних брикетів, у зоні екструзії утворюється дим [3], склад якого наведений у таблиці 6.

Таблиця 6

Склад диму при виробництві паливних брикетів в зоні екструзії

Назва речовини, яка визначається	Швидкість аспірації, л/хв.	Час відбору проб, хв.	Фактична концентра-ція, мг/м^3	Гранично допустима концентрація, мг/м^3	Методика дослідження
Акролеїн	0,5	20	0,5	0,2	МУ 2719-83
Діоксид азоту	0,2	5	3,5	2	МУ 1638-77
Діоксид вуглецю	0,2	5	19,0	20	ТОІЕ АПИ 2.840.087
Пил рослинного походження	20,0	30	10,0	6	МУ 4436-87
Діоксид кремнію	20,0	30	2,0	–	МУ 2391-81

З таблиці 6 видно, що під час виробництва паливних брикетів в зоні екструзії утворюються сполуки, рівень яких перевищує гранично-допустиму концентрацію та які негативно впливають як на організм людини, так і на навколишнє середовище.

Режими технологічних процесів виробництва твердого біопалива, згідно вимог ГОСТ 12.4.026 повинні забезпечувати:

– узгодженість роботи обладнання, що виключає виникнення небезпечних і шкідливих факторів;

– завантаження устаткування в межах його пропускної здатності, що забезпечує ритмічну роботу персоналу, зайнятого у технологічному процесі;

– пожежовибухобезпеку виробництва;

– можливість, за необхідності, застосування засобів захисту працюю;

– охорону навколишнього середовища.

Процеси брикетування повинні бути організовані відповідно до нормативно-технічної документації, передбаченою ГОСТ 3.1120. Небезпечні зони цехів і дільниць, де здійснюється технологічний процес, повинні позначатися знаками безпеки відповідно до вимог ГОСТ 12.4.026. Технологічний процес повинен бути організований так, щоб виключалася необхідність дотику працюючих з сировиною та готовими виробами, які перебувають в русі зі швидкістю більше 0,3 м/с.

У поточних чи автоматичних лініях при зупинці будь-якої одиниці обладнання слід зупиняти все попереднє обладнання, якщо лінії не оснащені накопичувачами або відсутні спеціальні буферні майданчики. Над гарячим пресом та в місцях охолодження гарячих брикетів необхідна установка укриття з місцевими відсмоктувачами.

Розміщення виробничого обладнання при організації технологічних процесів виробництва паливних брикетів повинно забезпечувати безпеку та зручність його обслуговування і можливість евакуації працюючих. Проїзди і проходи в приміщеннях, де встановлено обладнання, повинні бути позначені лініями білого кольору та знаками відповідно до вимог ГОСТ 12.4.026. Устаткування, що створює підвищений рівень шуму, слід розташовувати в окремих приміщеннях або укладати в звукоізолюючі кожухи.

Робочі місця операторів у шумних приміщеннях повинні бути в звукоізолюючих кабінах. Для обслуговування та ремонту устаткування, розташованого вище 1,3 м від рівня підлоги, до яких можливо віднести теплогенератор барабанної сушарки, транспортер та циклон повинні передбачатися огорожі відповідно до вимог ГОСТ 12.4.059.

Гарячій прес та інше обладнання, що виділяє тепло, повинно бути обладнане екранами, щоб інтенсивність теплового заручення на робочих місцях не перевищувало 100 Вт/м^2 відповідно до вимог ГОСТ 12.3.042-88.

Не всі підприємства з виготовлення паливних брикетів мають охолоджувач. Для експрес-аналізу паливних брикетів необхідно отримати зразок. Для цього пропонується використовувати жароміцні кліщі, які мають форму як профіль брикету, шестикутника або чотирикутника, а також ручку з жароміцного матеріалу. В зоні екструзії та охолодження пропонується встановити витяжку для того, щоб виводити з робочої зони повітря, яке містить дим та пил, воно повинно пройти очищення крізь встановлені тканинні фільтри, скрубери або електрофільтри.

Для попередження виникнення опіків під час технічного обслуговування екструдера, сушарки та торцювального пристрою пропонується встановлювати термодатчики, які автоматично контролюватиме зміну температуру на робочих органах та в місцях обслуговування. Спеціальний одяг, рукавиці та окуляри для працівників мають бути виготовлені з термостійких матеріалів для захисту від потрапляння іскор та пилу.

Висновок

Аналіз чинників небезпек та оцінка ризиків вибухонебезпечного виробництва твердого біопалива з рослинної біомаси необхідні для модернізації заходів зі зменшення дії небезпечних факторів на організм людини та навколишнє середовище, які можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій.

Список літератури

1. Єременко О. І., Паянок О. В., Усенко Д. М. Аналіз стану та тенденції розвитку твердопаливних виробництв. Науковий збірник «Вісник Степу». Кіровоград, 2012. С. 234–240.

2. Цимбал Б. М., Войтов В. А., Артемʾєв С. Р. Підвищення ефективності виконання заходів з охорони праці та екологічної безпеки під час експлуатації шнекових екструдерів: монографія. Харків. НУЦЗУ. 2018. 172 с.

3. Войналович О. В. Працеохоронні засади у схемах, таблицях і графіках. Київ. Основа, 2014. 142 с.

УДК 614.842.4-046.67
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ КІЛЬЦЕВОЇ МАТРИЦІ ГРАНУЛЯТОРА БІОМАСИ

О. І. Єременко, к.т.н., доц.
Д. Т. Руденко
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Для отримання паливних гранул з вторинної біомаси на теперішній час найбільш застосовують прес-гранулятори безперервної дії з кільцевою або плоскою матрицями, робочі органи яких здійснюють обертовий рух [1]. Гранулювання біомаси у паливо – це процес продавлювання попередньо подрібненої до 1-5 мм і висушеної до 8-15 % сировини крізь радіальні отвори матриці з метою отримання гранул (пелет) – виробів однакової циліндричної форми з діаметром 4-12 мм. Цей процес відповідає вимогам виконання процесу сухої екструзії [1, 2]. Біомаса при гранулюванні є суцільною реологічною системою, яка передбачає можливість часткового відновлення властивостей після зняття навантаження. Визначальним показником гранулювання є модуль спресованості, який залежить від виду і стану сировинних частинок, параметрів і режимів роботи пресувального вузла [2, 3]. Гранулятори з кільцевою матрицею набули широкого розповсюдження в кормовому та твердопаливних виробництвах, але однозначних методик розрахунку параметрів кільцевої матриці прес-грануляторів не розроблено.

Процес гранулювання біомаси у грануляторі з кільцевою матрицею розділяється на кілька етапів:

• збільшення насипної щільності матеріалу, що гранулюється, до 900 кг/м^3 за рахунок видалення повітря при відносно малих тисках;

• зростання щільності матеріалу до 1100 кг/м^3 пропорційно питомому тиску, з частинок видаляються повітря і вільна волога, відбуваються незворотні деформації;

• власне пресування з ущільненням біомаси до 1200 кг/м^3 і вище при швидкому збільшенні тиску, матеріал проявляє властивості пружно в'язких тіл, робота частково переходить у теплоту.

Для проведення аналітичних досліджень розроблена розрахункова схема протікання технологічного процесу в кільцевій матриці (рис. 1).

Висота шару біомаси H в зоні захоплення роликом, виходячи з трикутника AO_1O_2, попередньо розраховується за формулою:

$$H = R - \sqrt{r^2 + (R-r)^2 + 2r(R-r)cos\alpha}, \qquad (1)$$

де α – кут пресування.

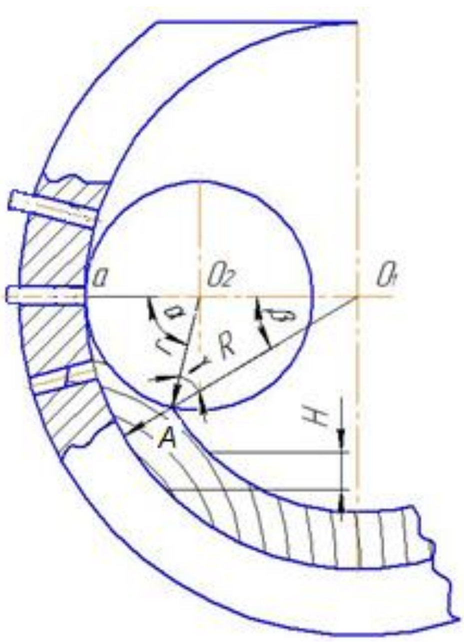


Рис. 1. Розрахункова схема кільцевої матриці.

За відсутністю буксування між роликом і матрицею дуги повороту в зоні захоплення AB будуть рівні, тобто $\cup\, \alpha r = \cup\, \beta R$, звідси $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{r}{R}$, а кут $\beta = \frac{\alpha r}{R}$. З трикутника AO_1O_2 видно, що $\pi = (\pi - \alpha) + \beta + \gamma$, а $\alpha = \beta + \gamma$. Отже, кут $\gamma = \alpha - \beta$ або $\gamma = \alpha[1 - (r/R)]$.

Для захоплення і стиснення сипкої біосировини роликом необхідно, щоб кут між радіусами ролика (AO_2) і матриці (AO_1), проведеними через точку захоплення (A), не перевищував кут тертя біомаси (φ = 25-39°) об поверхню ролика. Отже, повинна бути виконана умова $\gamma \le \varphi$. Тоді кут пресування α визначається з умови:

$$\alpha \le \frac{\varphi}{\left[1-\left(\frac{r}{R}\right)\right]}. \tag{2}$$

Необхідність компактного розміщення пресувальних роликів призводить до того, що співвідношення між радіусами роликів і матриці (r/R) змінюється у вузьких межах. В конструкціях грануляторів при двох вальцях $\frac{r}{R} = 0{,}42 \ldots 0{,}45$, при трьох – 0,4…0,42.

З урахуванням отриманих даних отримуємо вираз для розрахунку висоти шару H [2, 3]:

$$H = R[1 - \sqrt{1 - \frac{2r}{R}\left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)\right](1 - cos\alpha)}]. \tag{3}$$

Ширина і радіус ролика прес-гранулятора обумовлені конструкційними і технологічними параметрами. У зв'язку з чим відношення ψ ширини ролика до його радіусу r , як правило, становить 1,0-1,6. Приймаючи те, що ширина ролика дорівнює ширині матриці, визначаємо радіус матриці преса-гранулятора:

$$R = \sqrt{\frac{S_{\text{м}}}{2\pi\, \psi}}. \tag{4}$$

Частота обертання матриці n (c^{-1}) визначається за умовою $n_{min} < n_{\text{м}} < n_{max}$, зокрема

$$n_{min} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{R\, sin\varphi}}, \qquad n_{max} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\sigma_p}{R_{\text{н}}\, b\, d\, \rho}}, \tag{5}$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с^2;

σ_p – руйнуюча напруга відриву в біомасі філь'єри, Па;

$R_{\text{н}}$ – зовнішній радіус матриці, м;

b – відношення довжини філь'єри до її діаметра;

d – діаметр отвору, м;

ρ – щільність гранули у філь'єрі, кг/м^3.

Сила тертя $F_{\text{тр}}$, що виникає при русі біомаси по філь'єрі, визначається так:

$$F_{\text{тр}} = f_{\text{ст}}\, \xi\, P_{\text{уп}}\, \Pi_{\text{к}}\, L, \tag{6}$$

де $f_{\text{ст}}$ – статичний коефіцієнт тертя біомаси;

ξ – коефіцієнт бокового розпору (ξ = 0,4-0,45);

$P_{\text{уп}}$ – тиск на упорі від біомаси у філь'єрі ; $P_{\text{уп}}$ = (0,1-0,4) P_{max}.

Середня швидкість переміщення біомаси по філь’єрі визначається за формулою:

$$v_{ср} = \frac{L}{t_{бм}} = \frac{p_{max} S_{отв}}{(f_{ст}\, \xi\, p_{уп}\, П_{отв}\, t_{бм})}. \qquad (7)$$

Пропускна здатність пресувального вузла $q_{пв}$ (кг/с) розраховується за формулою:

$$q_{пв} = S_{отв} L\, \rho\, z_0\, \frac{k_з}{t_{бм}}, \qquad (8)$$

де $k_з$ – коефіцієнт заповнення філь’єр біомасою, який враховує використання живого перетину матриці ($k_з$ = 0,05).

Споживча потужність $N_{пр}$ (кВт) привода пресувального вузла визначається за формулою:

$$N_{пр} = 10^{-3} F_{тр} v_{ср}\, z_ц, \qquad (9)$$

де $z_ц$ – кількість отворів, в яких протікає гранулювання одночасно на дузі зони захоплення ($z_ц = \frac{z_0\, z_в\, \alpha}{360}$, де $z_р$ – кількість пресувальних роликів).

Важлива характеристика гранульованості біомаси – це ступінь ущільнення $\lambda_{ущ}$:

$$\lambda_{ущ} = \frac{V_0}{V_{гр}} и = \frac{\rho_0}{\rho_{гр}}, \qquad (10)$$

де V_0 , $V_{гр}$ – відповідно об'єми біомаси до і після гранулювання, м^3;

ρ_0, $\rho_{гр}$ – відповідно щільність біомаси до і після гранулювання, кг/м^3.

Висновок

Методичний підхід визначення параметрів кільцевої матриці для гранулювання біомаси засновано на математичному моделюванні процесу екструзії дисперсних матеріалів крізь отвори матриці. Ці методи враховують конструктивні особливості пресувального вузла, реологічні властивості біомаси під час її гранулювання. Запропоновані методи розрахунку параметрів матриці гранулятора у вигляді наведених рівнянь узагальнюють методичні підходи до проведення аналітичних досліджень фізичного явища утворення паливних гранул шляхом сухої екструзії біомаси. Тому ці математичні вирази приймаємо за методичну основу для розроблення в подальших дослідженнях математичних моделей процесу гранулювання рослинної біомаси.

Список літератури

1. Єременко О. І., Поліщук В. М., Шворов С. А., Скібчик В. І. Розрахунок обладнання для отримання біопаливних гранул і брикетів: монографія. Київ. НУБіП України, 2021. 244 с.

2. Риндюк Д. В. Штефан Є. В. Методика визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів процесу грануляції дисперсних матеріалів шляхом ущільнення. Наукові праці НУХТ. 2008. № 25, ч 2. С. 81–83.

УДК 624.4
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ЗВАЛИЩНИЙ ГАЗ: ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ, БЕЗПЕКА ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

В. І. Скібчик, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
В. І. Днесь, к.т.н.
Р. Б. Кудринецький, к.т.н., с.н.с.
С. О. Крупич
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», смт. Глеваха, Україна
С. М. Сокур
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

В Україні офіційно налічують близько 6,0 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею понад 8,5 тис. га, а також значна площа знаходиться під стихійними сміттєзвалищами. Найбільший мегаполіс країни – Київ, обслуговують два офіційних сміттєзвалища загальною площею 75,3 га. На 26 полігонах України влаштовано системи видобутку біогазу та експлуатуються установки для виробництва електроенергії, потужність яких досягла 30 МВт. Кількість утилізованого біогазу за рік складає 64,0 млн м^3 (50% метану), кількість виробленої електроенергії – 112,3 ГВт·год [1]. Однак сукупний обсяг щорічно переробленого та спаленого сміття складає лише 4–8%.

Відповідно вищеозначеного, для України перспективним напрямком енергетики є генерація енергії зі звалищного газу, що видобувається з відходів сміттєзвалищ. Замість того, щоб виходити в повітря, звалищний газ можна уловлювати, перетворювати і використовувати, як поновлюваний енергетичний ресурс, але за лише умови моніторингу та аналізу шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу.

Під час спалювання звалищного газу, виділяється багато шкідливих речовин: дрібно дисперсний пил (PM2,5 і PM10), озон (O_3), чадний газ (CO), оксиди азоту (NO_x), діоксид сірки (SO_2), бензопірен (BaP), що входить до складу групи поліциклічних ароматичних вуглеводнів (PAHs), поліхлоровані дибензо-р-діоксини і дибензофурани (PCDD/F) [2].

Взаємодія людини з кожною з таких речовин призводить до негативних неминучих негативних наслідків для здоров’я та життя. Зокрема пил PM2,5 і PM10 є основною причиною легеневої артеріальної гіпертензії. А тому до будь-якої системи спалювання палива висуваються вимоги мінімізації викидів канцерогенного пилу. Оксид вуглецю (CO) і оксиди азоту (NO_x) негативно впливають на функціонування системи кровообігу (переважно чадний газ) і дихальної системи (переважно NO_x) [3, 4]. Озон (O_3) викликає запалення очей, респіраторні захворювання, шкірні захворювання тощо [5]. Діоксид сірки (SO_2) також негативно впливає на організм людини, викликаючи симптоми задишки, кашель, серцево-судинні захворювання та захворювання дихальної системи [6]. Надзвичайно шкідливими сполуками є бензопірен (BaP), поліхлоровані дибензо-p-діоксини і дибензофурани (PCDD/F). Бензопірен викликає захворювання органів дихання, утворення раку легень, шкіри та сечового міхура, а також сприяє розвитку розладу когнітивних процесів. Поліхлоровані дибензо-p-діоксини чинить згубну дію на ендокринну системулюдини [7, 8].

Звалищний газ складається з двох основних складових: 30–60 % метану (CH_4) і 2–50 % вуглекислого газу (CO_2) та інших речовини у невеликих концентраціях. Викид метану, який є основним компонентом звалищного газу, значно сприяє посиленню парникового ефекту. Важливою перевагою спалювання метану є перетворення його на вуглекислий газ [9].

Для зменшення кількісті шкідливих речовин використовують різні методи: метод SCR (зниження NO_x і окислення CO і CH), метод SNCR (аміак або сечовина відновлюють NO_x до азоту і води), вапняний метод (використання карбонату кальцію, що знижує температуру димових газів та поглинає кислотні забруднювачі), відновлення активованим вугіллям (зменшення всіх домішок, кристалізація діоксиду сірки до сірчаної кислоти).

З масовим застосуванням у процесах горіння каталітичних присадок, відкрилися нові шляхи вирішення проблеми безпеки звалищного газу. Каталітичні присадки це специфічна група речовин, які призначені для підвищення ефективності процесу згоряння палива (включаючи звалищний газ), при цьому посилюються процеси окислення палива та продуктів його неповного згоряння.

Залежно від використовуваного каталізатора можна знизити наслідки конкретної групи шкідливих речовин. Так використання каталізатора може зменшити кислотні дощі, викиди парникового газу, канцерогенних, мутагенних і токсичних сполук [10]. Каталітична добавка на основі оксиду міді (Cu) і марганцю (Mn), де носієм (основою) є оксид алюмінію (Al_2O_2), показала позитивний результат для зниження викидів оксиду вуглецю (CO) і твердих частинок при спалюванні біомаси. Додатковою перевагою такого каталізатора є його низька вартість [11]. Каталізатор на основі сірки та хлористих сполук блокує процес синтезу діоксину (PCDD/F) шляхом перетворення хлориду міді ($CuCl_2$) у «м'яку» мідь. Сульфатний каталізатор ($CuSO_4$) зменшує утворення діоксинів на 70%. При використанні додаткових сполук, таких, як сечовина або аміак, зменшуються викиди оксиди азоту (NO_x) [12].

Проте кількість каталітичних добавок має бути обґрунтованою. Якщо концентрація конкретних сполук занадто висока (наприклад, солі міді та хлориду натрію), це збільшить викиди стійких органічних сполук (CO_3) [10].

Щоб каталітичні добавки підібрати до конкретних складових звалищного газу, необхідно запровадити систему складування, зберігання відходів на сміттєзвалищах та відповідну систему для управління та контролю звалищного газу.

Отже, створення обґрунтованих систем дегазації сміттєзвалищ запобігає неконтрольованому викиданню газу, переважно метану (CH4) і забруднювачів у повітря та підземні води. Впровадження і використання таких систем має екологічне значення і забезпечує умови для добування звалищного газу, який в Україні можна використовувати, як легкодоступне джерело енергії. Перспективним напрямком детоксикації продукту згоряння звалищного газу є застосування каталізаторів.

Список літератури

1. Електронний ресурс: https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2020-rik-2/.

2. European Environment Agency. Air Quality in Europe - 2020 Report; European Environment Agency: Copenhagen, Denmark, 2020.

3. Kampa, M.; Castanas, E. Human Health Effects of Air Pollution. Environ. Pollut. 2008, 151, 362–367.

4. Boningari, T.; Smirniotis, P.G. Impact of Nitrogen Oxides on the Environment and Human Health: Mn-Based Materials for the NO_x Abatement. Curr. Opin. Chem. Eng. 2016, 13, 133–141.

5. Stowell, J.; Youngmin, K.; Gao, Y.; Fu, J.S.; Chang, H.H.; Liu, Y. The Impact of Climate Change and Emissions Control on Future Ozone Levels: Implications for Human Health. Environ. Int. 2017, 108, 41–50.

6. Chen, T.M.; Kuschner, W.G.; Gokhale, J.; Shofer, S. Outdoor Air Pollution: Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide, and Carbon Monoxide Health Effects. Am. J. Med. Sci. 2007, 333, 249–256.

7. Guerreiro, C.B.B.; Horálek, J.; de Leeuw, F.; Couvidat, F. Benzo(a)Pyrene in Europe: Ambient Air Concentrations, Population Exposure and Health Effects. Environ. Pollut. 2016, 214, 657–667.

8. Mocarelli, P.; Patterson, D.G.; Bonzini, M.; Pesatori, A.C.; Caporaso, N.; Landi, M.T. Immunologic Effects of Dioxin: New Results from Seveso and Comparison with Other Studies. Environ. Health Perspect. 2002, 110, 1169–1173.

9. Friedlingstein, P.; O'Sullivan, M.; Jones, M.W.; Andrew, R.M.; Hauck, J.; Olsen, A.; Peters, G.P. Global Carbon Budget 2020. Earth Syst. Sci. Data 2020, 12, 3269–3340.

10. Chyc, M. The role of fuel additives in the fuel combustion process. Res. Rep. Min. Environ. 2012, 1, 5–16.

11. Doggali, P.; Kusaba, H.; Einaga, H.; Bensaid, S.; Rayalu, S.; Teraoka, Y.; Labhsetwar, N. Low-Cost Catalysts for the Control of Indoor CO and PM Emissions from Solid Fuel Combustion. J. Hazard. Mater. 2011, 186, 796–804.

12. Tic, W.J. System poprawy efektywno´sci energetycznej i ekologicznej spalania paliw stałych. Chemik 2014, 68, 850–855.

УДК 631.363
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ДРІБНОДИСПЕРСНОЇ ФРАКЦІЇ ПОДРІБНЕНИХ КОРМІВ

В. С. Хмельовський, д.т.н., проф.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Для ефективного вловлювання пилу і очищення газу широкого застосування набувають апарати із закручуванням потоку: вихрові камери, циклони, скрубери, швидкісні газопромивачі, плівкові сепаратори тощо. Вихрові камери використовують початкове закручування потоку для інтенсифікації процесів відділення дрібнодисперсної фракції корму від повітря. З урахуванням специфіки процесу, вихрові камери мають різні конструктивні модифікації й обмежене застосування [1, 3, 5]. Циклони, прямоточні й протиточні, застосовуються для індивідуальних процесів сухого вловлювання твердих частинок пилу з розмірами більшими за $10 \cdot 10^{6}$ *м*. Відцентрові циклони й скрубери, з водяною плівкою, застосовуються для мокрого пиловловлювання і можуть бути використані для процесів абсорбції й контактного теплообміну. Однак їх застосування обмежене умовою існування протиточно-гвинтової взаємодії висхідного пилогазового потоку, що очищується, із низхідним рухом плівки рідини, через це, середня швидкість руху повітря становить 2,5-5,5 м/с.

Існують конструкції мокрих пиловловлювачів, у яких може поєднуватись вловлювання пилу з теплообміном або з абсорбцією. Це порожні газопромивачі, форсункові скрубери й швидкісні газопромивачі (скрубери Вентурі) з відцентровими сепараторами.

Застосування вихрових скруберів, з різними типами зрошувальних пристроїв, підвищує ефективність вловлювання пилу, за рахунок осадження частинок пилу на краплях та їх рухові, під дією відцентрової сили, до стінки апарату.

Однак, застосування апаратів мокрого типу створює проблеми, які сьогодні є не вирішені, це такі, як відокремлення вологих кормових компонентів та наступного очищення води [2]. У зв’язку з цим виникає потреба у створенні принципово нової конструкції апарату сухого типу, здатного вирішити питання ефективного очищення повітряних потоків від дрібнодисперсної фракції кормових компонентів.

Аналіз сучасних засобів, для очищення повітря, показує, що промисловість, як у нашій країні так і закордоном, створює ефективні технічні рішення для очищення газів, повітря та повітряно-кормової суміші. Одним із таких рішень є повітроочисники з фільтрувальних матеріалів. Очищення повітря за допомогою фільтрувальних елементів здійснюється шляхом уловлювання пилу, туману і диму. Високоефективними є системи аспірації та вентиляції (рис. 1), які призначені для фільтрування повітря та відділення дрібнодисперсної фракції кормів.

Рис. 1. Системи аспірації та вентиляції.

Фільтри є простішим варіантом для очищення повітряно-кормового потоку, які відрізняються високою ефективністю і якістю виконання процесу. Залежно від модифікації, фільтри здатні вловлювати частинки пилу різних форм і розмірів (від мікроскопічних до великих). Пил може завдати значної шкоди здоров'ю співробітників підприємства, негативно відбитися на якості продукції та екологічному стані підприємства, а також він вибухонебезпечний [3, 5]. Сучасна, високотехнологічна система очищення повітря - запорука ефективності всього підприємства. Бездоганна якість уловлювачів туману, пилу і диму стане першим кроком на шляху до підвищення продуктивності кормоприготування, а також знизить порушення правил пожежної безпеки, що приводить до ризику утворення пожежі або вибуху пилу [4].

Проте, фільтрувальні елементи не мають можливості самоочищатись, це спричиняє додаткові затрати людської праці або значного ускладнення конструкції фільтрувальної системи [5].

Циклон служить очисником повітря, який використовується в молоткових подрібнювачах для відокремлення повітря від дрібнодисперсних часток подрібненого зерна. В цих пристроях закладено інерційний та гравітаційний принципи очищення. Ступінь очищення в циклоні сильно залежить від дисперсного складу частинок подрібненого кормового матеріалу, чим більше розмір часток, тим ефективніше відбувається очищення.

Для використання молоткових дробарок, у закритих приміщеннях, потрібно ретельно фільтрувати повітря, це пов'язано із безпекою роботи людей [3]. У зв'язку з цим, нами запропоновано удосконалений циклон, який має функцію фільтрувального елементу та самоочищення.

Потік робочої повітряно-кормової суміші входить (рис. 2) в апарат крізь вхідний патрубок *4*, що розміщений у верхній циліндричній частині *1*. В апараті формується обертовий потік повітряно-кормової суміші, який приводить до закриття пластин жалюзевого відокремлювача *3,* і виводиться з циклону крізь фільтрувальні елементи, що закріплені до пластин жалюзевого відокремлювача. Очищене, від дрібнодисперсної фракції корму, повітря піднімається догори, у середині жалюзевого відокремлювача *3*, та потрапляє у вихідну трубу *5* і виходить назовні з циклону. Внаслідок дії гравітаційної сили, частки корму спрямовуються до низу і потрапляють на конічну частину апарату *2* та потрапляють до вивантажувального вікна *6*. При запиленні пластин жалюзевого відокремлювача *3*, тиск в середині циклона зростає і наступає момент, коли жалюзеві пластини відкриваються та вдаряються одна до одної, внаслідок чого пилова фракція корму осипається з пластин фільтрувальних елементів і потрапляє, під власною вагою, до вивантажувального вікна *6*. Після зниження тиску, жалюзі повертаються у попереднє положення та очищають повітряні потоки.

Ступінь очищення повітря від дрібнодисперсної фракції, залежить від геометричних розмірів і форми циклону, властивостей корму, швидкості кормо-повітряної суміші і т.д. Уловлювання частинок в циклоні поліпшується, з підвищенням швидкості потоку, а використання на жалюзевих пластинах фільтрувальних елементів, дозволить підвищити ефективність очищення повітря від дрібнодисперсної фракції.

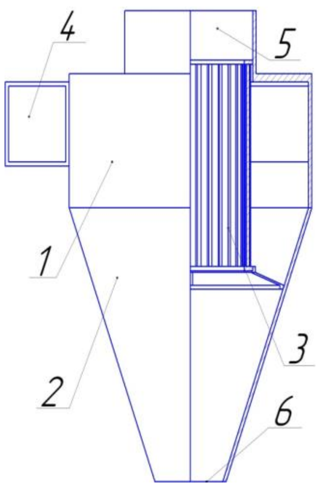


Рис. 2. Циклон з жалюзевим фільтрувальним елементом.

Список літератури

1. Gengenbach Heinz, Kolb Ralph E., Tec Frigor. Getreide sicher lagern - Reinigen, Trocknen und Kühlen. DLG-Merkblatt 425. URL:ttps://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/technik-in-der-pflanzenproduktion/dlg-merkblatt-425 (дата звернення: 03.05.2022).
2. Particulate Matter Control Devices for Auto Shredders. 2020. URL:https://www.apctechnologies.net/blog/particulate-matter-control-devices-for-auto-shredders/ (дата звернення: 04.05.2022).
3. Гапонюк О. І. Активне вентилювання та сушіння зерна. Одеса : ВНВ, 2014. 328 с.
4. Bestmann T. Brand- und Explosionsgefahren in Getreidemühlen und Futtermittelfabriken. Schadenprisma. 2014. № 1. P. 12–16
5. Шаповаленко О. І., Янюк Т. І., Почеп В. А. Технологія та проектування елеваторів : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 416 с.

УДК 631
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

НОВІ ПІДХОДИ ЩОДО ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

О. С. Дев'ятко, к.т.н.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Для боротьби з розповсюдженням інфекційних захворювань та уникнення їх поширення у зв'язку з тривалим використанням виробничих приміщень де відбувається нагромадження мікрофлори доречно регулярно виконувати сукупність ветеринарно-санітарних заходів.

З метою створення ефективних засад щодо гігієни приміщень, обладнання, що застосовується для знезараження повітря є досить різноманітним. Від його можливостей залежать умови перебування тварин і вплив на фізіологічні процеси в організмі.

Головні вимоги, що стоять перед таким обладнанням за спектром дії воно має об'єднувати найбільшу низку, що складається з бактерицидної, фунгіцидної та віруцидної ефективності. Особливо повинна бути відсутня токсичність впливу на працівників та тварин і не мати негативного ефекту на навколишнє середовище і обладнання, яке потрапляє в діапазон дії враховуючи можливість роботи за різних температурних умов. Крім того має відповідати вимогам пожежної безпеки, бути зручним при використанні та економічно доцільним за витратами [3].

В даний час в аграрних формуваннях України проблема безпеки мікроклімату тваринницьких приміщень набуває актуального значення. Загальновідомо, що він формується з викидів забруднень різноманітного походження (пил, гази, випари) на які досить великий вплив мають показники температури та вологості навколишнього середовища приміщення.

Технологічні рішення, які застосовуються для вирішення цього питання в підприємствах різних форм власності під час дезінфекції, стерилізації і дезодорації повітря з допомогою випромінювання є досить різноманітними, але головна їх умова – якість. Даний захід необхідний для профілактики інфекційних захворювань у тваринництві. Огляд існуючих технічних засобів, що задовольняють даній умові різнобічний та багатогранний.

Застосування аерозольної обробки протимікробними засобами мало свої переваги, але й наявними були недоліки, що проявлялися у дороговартісних складових аерозольної суміші а також невисока знезаражуюча активність препарату [5].

На перших етапах найбільш впливову популярність мали пристрої мобільних опромінюючих установок, що оснащені гнучким дротом, який поєднується з кабелем мережі живлення [1].

При цьому вадою зазначених вище пристроїв при їх застосуванні є суттєві затрати ресурсів з електроспоживання, а нестабільність мережі напруги живлення призводить до зміни променевого потоку ртутно-кварцових ламп.

Останнім часом широкого розповсюдження набув метод знезараження повітря із застосуванням ультрафіолетових бактерицидних рециркуляторів.

Фундаментом даного обладнання є люмінесцентні ультрафіолетові бактерицидні УФБ лампи низького тиску. Головна їх особливість це можливість впливати на мікрофлору шляхом руйнації патогенних чинників. Дані лампи набули широкого використання в громадських установах для очищення повітря, а також при обробітку води. Орієнтація на дані лампи не випадкова вони мають частоту випромінювання, що лежить в межах 280…315 нм, однак є в наявності і лампи з частотою – 185 нм. В першому випадку впливу променів застосування дозволяє знешкодити клітину, а в другому - спостерігається утворення озону з захисними властивостями. Використання ультрафіолетового бактерицидного (УФБ) рециркулятору повітря тваринницьких та інших виробничих приміщень є досить ефективним. Дослідження доводять, що його застосування забезпечує знезараження повітря та поверхонь на 99,9% [2].

Однак, незважаючи на значну кількість конструкцій застосування вказаного пристрою передбачає його стаціонарне розміщення у приміщенні та має присутність факту витрат енергоресурсів.

Зважаючи на всі переваги й недоліки наведених технічних рішень пропонується принципово нова схема застосування технічного засобу опромінювача. У технологічний процес роботи закладено принцип кріплення та поєднання використання даного технічного рішення разом з енергетичною машиною, що застосовується в процесі виконання технологічної операції роздачі кормів [4].

Технологічний процес роботи вдосконаленого електрифікованого кормороздавача – змішувача наступний: перед роздачею кормів здійснюють навішування опромінювачів з двох боків за допомогою спеціального кріплення [4]. Для захисту приладів від потрапляння небажаних елементів встановлено захисну кришку. Щоб мати можливість їх стабільної роботи встановлюють додатковий трансформатор, який поєднаний з автономним електродвигуном.

Запропонований технологічний процес з конструктивними змінами не лише передбачає здійснення операції, а й опромінення кормів, що роздаються та тварин, які знаходяться біля кормового столу. Одночасно ультрафіолетові промені стимулюють синтез вітаміну D не завдаючи шкоди здоров'ю як тваринам так і обслуговуючому персоналу. Також відбувається вплив на мікроорганізми в навколишньому середовищі приміщення [6].

Приведений аналіз наявних приладів щодо знезараження виробничих приміщень виявив необхідність розробки нового способу застосування за принципом та будовою. Було запропоновано принципово нову схему роботи та кріплення під час виконання технологічного процесу, що дозволить усунути наведені вище недоліки й здійснювати застосування засобу опромінення без значних затрат енергоресурсів для господарства та скороченні часу, що відводиться на заходи з дезінфекції. Вона забезпечує часткову адаптацію у напрямку здорового розвитку тварини за оптимальних умов, формування високої продуктивності та отримання якісної і безпечної продукції.

Список літератури

1. Довбненко О. Очищення та знезараження тваринницьких ферм [Електронний ресурс] http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/16419-ochyshchennia-ta-znezarazhennia-tvarynnytskykh-ferm.html

2. Дезінфекція та дезінсекція за одну обробку! [Електронний ресурс] https://triplex.com.ua/ua/publications/biosecurity/disinfection-and-disinfestation-in-a-single-operation/

3. Патент на корисну модель № 29992 Україна МПК (2006) A 61L9/18 Електрифікований кормороздавач-змішувач оснащений приладами-опромінювачами для знезаражування виробничого приміщення /Ульянко О.С., Ульянко С.О., Ульянко Н.С., Ульянко Н.М. Заявка U 200708496// заявл. 24.07.2007 / опубл. 11.02.2008 / Бюл. № 3.

4. Патент на винахід № 26533 Україна МПК A61 D7/00; A61 K33/14 Спосіб для знезараження тваринницьких приміщень і вуликів/ Овруцький В.М., Шумейко В.М., Литвин В.П., Моцик М.П., Бісюк І.Ю., Голубов М.І., Овруцький О.В., Шумейко О.В. /Науково-виробниче товариство «ЕКО-РЕГІО-ЕТХІ» ЛТД Опубл. 11.10.1999 / Бюл. № 6.

5. О. Дев'ятко, Ю. Лукоянова. Інноваційні пропозиції щодо знезаражування виробничого приміщення Збірник тез доповідей Всеукраїнської

науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених “Досягнення та перспективи галузі сільськогосподарського виробництва”. Кіровоград: КНТУ, 2015. С. 36–37.

УДК 656
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ГУМАНІТАРНИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Т. С. Жураковська[1]
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

З початком російської агресії змінилося життя кожного українця. Разом з тим пристосуватися до змін довелося і всім суспільним процесам в Україні, зокрема і логістиці. Налагоджені роками ланцюги поставок перестали ефективно працювати, а транспортним компаніям довелося оптимізовувати та запроваджувати нові технології перевезень, систематизовувати та швидко обробляти інформацію за допомогою сучасних інформаційних технологій, вибирати нові маршрути перевезень та навіть залучати окремих спеціалістів тої чи іншої галузі логістики, зокрема водіїв.

Основними факторами, які вплинули на зміну логістичних послуг в Україні стали:

1) Масова внутрішня міграція населення;
2) Масова міграція населення закордон;
3) Лабільний психологічний стан населення;
4) Мобілізація чоловічого населення
5) Поява нових видів вантажів: гуманітарна допомога і військові відправлення;
6) Масова внутрішня міграція бізнесу.

Для логістичних компаній важливо усвідомлювати ці ризики, щоб знаходити можливості для задоволення потреб клієнтів, а, отже, переорієнтовувати бізнесову діяльність задля отримання прибутку і соціальну діяльність – задля допомоги клієнтам.

Особливою проблемою для логістики цього періоду є дорожня інфраструктура. Зруйновано логістичний ланцюг. Маршрути стали довшими – треба об’їхати небезпечні ділянки, альтернативні дороги не пристосовані до

[1] Науковий керівник: Загурський О.М., д.е.н., професор

переміщення габаритних вантажівок. Без вивчення нових логістичних маршрутів доволі важко спрогнозувати тривалість доставки.

Втрата швидкості надання послуг стала наріжним каменем між логістичними компаніями та Клієнтами. Тому потрібно знати свої можливості по швидкості доставки, щоб будувати відносини з Клієнтами на засадах прозорості і взаєморозуміння: Клієнти усвідомлюють, що процес доставки сповільнився, Клієнти хочуть ще розуміти скільки часу цей процес становитиме в теперішніх умовах.

Більшість українських перевізників з початком бойових дій все частіше доставляє найнеобхідніше – гуманітарні вантажі. Наприклад, група логістичних компаній Zammler станом на 25 березня здійснила понад 120 гуманітарних рейсів, враховуючи внутрішні та міжнародні перевезення.

Принцип, за яким працюють компанії, які перевозять гуманітарний вантаж, зводиться до такої формули: є вантажний автомобіль, в якому необхідні товари, які мають бути доставлені. Зазвичай, вантаж займає не все вантажне місце, а одну його частину, тому доцільним буде використовувати паралельно декілька замовлень, які в свою чергу зменшать використання палива через його брак, оптимізують витрати та зменшать кількість їздок на автомобілі, які є зараз доволі небезпечними через розбиті дороги та заміновані території.

Одна з ключових проблем транспортування такої допомоги є відсутність єдиного координувально-розподільчого центру, який міг би керувати перевезеннями благодійних фондів, волонтерів та інших добровольців. Без належним та своєчасним обміном інформації процес відправки такої допомоги затягується, що наприклад для «гарячих» точок може вартувати життям багатьох людей.

Для ефективного та економічного перевезення гуманітарних вантажів потрібно з’ясовувати ключові питання:

– знати точний об’єм вантажу, умови перевезення його (наприклад якщо це медикаменти, то відповідний температурний режим);

– повідомити про точний час відправки вантажу;

– зібрати різні товари в одному місці;

– проінформувати кожного в ланцюзі постачань про особу, яка координує всі питання, пов’язані з вантажем та транспортуванням.

Для корегування таких питань можна використовувати елементи автоматизації, зокрема створити один централізований електронний ресурс, якій буде містити всю потрібну інформацію.

За допомогою цифровізації шукати та кооперуватися з замовниками та волонтерами буде простіше, а комунікація буде доступна кожній ланці інтегрованого ланцюга постачань. Серед наявних загальнодоступних ресурсів водіями транспортних засобів використовується додаток «ДІЯ», у якій розміщена мапа працюючих автосервісних центрів та заправок по всій території України.

Варто також зазначити, що доставка гуманітарних товарів у міжнародному сполученні теж має ряд особливостей. Зокрема, для завезення в нинішніх умовах гуманітарної допомоги потрібен лише один документ – декларація, в якому буде зазначатися вся необхідна інформація про вантажовідправника та вантажоодержувача та власне товару. Також до нововведень відносить скасування переліку товарів, які визнавалися гуманітарною допомогою, звільнення українських перевізників від будь-яких умов сплати за користування іноземних доріг, спрощена процедура перетину державного кордону.

Управління ланцюгами постачань у воєнний час безперечно має безліч труднощів, починаючи із значних втрат в економічному плані і закінчуючи втратою своєї діяльності. Проте, логістика має критично важливе значення і потрібно забезпечувати її функціонування в умовах постійних коливань та змін, бути гнучкими та продуктивними. Адже кожен з нас має свій фронт роботи і допомоги, який вже зараз наближає Україну до її перемоги.

Список літератури

1. Загурський О. М. Управління ланцюгом постачань : навч. посіб. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук», 2018. 416 с.

2. Про особливості здійснення гуманітарної допомоги, яка перевозиться залізничним транспортом в умовах воєнного Постанова Кабінету Міністрів України № 379 від 27.03.2022. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/379-2022-%D0%BF

3. Zagurskyi O., Pokusa T., Zagurska S., Ohiienko M., Titova L., Rogovskii I. Ohiienko A., Razumova K., Berezova L. Current trends in development of transport and logistics systems of delivery of fast perishable foodstuffs. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021. 238.

УДК 656.02
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МОДЕЛЬ ПОБУДОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШВИДКОПСУВНИХ ХАРЧОВИХ ВАНТАЖІВ

О. М. Загурський, д.е.н., проф.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Перевезення харчових продуктів – відповідальний процес, що вимагає врахування чисельних факторів, які дозволяють забезпечити їх збереження. Постачання цієї групи вантажів завжди пов'язано з низкою ризиків, оскільки на всьому протязі транспортування потребує створення навколо себе особливих умов, що відповідають стандартам його зберігання. Наприклад, забезпечення відповідного температурного режиму чи контролю за рівнем вологості у технології Fresh Logistics – «свіжа» логістика, яка займається просуванням саме швидкопсувних товарів, ринок заготівлі та розповсюдження яких характеризуються короткими термінами зберігання, різною якістю продукції, значними коливаннями попиту та пропозиції.

Розглядаючи основні технології транспортування швидкопсувних харчових продуктів слід зазначити, що незалежно від того, перевозять їх по країні або це міжнародне постачання, набір факторів і умов приблизно однаковий:

– температурний режим;

– термін зберігання або термін постачання;

– пакування та маркування відповідно до типу вантажу, що перевозиться;

– надійна механічна фіксація з використанням палет, ременів, плівки тощо [2].

Разом з тим гарантувати повне виконання умов транспортування протягом усього шляху – набагато складніше завдання, ніж підтримання тих же умов у середині звичайних складських приміщень.

У зв'язку з цим, необхідна якісна організація перевезення, що передбачає непередбачені обставини та здатна вберегти вантаж від їх руйнівних впливів. Тобто грамотне застосування специфічних для кожної групи вантажів технологій перевезення та використання технічних засобів, розуміння особливостей їх роботи, у тому числі тих, що виникають під час руху. Адже у складі технологічного комплексу транспортно-логістичної системи транспорт має свій виробничий процес, який називається транспортним. Він складається в певну технологічну систему перевезень, яка має свою специфіку для швидкопсувних харчових вантажів.

На рисунку 1 показана графічна модель цієї системи. У ній беруть участь технічні системи складальні (СМ) або розподільні (РМ) та транспортні машини (ТМ), що взаємодіють між собою з метою підтримки необхідного кліматичного режиму. Вони мають свої технологічні параметри: відповідно K (k1, k2, ... kn), C (c1, c2, ... cn), A (a_1, a_2, ... a_n).

Пристосованість або відповідність цих машин одна одній характеризується показником S. На технічні системи впливає навколишнє середовище П (t) – погодні, D (t) – дорожні умови тощо.

Перелік вантажів X (x1, x2, ... xn) з їх технологічними властивостями Ф ($ф_1$, $ф_2$, ... $ф_n$) представлено як аргумент операції, причому у процесі транспортування змінюється не лише їх місце знаходження у просторі, а і їх властивості та технології, що до них застосовуються.

Технології транспортного процесу складається з безлічі перевізних циклів Ц ($ц_1$, $Ц_2$, ... $ц_n$), кожен з яких є функцією його параметрів.

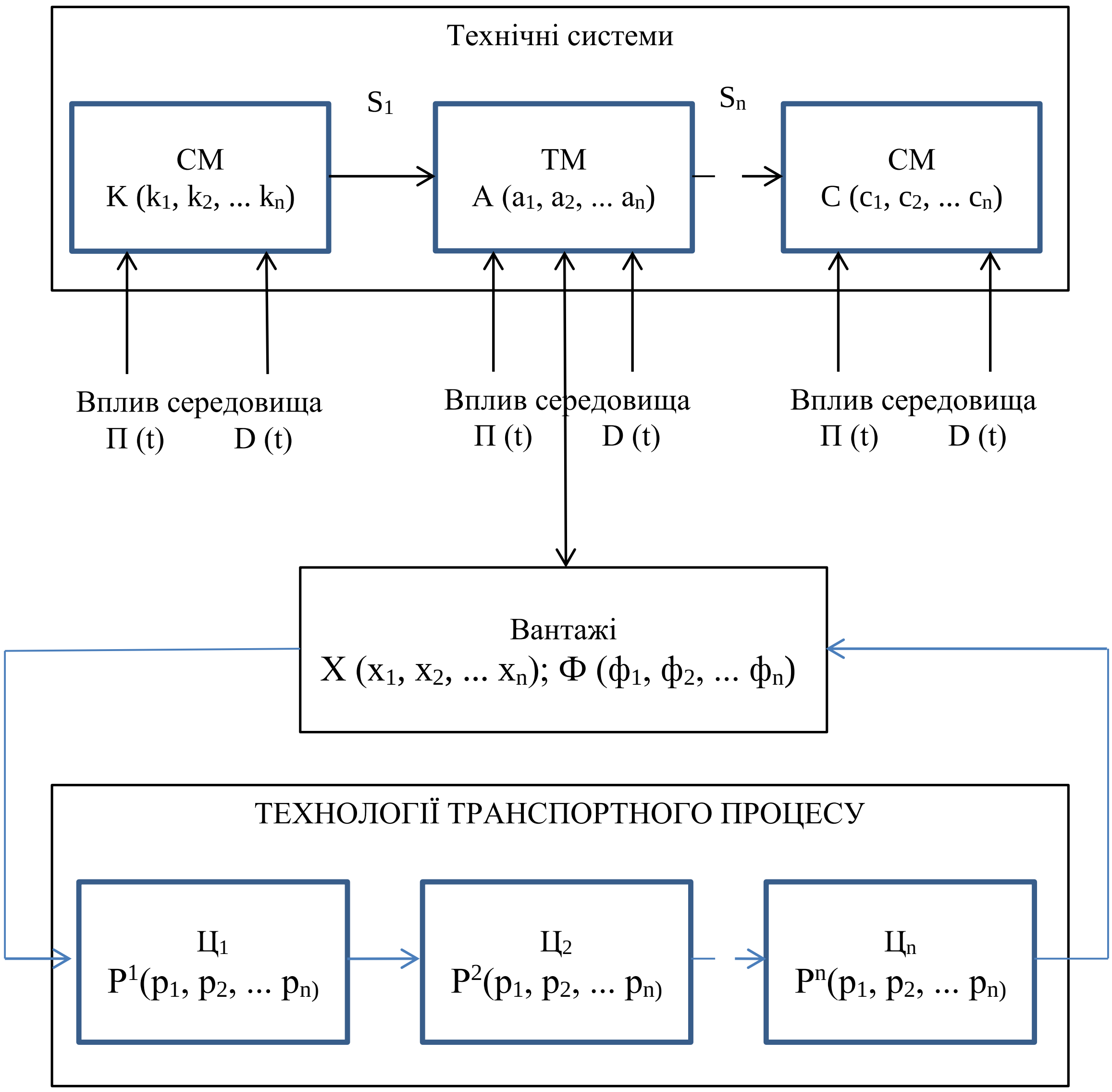


Рис. 1. Графічна модель побудови технологічної системи перевезень швидкопсувних харчових вантажів.

Така технологічна система перевезень швидкопсувних харчових може бути описана математичною моделлю:

$$\begin{cases} S = f(K, A, C); \\ У_M = f\left[K(k_1, k_2, \dots, k_n), A(a_1, a_2, \dots, a_n), C(c_1, c_2, \dots, c_n)\right]; \\ П_K = f\left[M(t), D(t)\right], П_A = f\left[M(t), D(t)\right], П_C = \left[M(t), D(t)\right]; \\ П_A = f\left[X(x_1, x_2, \dots, x_n), \Phi(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n)\right]; \\ У_{ТП} = \sum Ц_i(p_j). \end{cases} \qquad (1)$$

Ця модель враховує:

– сумісність (пристосованість) транспортних машин (ТМ) з сільськогосподарськими машинами (СМ, РМ) – перше рівняння [1];

– пристосованість (адаптивність) технічних систем до умов середовища та технологічних властивостей швидкопсувних харчових вантажів – третє і четверте рівняння [3];

– технологічні параметри технічних систем – друге рівняння [5];

– параметри транспортно-технологічних циклів – п'яте рівняння [4].

Отже в моделі враховані усі найбільш значущі чинники технологічних умов. Для здійснення транспортного процесу в складі технологічного комплексу транспортно-логістичної системи постачань швидкопсувних харчових продуктів, окрім переміщення вантажу, необхідно не тільки завантажити його у необхідному місці технологічного ланцюга, а й вивантажити в точці призначення дотримуючись при цьому визначених показників температури, вологості тощо.

Список літератури

1. Дьомін О. А., Загурський О. М. Вантажні перевезення: навчальний посібник. Київ: Видавництво «Компринт», 2020. 604 с.

2. Загурський О. М. Конкурентноспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз : монографія. Київ : ФОП О.В. Ямчинський, 2019. 373 с.

3. Ndraha N., Hsiao H., Vlajic J., Yang M, Hong-Ting Victor Lin Time-temperature abuse in the food cold chain: Review of issues, challenges, and recommendations, Food Control, Volume 89, 2018, 12-21.

4. Zagurskyi O., Pokusa T., Zagurska S., Ohiienko M., Titova L., Rogovskii I. Ohiienko A., Razumova K., Berezova L. Current trends in development of transport and logistics systems of delivery of fast perishable foodstuffs. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021. 238.

5. Zagurskiy O., Titova L. Problems And Prospects Of Blockchain Technology Usage In Supply Chains. Journal of Automation and Information Sciences, 2019. Vol. 11. 63-74.

УДК 322:656
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

НОВІ ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В КЛІЄНТООРІЄНТОВНІЙ ЕКОНОМІЦІ

О. М. Загурський, д.е.н., проф.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

В боротьбі за споживача та надійні ринки збуту, якість обслуговування стає важливим і часто вирішальним аргументом, визначаючи результативність ринкової діяльності підприємства. Найбільш успішні ті компанії, які не тільки «генерують» покупців, але й утримують їх завдяки високому рівню обслуговування, яке обумовлено наступними причинами:

1. Лояльний клієнт, задоволений обслуговуванням, може стати джерелом повторного (регулярного) замовлення.

2. Висока вартість залучення нового клієнта – витрати на пошук і стимулювання до замовлення нового клієнта перевищують витрати на повторне замовлення лояльного клієнта в 6-7 разів [2].

3. Більш висока прибутковість від роботи з постійними клієнтами, у порівнянні з новими замовниками.

4. Ефективність інвестицій в клієнтське обслуговування: до 50% клієнтів заплатили б більше за кращого рівня сервісу.

5. Синергетичний ефект: зростання обороту лояльних клієнтів перевищує величину інвестицій в клієнтське обслуговування.

Тому широкому сенсі розподіл товарів і послуг в умовах сучасних макро- і мікроекономічних змін можна характеризувати з погляду гнучкості, глобалізації та інноваційності [1].

Гнучкість передбачає диференційовані режими функціонування ринків і клієнтів на основі створення доданої вартості. Виробництво та розподіл відносяться не стільки до діяльності окремих фірм, скільки до мереж постачальників і субпідрядників. Транспортно-логістичні системи функціонують на основі інформації, спілкування, співробітництва та діяльності з фізичного розподілу товарів.

Глобалізація означає, що просторові рамки функціонування економіки розширені в умовах складної глобальної економічної інтеграції та розвиненої мережі глобальних потоків і концентраторів [4]. Разом з тим відмітимо, що глобалізація – це не лише торгівля. Це також здатність країн, компаній, а тепер під час російської агресії в Україні, все частіше й окремих осіб зв'язуватися та діяти глобально. Люди не можуть без спілкування, а технології сучасного роблять його все простіше та доступніше.

Інноваційність в умовах запеклої ринкової конкуренції, коли поняття ціни і якості товару стають відносними, забезпечує компанію реальними інструментами для аналізу та оптимізації процесів продажу товарів [3]. Крім того різноманітні інновації в логістиці вносять багато нових елементів у систему транспортування (табл. 1), які на даний момент представлені лише в дуже обмеженій мірі в моделях вантажного транспорту.

Масові індивідуалізовані логістичні послуги вимагають перевизначення поточної концепції попиту та пропозиції товарів у вантажних моделях. Причому у процесі розподілу постачальник і споживач продукції виступають як мікросистеми, що пов'язані розподільчим каналом та утворюють так звану систему логістичного обслуговування [5]. Остання базується на організаційній структурі, зокрема на роботі функціональних підрозділів підприємства, що беруть участь в процесі виконання замовлення та взаємодії з клієнтами. Так, за обслуговування замовника безпосередньо відповідальні комерційний підрозділ, відділ маркетингу, або, підрозділ логістики. Проте за сучасних умов особливу роль відіграє підсистема післяпродажного обслуговування – штат співробітників або підрядники, відповідальні за сервіс після виконання контракту.

Таблиця 1

Нові елементи транспортної системи

Інновації	Нові елементи
Масово-індивідуалізовані логістичні послуги	•Збільшується різноманітність логістичних послуг: пропозиція, попит, ринки •Канали розповсюдження •Краудсорсинг послуг
Динаміка глобалізації	•Глобальні транспортні потоки, мережі та вплив •Виробничі локації: офшорування прибережних потоків
Мережева інтеграція та синхронізація	•Тактичне та оперативне планування мережі •Спільні мережі (диспетчерські вежі, спільні джерела та планування потоків) та їх економіка
Цифровізація інформації та комунікації	•Доступність і потоки інформації та даних •Спільне усвідомлення ситуації •Інформаційні мережі
Транспортні технології (автономність, двигун)	•Нові режими та їх атрибути •Роль та вплив транспортних засобів •Енергетичні системи

Список літератури

1. Загурський О. М. Управління ланцюгом постачань : навч. посіб. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук», 2018. 416 с.

2. Skok D. Startup Killer: the cost of customer acquisition. For Entrepreneurs 2013 URL: https://imh-holdings.com/wp-content/uploads/2013/01/Startup-Killer_-the-Cost-of-Customer-Acquisition-_-For-Entrepreneurs.pdf.

3. Tavasszy L. A. Predicting the effects of logistics innovations on freight systems: Directions for research, Transport Policy, Vol. 86, 2020, 1–6.

4. Zagurskiy O., Ohiienko M, Rogach S., Pokusa T., Rogovskii I., Titova L. Global supply chains in the context of a new model of economic growth. Conceptual bases and trends for development of social-economic processes. Monograph. Edited by Alona Ohiienko Tadeusz Pokusa Opole. The Academy of Management and Administration in Opole, 2019. P. 64–74.

5. Zagurskiy O., Titova L. Problems and Prospects of Blockchain Technology Usage in Supply Chains. Journal of Automation and Information Sciences, 2019. Vol. 11. P. 63–74.

УДК 504.05
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ОГЛЯД ВПЛИВУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ РІЗНИХ ТИПІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Д. Т. Руденко[2]
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Автомобільний транспорт є одним з найбільш розповсюджених джерел забруднення атмосфери. У світі експлуатується близько 1 мільярда автотранспортних засобів. В Україні зареєстровано понад 1 млн. вантажних та близько 5 млн. легкових автомобілів і автобусів. Автомобільна галузь в Україні інтенсивно розвивається. Більш ніж 70 % вантажів та біля 85 % пасажирських перевезень здійснюється автомобільним транспортом [1-4].

Разом з цим, у теперішній час розповсюдженими джерелами техногенних забруднень атмосфери є автомобільні двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ). У процесі роботи ДВЗ відбуваються викиди сірчистого газу й оксидів азоту, що є причиною утворення кислотних опадів, а викиди вуглеводнів призводять до утворення смогу та парникового ефекту. Крім того, тверді частинки пилу й сажі у великих обсягах сприяють виникненню негативних природних явищ. До складу джерел шкідливих викидів автомобільних ДВЗ також відносять паливне випаровування та картерні гази. Усі зазначені чинники разом із викидами промислових підприємств призводять до глобальної зміни клімату Землі [1]. Бензинові та дизельні автотранспортні засоби, як найбільш розповсюджені, за вмістом шкідливих складових у вихлопних газах характеризуються показниками, що наведені у таблиці 1.

Бензин є сумішшю легких ароматичних, нафтенових і парафінових вуглеводнів. До складу бензину входять карбон (85 %) і водень (близько 15 %), а також кисень, нітроген та сірка. Бензин застосовується, головним чином, у вигляді пального для ДВЗ зі спалахуванням від іскри. Це пальне характеризується такими показниками: схильністю до утворення нагару, корозійною агресивністю тощо. Властивості багатьох видів автомобільних

[2] Науковий керівник: Загурський О.М., д.е.н., професор

бензинів різняться теплотою згорання, детонаційною стійкістю, фракційним складом, хімічною стабільністю, вмістом сірки та інших шкідливих домішок.

Таблиця 1

Вміст шкідливих речовин у вихлопних газах двигунів внутрішнього згорання

Компонент вихлопних газів	Тип двигуна	
	Бензиновий	Дизельний
Азот, %	74-77	76-78
Кисень, %	0,2-8,0	2-18
Пари води, %	3,0-13,5	0,5-10,0
Двооксид вуглецю, %	5-14	1-12
Оксид вуглецю, %	0,1-10,0	0,01-0,3
Оксиди азоту, %	0,1-0,5	0,001-0,4
Альдегіди, %	0-0,2	0-0,009
Вуглеводні сполуки, %	0,2-3,0	0,01-0,5
Сірчистий газ, %	0-0,002	0-0,03
Оксиди сірки, %	0-0,003	0-0,015
Сполуки свинцю, мг/м^3	0-12	-
Сажа, г/м^3	0-0,4	0,01-1,1
Бензапірен, г/м^3	до 0,00002	до 0,00001

Важлива експлуатаційна властивість бензину – його детонаційна стійкість, тобто здатність нормально згоряти в двигуні за різних умов. Фракційний склад є важливим показником якості бензину та його випаровуваності, зокрема здатності переходити з рідкого стану в газоподібний стан. Від випаровуваності цього пального залежать якість утворення пальної суміші, тривалість прогріву і легкість пуску двигуна.

Хімічна стабільність характеризується стійкістю бензину до окислювання, смоло- і нагароутворення та інших хімічних змін в двигуні, залежить від фракційного складу і вмісту смол та смолоутворюючих речовин. Для підвищення хімічної стійкості у пальне додають антиокислювачі (сполуки сірки, азоту, фосфору, деревносмольний окислювач, детонафтал та ін.), які підвищують індукційний період окислювання бензину. Наявність сульфуру викликає корозію робочих органів двигуна і знижує детонаційну стійкість пального, сприяє утворенню смоли. Чим менший вміст сульфуру в бензині, тим вища його якість. Наявність сульфуру визначають випробуванням бензину на корозію відполірованої пластинки з чистої міді.

Дизельні двигуни в силу особливостей робочого процесу на 25-30 % є більш економнішими від бензинових двигунів, що і зумовило їх широке застосування. У теперішній час дизельні двигуни встановлюють на більшість вантажних автомобілів і автобусів, а також на частину легкових автомобілів.

Дизельне пальне, як і бензин, являє собою суміш парафінових, нафтенових і ароматичних вуглеводів і є продуктом прямої перегонки нафти з додаванням компонентів каталітичного крекінгу. Дизельне пальне використовується в двигунах, встановлених на великовантажних та інших автомобілях, тракторах і дорожніх машинах, на водному і залізничному транспорті, в різних енергетичних установках і випускається двох видів: легке, малов'язке пальне – для швидкохідних дизелів; високов'язке пальне – для тихохідних дизелів.

Дизельне пальне, на відміну від бензину, містить більш важкі фракції вуглеводнів, а саме: гасові, солярові, які не схильні до детонації. Для двигунів спеціального призначення використовують гас і лігроїн прямої перегонки нафти, а також газойлеві фракції дистилятів окремих нафт з продуктами вторинного походження і прямоточні дистиляти. Випаровуваність пального визначається складом. При полегшенні пального погіршується пуск дизелів, так як легкі фракції мають гіршу в порівнянні з важкими фракціями самозаймистість. Тому пускові властивості дизельного пального для автомобілів в деякій мірі визначає температура википання 50 % пального. Температура википання 96 % пального регламентує вміст у пальному найбільш важких фракцій, збільшення яких погіршує сумішоутворення, знижує економічність, збільшує утворення нагару і димоутворення відпрацьованих газів.

Дизельні двигуни частіше встановлюють на автомобілях підвищеної вантажопідйомності, хоча на даний час існує тенденція застосовувати дизелі на автомобілях середньої і малої вантажопідйомності. Вміст сірки в дизельному пальному, як правило, вищий, ніж в бензині. Сульфур і сульфуровмісні сполуки викликають корозію деталей двигунів, особливо швидкохідних. Корозійна активність дизельного пального залежить також від вмісту водорозчинних кислот і лугів, кисневої сполуки, механічних домішок, води.

Для поліпшення властивостей дизельного пального до нього додають присадки, що підвищують титанове число, інгібітори корозії, дезактиватори металів.

До недоліків дизельних двигунів необхідно віднести:

• більшу масу і розміри при однаковій з бензиновими двигунами потужності;

• більш важкий пуск двигуна;

• підвищений рівень шуму при роботі;

• значні викиди з вихлопними газами сажі, яка може бути причиною утворення канцерогенних речовин.

Газ краще за бензин змішується з повітрям, тому він повніше згоряє в двигуні. Крім того, газове пальне подовжує термін експлуатації автомобільного двигуна майже в 1,5 рази. Це відбувається тому, що бензин змиває змазку зі стінок циліндрів, розріджує її і псує. Газ же не порушує масляну плівку між деталями, які труться, і вони менше зношуються. Високооктанове за складом газове пальне якісніше змішується з повітрям і рівномірно розподіляється по циліндру двигуна, сприяє більш повному згорянню робочої суміші.

Газ, як пальне автомобільних двигунів, буває стиснений та скраплений.

Стиснений газ. При роботі на цьому газі потужність двигуна падає на 18-20 %, проте ресурс двигуна на 30-40 % більше, ніж при використанні бензину. Як показав вітчизняний і закордонний досвід, використання природного газу у вигляді пального для автомобільних двигунів досить економічне. Зменшується частка витрат на пальне у собівартості перевезень.

Скраплений газ. Частіше використовується пропан-бутан, який при тиску 1,6 МПа зріджується при звичайних температурах. Крім нього, у теперішній час використовують зріджений природний газ, як пальне для автомобілів. Щоб зберегти паливо від випаровування, на борту вантажівки встановлюють криогенний бак. Такий бак вміщує 160 л зрідженого газу, що забезпечує автомобільний пробіг 300 км. Перше, на що звертається увага, незвичайна легкість, з якою запускається двигун.

Газовий двигун працює тихіше у середньому на 10 децибел у порівнянні з аналогічним за потужністю дизельним двигуном, тому конвертація дизелів у газові двигуни вносить позитивний внесок в зменшення рівня шуму в містах.

Завдяки газоподібному стану пального у газового двигуна відсутні проблеми гомогенізації суміші, що притаманні двигунам на рідкому пальному. Це означає, що відбувається більш повне згоряння пального, значно знижується рівень викидів СО і СН, практично відсутні викиди твердих частинок. Крім того, у газового двигуна менше викиди СН при холодному запуску.

З цієї ж причини у газовому двигуні відсутня проблема розрідження моторного масла пальним, що стікає по стінках циліндрів двигуна в масляний картер. Завдяки цьому при переобладнані двигуна на газове пальне моторесурс підвищується приблизно в 2 рази, збільшується пробіг автомобіля між замінами моторного масла приблизно в 2-3 рази. З точки зору екологічної безпеки, зберігання і транспортування природного газу набагато безпечніше, ніж зберігання і транспортування рідких видів пального. Метан, як основний компонент автомобільного газового пального, набагато легший за повітря. Тому, на відміну від рідких палив, при витоках з резервуарів і трубопроводів він розчиняється в атмосфері, не потрапляючи у ґрунт, водойми і ґрунтові води.

Висновки. Автомобільний транспорт забруднює атмосферу трьома способами: емісією шкідливих речовин з відпрацьованими вихлопними газами, проривом газів у картер двигуна й емісією шкідливих речовин в результаті випару пального у паливних баках, карбюраторах, а також в результаті витоків пального. Головним з них є перший чинник, на частку якого приходиться близько 2/3 шкідливих викидів автомобілів в атмосферу. Склад відпрацьованих газів залежить від виду застосованого пального, присадок, режимів роботи двигуна, його технічного стану, умов руху автомобіля. Транспортні засоби щорічно викидають в атмосферу до 35 тис. т шкідливих речовин (окису карбону понад 28 тис. т, оксиду нітрогену понад 2 тис. т, вуглеводнів понад 4 тис. т).

Проведений порівняльний аналіз характеристик бензинових, дизельних та газобалонних двигунів свідчить, що найбільш екологічними є газобалонні автомобілі. У газовому двигуні відсутні викиди високомолекулярних вуглеводнів, у тому числі канцерогенних поліароматичних, які є більш токсичними, ніж метан. Наприклад, в багатьох стандартах на обмеження викидів токсичних компонентів з відпрацьованими газами окремо нормуються викиди неметанових вуглеводнів.

Природний газ має нижчу межу займання робочої суміші за коефіцієнтом надлишку повітря у порівнянні з рідкими паливами нафтового походження. Це дозволяє газовому двигуну працювати при великих значеннях коефіцієнту надлишку повітря, ніж при використанні рідких видів нафтового пального. Робота двигуна при високих значеннях коефіцієнту надлишку повітря сприяє значному зниженню максимальної температури згоряння суміші, яка є головним чинником стосовно зменшення викидів оксидів азоту NO_X. Це дозволяє газовому двигуну відповідати екологічним вимогам щодо шкідливих викидів NO_X.

Список літератури

1. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г., Корпач А. О., Мержиєвська Л. П. Екологія та автомобільний транспорт : навчальний посібник. Київ. Арістей, 2006. 292 с.

2. Загурський О. М. Конкурентноспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз : монографія. Київ : ФОП О.В. Ямчинський, 2019. 373 с.

3. Закон України «Про автомобільні дороги» URL: http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi.

4. Основні напрями підвищення екологічної безпеки автомобілів. URL: http://ua-referat.com.

5. Про затвердження Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Наказ Державного комітету статистики N 452 (v0452202-08) від 13.11.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0452202-08#Text.

УДК 338
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ПРОБЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОСТАЧАННЯ ПАЛИВА В УКРАЇНУ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Р. Є. Симоненко[3]
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Логістика – не та галузь, про яку часто говорять, вона зазвичай є непомітною для звичайного споживача, але тим не менш має дуже вагомий вплив на безліч аспектів нашого життя. Практично кожна галузь у певний момент використовує логістичні компанії. Від Нової Пошти до місцевої кав'ярні, ефективна та стійка логістика – це те, що допомагає компаніям працювати безперебійно і успішно. Літаки, потяги, вантажні кораблі та автомобілі – це частини логістичного ланцюга постачань.

Логістика була важлива ще з давніх часів. Спочатку люди доставляли товари вручну, потім, відбувся перехід до використання гужового та річкового транспорту. З розвитком технологій з'явилися більш складні способи транспортування, наприклад автомобільний і залізничний транспорт, а потім і повітряний. Зараз уже є сформована глобальна логістична мережа. Безліч компаній та підприємств, на плечі яких лягає відповідальність по забезпеченню потреб людей, особливо в країнах де йде війна.

Компанії зазнають економічного удару, незважаючи на те чи відбуваються бойові дії на території їхньої країни чи якоїсь іншої. На постачання певних продуктів, на видобуток ресурсів, на ціноутворення впливають найменші зміни політичної ситуації в світі. Тому війна має дуже сильний вплив на логістичні компанії в Україні і світі. Оскільки транспорт в наш час працює здебільшого на бензині чи дизельному паливі, тому питання забезпечення пальним завжди буде мати високий пріоритет, як наприклад постачання продуктів харчування та речей першої необхідності.

До початку військових дій основні ланцюги постачань нафтопродуктів до України були з територій сусідніх східних держав. Так, станом на 2014 рік, бензин А-92 імпортувався в основному з Білорусі, в об'ємі 263,817 млн.л. та Литви 83,123 млн.л., бензин А-95 з Білорусі – 243,718 млн.л, також Литви, Польщі, Угорщини по 120-133 тис. млн.л. та Росії – 47,510 млн.л., а дизельне пальне: Білорусь – 956,966 млн.л., Росії та Литви, по 316,676 млн.л і 133,934 млн.л. відповідно.

Також варто зазначити, що внаслідок бойових дій на сході України, видобуток та постачання вугілля на підприємства та електростанції значно

[3] Науковий керівник: Загурський О.М., д.е.н., професор

ускладнився. У 2014 р. через військові дії на Донбасі видобуток вугілля відносно 2013 року впав більш, ніж на 22 %, а видобуток антрацитової групи впав на третину (з 83,7 млн тонн видобуток впав до 65 млн тонн, а марки А+П – з 30,3 млн тонн до 20,6 млн тонн). В наслідок чого було розроблено нові шляхи отримання твердого палива, а саме імпорт з ПАР та Росії. Протягом восьми років, до активної фази війни, закупівлі російських паливних матеріалів поступово скорочувались.

Після вторгнення Росії в Україну, наша держава втратила майже весь імпорт пального. Мова йде про 80% внутрішнього споживання. Раніше внутрішній попит бензину забезпечувався здебільшого імпортом дизпалива та бензину з Білорусі та Росії (понад 70% ринку) і морем (10%). Тепер ринок має адаптуватися до нових умов співпраці. Сергій Куюн, директор консалтингової компанії «А-95» заявив: Всі трейдери працюють як одне ціле. Якщо один знайшов можливість придбати партію, то її розподіляють серед інших, щоб поповнити ринок пальним. Змінилась логістика, географія попиту, доступ до окремих ресурсів був втрачений. Так єдиною альтернативою залишилися поставки палива через кордони з ЄС. Очікується, що європейські компанії будуть здатні забезпечити ритмічні поставки палива, уже законтрактовано досить великі обсяги ресурсу і вони транспортуються. Але це значно дорожче, адже в країнах Європи дефіцит нафтопродуктів, весь регіон є імпортозалежним.

Українська влада в свою чергу ввела певні обмеження на видачу пального. Це обумовлено умовами воєнного часу, адже частина нафтобаз зруйнована чи окупована. Також внаслідок обстрілів та бойових дій було пошкоджено чи заміновано велику кількість доріг, зруйновано багато мостів. Що робить доставку не лише пального а й всіх інших вантажів вкрай складним. Так важливим є забезпечення в першу чергу транспорти критичної інфраструктури: ЗСУ, Нацгвардію, підрозділи ТрО, поліції, швидкої допомоги та волонтерів, що виконують гуманітарні місії.

Оскільки імпорт тепер відбувається здебільшого через кордон України з європейськими країнами, то в західних областях, почали вибудовуватися нові ланцюги постачань та створюватися транспортні хаби для отримання, розподілу і групування вантажів для переправлення їх до східних областей. Незважаючи на спроби держави урегулювати ціни на пальне, зміни в логістиці та попиту зумовили їх збільшитися. Для покращення ситуацію було прийнято багато рішень, серед яких прийняття 18 березня закону про зменшення ставки ПДВ 20% до 7% на період дії воєнного стану, а також застосовується новий порядок розрахунку граничних цін, згідно з яким стандартний бензин має коштувати не більше 33,37, а дизпаливо - 37,05 грн. за літр.

Таким чином, швидка адаптація українського ринку пального має ключове значення. Створення нових та модернізація вже існуючих транспортних вузлів та налагодження стабільних поставок нафтопродуктів з західними партнерами є головним пріоритетом. Формування нових та ефективних ланцюгів постачань в умовах війни допоможе Україні не тільки вирішити проблему з дефіцитом та залежністю від російської сировини а й забезпечити нові надійні шляхи забезпечення.

Список літератури

1. Загурський О. М. Конкурентноспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз : монографія. Київ : ФОП О.В. Ямчинський, 2019. 373 с.

2. Пальне для АЗС: мережі перелаштовуються на постачання з ЄС. Економічна правда. URL:https://www.epravda.com.ua/news/2022/03/15/684099.

3. Zagurskyi O., Pokusa T., Zagurska S., Ohiienko M., Titova L., Rogovskii I. Ohiienko A., Razumova K., Berezova L. Current trends in development of transport and logistics systems of delivery of fast perishable foodstuffs. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021. 238.

УДК 656.025
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ВИБІР МАРШРУТУ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Ю. В. Шатківська[4]
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Значна частина інфраструктури, особливо в зоні бойових дій, була пошкоджена чи повністю знищена внаслідок обстрілів. Серйозною перепоною для функціонування ланцюгів постачання є зруйновані виробничі та складські приміщення, дороги та самі транспортні засоби. За даними заступника Голови Укравтодору Андрія Івко, станом на 3 квітня зруйновано 23 тис. км. доріг та 273 штучних споруд, серед яких мости, шляхопроводи, естакади та інше [1]. Наразі неможливо досягнути безпечних умов ні для перевізників, ні для вантажів, що рухаються територією України. Не дивлячись на ці перепони, логістика відіграє ключову роль та значно впливає на хід війни, тому не може бути призупинена.

В нових умовах перевізникам довелося змінювати звичні, обкатані маршрути на альтернативні, місцями значно довші та не пристосовані для переміщення габаритних вантажних засобів. Таким чином, зросла тривалість доставки вантажу – це також фактор, який потрібно враховувати, плануючи вантажні перевезення.

[4] Науковий керівник: Загурський О.М., д.е.н., професор

На цьому тлі постає питання вибору оптимального маршруту перевезення. Один з методів такого вибору є складання карти потоку створення цінності (Value Strem Mapping – VSM) логістичного процесу [4]. Щоб карта потоку створення цінності не була відображенням лише припущень (тобто того, що команда вважає, що відбувається), необхідно фактично зафіксувати втрати і проблеми на кожному кроці процесу. На рис 1 відображено процес створення карти потоку цінності.

Рис. 1. Схема створення VSM.

Карта альтернативних маршрутів повинна враховувати території бойових дій, ракетних чи бомбових обстрілів, заміновані ділянки маршруту, можливість вторгнення диверсійно-розвідувальних груп, стан доріг, комендантські години, наявність блокпостів, необхідність дозволу для проїзду, пункти заправки. Ідеальним варіантом вирішення проблеми є створення інтерактивної карти з інформацією про вище перелічені фактори, яка оновлюється в реальному часі [3]. Перевізник зможе оперативно приймати рішення, виходячи з існуючих ризиків. Подібні карти з дещо меншим функціоналом вже розроблені на базі деяких ритейл-компаній, таких як «Сільпо», «Фоззі-Фуд», «Епіцентр К» та ін. Методом збору інформації з відкритих джерел на таких картах позначені зруйновані та потенційно небезпечні місця.

Воєнні дії також значною мірою вплинули на зовнішньоекономічну діяльність України. Через високий рівень небезпеки неможливо здійснювати доставку вантажів морем та літаками, залишаються лише сухопутний кордон і порти Румунії та країн Балтії. Морська торгівля займала дві треті від усієї зовнішньої торгівлі країні, і тепер перевізникам доводиться шукати альтернативні способи доставки, які є довшими та потребують значних витрат. Так, наприклад, раніше сполучення України з Казахстаном проходило через море або транзитом через росію, а зараз обидва варіанти не працюють. За новим маршрутом вантаж прямує до аеропорту в Казахстані, переправляється літаком до Варшави та вже з Варшави автомобільним транспортом прямує в

Україну. Вартість доставки в нових умовах зросла більше, ніж втричі. Варто зазначити, що навіть після закінчення війни не вдасться швидко відновити морське сполучення, адже існує великий ризик мінування. На знешкодження небезпек знадобиться від 1 до 3 місяців.

Наразі існує проблема збуту агропродукції, від якої страждає не лише наша країна. Міжнарожна правозахисна організація Human Rights Watch попереджає, що в державах Азії та Африки можливий голод з причин нестачі постачання продовольства [2]. В свою чергу Україна вирощує значно більше, ніж може спожити на внутрішньому ринку. За даними Національної академії аграрних наук за 2021 рік частка продажу агропродукції на зовнішні ринки становила 41% від загального експорту. Уряд та трейдери спрямовують значні сили на пошук нових альтернативних маршрутів. Один із способів розв’язання цієї проблеми є залізничне сполучення, пріоритетом якого перш за все є евакуації людей, а в другу чергу – аграрний сектор. Розробляються нові маршрути руху вантажних потягів, та вже працює 12 терміналів для перевалки зерна на кордоні з Польщею, Румунією, Молдовою та Словаччиною. Проте, варто зазначити, що такий шлях є в десятки разів повільніший, ніж вивіз морським транспортом.

Вирішення проблем, що виникають зараз в управлінні ланцюгами постачань, життєво важливе питання для функціонування нашої держави. Війна внесла корективи в звичний спосіб життя, було зруйновано зв'язки між людьми, між бізнесом, а економіка зазнала значних збитків. Проте, не час впадати у відчай, наша головна задача на сьогодні – пристосуватися до нових умов та прокласти нові маршрути з метою відновлення втрачених зв'язків.

Список літератури

1. В Україні через бойові дії зруйновано понад 20 тисяч кілометрів доріг https://www.epravda.com.ua/news/2022/04/3/685143.

2. Війна в Україні може погіршити проблему голоду в Північній Африці та на Близькому Сході – HRW https://www.slovoidilo.ua/2022/03/21/novyna/suspilstvo/vijna-ukrayini-mozhe-pohirshyty-problemu-holodu-pivnichnij-afryczi-ta-blyzkomu-sxodi-hrw.

3. Загурський О. М. Конкурентноспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз : монографія. Київ : ФОП О.В. Ямчинський, 2019. 373 с.

4. Логістичні послуги в Україні: знищити не можна вистояти https://blog.liga.net/user/nkachan/article/44260.

5. Zagurskyi O., Pokusa T., Zagurska S., Ohiienko M., Titova L., Rogovskii I. Ohiienko A., Razumova K., Berezova L. Current trends in development of transport and logistics systems of delivery of fast perishable foodstuffs. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021. 238 p.

УДК 631.3-049.32 : 657.471
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

АНАЛІЗ ВИТРАТ НА РЕМОНТ ТЕХНІКИ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

А. В. Новицький, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Ефективність роботи та підвищення надійності сільськогосподарської техніки можна забезпечити завдяки реалізації системи технічного обслуговування і ремонту (СТОР) в передпродажний, гарантійний та післягарантійний періоди. Вивчення інформації Державної служби статистики України показує, що сільське господарство нашої держави, особливо окремі його сектори, включаючи матеріально-технічне забезпечення, потребують технічного і технологічного удосконалення [3].

В останні роки в аграрній сфері спостерігається значне скорочення техніки. Як показує аналіз літературних джерел, в машинно-тракторному парку значну частку складають фізично зношені і морально застарілі машини та обладнання [1-3]. На фоні скорочення виробництва і продажів вітчизняної сільськогосподарської техніки інтенсивно зростає імпорт зарубіжних аналогів [4].

Ремонт сільськогосподарської техніки в значній мірі залежить від цілого ряду причин, включаючи умови, що декларують заводи-виробники і забезпечують споживачі [3, 6]. Для формування цивілізованих відносин між виробниками та споживачами техніки необхідно враховувати відповідні нормативні акти, що регламентують їх юридичну та матеріальну відповідальність. Як показує аналіз досліджень стану матеріально-технічного забезпечення аграрної галузі, поза увагою вітчизняних вчених залишились питання аналізу та синтезу стратегій забезпечення працездатності машин та витрат на ремонт сільськогосподарської техніки.

Метою представленої роботи є підвищенні надійності сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів дослідження затрат підтримання працездатності та покращення функціонування ремонтної служби.

Враховуючи широке коло питань, що виникають в процесі проведення досліджень, виходячи з аналізу та синтезу інформації щодо ефективності підтримання працездатності та забезпечення надійності сільськогосподарської техніки, реалії вказують на те, що ринок сільськогосподарської техніки в нашій державі залишається одним з найбільш перспективних у світі [3, 4]. Відмічається постійне зростання попиту на сільськогосподарські машини та обладнання, а це привертає до України значну кількість інвесторів та іноземних виробників. В зазначених умовах не можна не звернути увагу на стан реалізації

CTOP. Особливе місце в останні десятиліття займають процеси світової глобалізації, які реалізуються в сільськогосподарському машинобудуванні шляхом консолідації галузі та формуванні кількох десятків великих та багатьох малих міжнародних компаній на ринку техніки [4].

Нами проведено дослідження динаміки витрат коштів на ремонт сільськогосподарської техніки, що були отримані за результатами вивчення інформаційних джерел Державної служби статистики України [8]. Станом на 1 січня 2020 року, витрати на ремонт сільськогосподарської техніки склали 2127,5 млн. грн. З аналізу інформаційних джерел Державної служби статистики України встановлено, що витрати на ремонт сільськогосподарської техніки за областями змінюються в широких межах: від 11,47 млн. грн. в Чернівецькій області до 279,55 млн. грн. в Київській області. Однією з причин, що визначають значне розсіювання витрат є наявність у зазначених областях земель сільськогосподарського призначення, відповідного машинно-тракторного парку. Проведено дослідження витрати коштів на ремонт сільськогосподарської техніки в аграрних підприємствах Київщини за 2019 рік, які отримані за результатами аналізу статистичних даних Головного управління статисти у Київській області [8]. Було встановлено, що звіти в яких відображені витрати коштів на ремонт сільськогосподарської техніки подали 189 аграрних підприємства Київської області, слід відмітити значне розсіювання показників. З аналізу статистичних даних, аграрні підприємства області були умовно розподілені на три характерні градації: I градація – 42 підприємства; II градація – 101 підприємство; III градація – 43 підприємства. Дослідженнями було встановлено, що витрати коштів на ремонт сільськогосподарської техніки у Київській області розсіюються в значних межах – від 1,726 тис. грн. до 44866,29 тис. грн. Результати обробки статистичної інформації про динаміку витрат на ремонт сільськогосподарської техніки аграрних підприємств Київської області представлені в таблиці 1 на прикладі I градації.

Таблиця 1

Результати обробки статистичної інформації про динаміку витрат на ремонт сільськогосподарської техніки підприємств Київської області (I градація)

Назва показника	I градація
Кількість сільськогосподарських підприємств	42
Межі розсіювання випадкової величини	1,72 тис. грн. - 95,0 тис. грн.
Середнє значення випадкової величини	25,6 тис. грн.
Середнє квадратичне відхилення випадкової величини	12,9 тис. грн.
Коефіцієнт варіації	0,55
Теоретичний закон розподілу	закон розподілу Вейбулла-Гнєденко

Дослідженнями встановлено, що до І градації входить 42 аграрних підприємства. За результатами обробки статистичної інформації І градації було встановлено, що межі розсіювання випадкової величини складають від 1,72 тис. грн. до 95,0 тис. грн.; середнє значення випадкової становить – 25,6 тис. грн.; середнє квадратичне відхилення – 12,9 тис. грн., коефіцієнт варіації – 0,55; теоретичний закон розподілу – закон розподілу Вейбулла-Гнєденко.

Реалізація отриманих результатів та методики дослідження статистичного аналізу затрат на ремонт сільськогосподарської техніки можливі лише:

- за умови врахуванні впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки [5];
- за використання моніторингу технічного стану сільськогосподарської техніки за керівними матеріалами на її експлуатацію [7];
- за умови врахування технічної оцінки споживчих якостей сільськогосподарської техніки [6].

Представлені дослідження спрямовані на забезпечення працездатності сільськогосподарської техніки на основі аналізу та синтезу витрат на ремонт, мають важливе наукове і практичне значення.

Список літератури

1. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. Кропивницький: КОД, 2017. 370 с.

2. Науменко О. А., Петруша Є. З., Нагорний С. А. Матеріально-технічна база і виробництво продукції тваринництва у фермерських господарствах. Вісник Харківського нац. техн. університету сільськ. господарства імені Петра Василенка. 2014. №144. С. 97–102.

3. Новицький А. В., Банний О. О. Статистичний аналіз функціонування ремонтної служби України 2021 Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 12. No 2. P. 39–47.

4. Новицький А. В., Банний О. О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11, No 2. P. 115–124.

5. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.

6. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264 (2017). С. 293–303.

7. Новицький А. В., Харьковський І. С., Новицький Ю. А. Моніторинг технічного стану сільськогосподарської техніки за керівними матеріалами на її

експлуатацію. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12, No 4. P. 85–93.

8. Придбання підприємствами матеріально-технічних ресурсів для виробничих потреб у 2015 році. (2016, 2017, 2018, 2019). Держстат України, 1998-2019.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ESTIMATION OF GRAIN LOSSES USING SAMPLERS IN THE FORM OF RUBBER MATS

I. M. Nychay
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Harvesting is the busiest part of the growing season. It requires maximum coherence and organization of almost the entire staff of the agricultural enterprise, as well as the full and most efficient use of available equipment. Indeed, during the harvesting campaign, the main goal is to harvest the entire crop in a short time with minimal losses.

Each day of delay in harvesting already ripe winter wheat results in a loss of 50 kg/ha of grain. If the plants are left standing for more than 10 days, then the yield is already reduced by five or more centners per hectare. Grain losses are usually associated with three factors: physiological, mechanical and disturbances in the operation of harvesting machines, transportation and refinement of raw materials at currents. The latter is considered the most common.

The correct selection of the timing and methods of harvesting, cutting height, good adjustment of individual units of harvesting machines, the choice of the most favorable operating modes depending on the condition of the crops can minimize crop losses. Any violation in technology leads to increased losses. The result of the poor performance of combines and their adjustment, which must be carried out before the start of each harvesting campaign, is ears that are not cut or picked up from the windrows, incomplete threshing and crushing of raw materials, as well as the presence of grain in the chaff.A standardized method for determining grain losses involves the use of special rubber samplers and is usually recommended for use in assessing the quality of work of combine harvesters, as well as for choosing the optimal adjustments and modes of operation of these machines. At the same time, the placement of trays not only reduces the duration of the procedure for assessing grain losses by harvesting equipment, but also allows you to calculate losses behind the header, thresher and, in general, along the width of the combine aisle with sufficient accuracy. The samplers used in this method are a rectangular container with a certain size, open at the top: height 50 mm, width 100 mm, length 500 mm. The side walls are interconnected by partitions in order to maintain the straightness of the structure. To determine the loss of grain, the trays are installed in the aisles of the grain stand along the width of the harvester. Usually, when testing a grain harvester, 12 samplers are placed: six pieces at an equal distance from each other behind the thresher and six structures, three on each side - under the header, in three repetitions. After the machinery passes the line of rubber trays, their contents are poured into separate containers with labels, and with the help of air-sieve devices, grain is separated from straw fragments and chaff, raw materials are analyzed, losses are classified and weighed.

Fig. 1. View of an elastic rubber tray installed in the aisle of a grain stand.

Table 1

Loss of grain behind the combine at a speed of 3 km/h

Sampler number	Loss of grain in samplers			
	g	g/m^2	g	g/m^2
1	0.86	1.72	0.055	1.01
2	0.33	0.66	0.045	0.9
3	0.51	1.02	0.25	5
4	3.32	6.64	0.795	15.9
5	6.78	13.56	0.66	13.2
6	5.11	10.22	0.23	4.6
7	1.43	2.86	0.185	3.7
8	0.52	1.04	0	0
9	0.64	1.28	—	—
Average, g	2.18	4.333	0.278	5.5
Standard deviation, ± g	2.363	4.727	0.294	5.886
The coefficient of variation, %	109.081	109.081	106.051	106.051

The method for assessing losses, proposed by the scientists of Volgograd State Agrarian University, consists in using special rubber mats 750 × 750 mm in size, and in order to lay them close to each other along the width of the aisle of the combine, it is necessary to remove the plants to the width of the harvester. The use of this technique does not allow taking samples separately behind the chopper, threshing and separating device or header, since these mats receive losses from all the working bodies of the combine at once.

For a comparative assessment of the two methods of sampling, the trays were placed in the grain stand before the passage of the combine. During the test, it was possible to establish that at a harvesting machine operating speed of 3 km/h, the values of the quality of loss distribution in both options along the header aisle width were quite close – the coefficients of variation were 106 percent for the standardized method and 109 percent for the second method. In the swath laying mode, a comparison of loss estimates with rubber samplers placed close to each other along the width of the swath and pallets also showed almost equal indicators of the uneven distribution of losses, provided that the first trays were installed in width no more than every 37 cm.

The main difference between the two methods was that for each repetition in the variant using rubber mats, it was necessary to remove plants over the entire width of the header, while in the standardized method, samplers can be installed in every second row spacing with a width of 15 cm. Thus, due to the labor and resource-intensive method, which involves the use of rubber mats when assessing losses, taking into account the tendency to increase the power of combine harvesters and the width of the used headers, the most relevant is the use of a less labor-intensive and resource-intensive standardized method with samplers.

УДК 631.3-049.32
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ЗАГАЛЬНІ ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ТОЧНОСТІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БЛОК-КАРТЕРІВ

О. М. Бистрий
А. В. Новицький, к.т.н., доц.
О. О. Дубровіна
В. М. Ясінський
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Важливою складовою забезпечення ефективності роботи та надійності двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) мобільних енергетичних засобів є формування якості ремонту [1-3].

Вимоги до точності геометричних параметрів блоків ДВЗ формуються при розробці та повинні забезпечуватися відповідним технологічним рівнем при ремонті (табл. 1) [2, 4, 5]. Сучасні технології та умови виробництва дають можливість надавати гарантовані терміни експлуатації ДВЗ більше п’яти років [2, 3].

Таблиця 1

Технічні вимоги при капітальному ремонті двигунів (блок-картерів) СМД-60, ЯМЗ-236, Д-240

Визначальні параметри	Розміри (мм), допустимі в з’єднанні з деталями	
	Що були в експлуатації	Новими
1	2	3
1. Биття отворів середніх опор відносно крайніх колінчастого вала розподільного вала		 0,04 0,04
2. Знос, відхили форми поверхонь отворів під вкладиші корінних підшипників.	Овальність, конусність не більше 0,015	98,04 0,02
3. Знос поверхонь отворів під шийки розподільчого вала третій другий перший	 60,12 59,12 58,12	 60,14 59,14 58,14
4. Знос поверхонь отворів під штовхачі	34,20	34,22
5 Відхилення від площинності поверхонь. прилягання головок циліндрів	(По всій довжині) (на довжині 100 мм)	0,15 0,04
6. Глибина виточки торцевої поверхні під бурт гільзи	12.05	12,09
7. Непаралельність поверхні під бурт гільзи циліндрів до верхньої базової площини блока	В межах одного ряду гільз не більше 0,05	
8. Непаралельність осей отворів опор колінчастого і розподільного валів	0,05	
9. Непаралельність торцевої поверхні під бурт гільзи циліндрів до верхньої привалочної площини	0,05	

Примітка: приведені дані справедливі для вказаних модифікацій двигунів.

Практичний досвід свідчить, що ДВЗ за період їх використання можуть проходити 2-3 складних ремонти в зовсім інших технологічних умовах. Тому залишається актуальним питання по забезпеченню якості їх ремонту наближеної до виробника. При аналізі ремонтних технологій стає очевидним питання про не задовільне метрологічне забезпечення, особливо при оцінці технічного стану деталей складної конструкції по геометричним параметрам. Певний перелік геометричних параметрів не можливо контролювати універсальними засобами. Сучасне ремонтне виробництво потребує не стандартних контрольно-вимірювальних пристосувань, особливо при ремонті двигунів.

Стандартними і не стандартними засобами вимірювання, оцінюється стан геометричних параметрів блок-картерів, що характеризують точність розмірів, форми та взаємного розташування їх базових, технологічних поверхонь. При оцінці точності взаємного розташування геометричних параметрів мають вплив відхили форми, значення яких повинно враховуватися в кінцевих результатах.

При оцінці технічного стану блок-картерів ДВЗ необхідно контролювати:

- співвісність отворів середніх опор колінчастого вала відносно крайніх;
- співвісність середніх отворів опор розподільного вала відносно крайніх;
- непаралельність осей отворів корінних опор колінчастого і гнізд розподільчого валів;
- непаралельність поверхні під бурт гільзи циліндрів до осі корінних опор колінчастого вала;
- непаралельність площини під бурт гільзи цилиндрів до верхньої прилягаючої площини (після контролю глибини і не площинності технологічної поверхні виточки).
- неперпендикулярність торців задньої корінної опори (привалочної площини) до осі колінчастого вала;

При оцінці точності розмірів і відхилів форми технологічних поверхонь блок-картера контролюються:

- діаметри, овальність і конусність отворів корінних опор колінчастого і розподільного валів, а також отворів під штовхачі;
- діаметри і овальність отворів під верхні і нижні пояски гільз
- глибина виточки під бурт гільзи та її не площинність;
- неплощинність привалочних поверхонь під головки цилиндрів;
- розмір паза в блоці і кришок під установку в блок.

Список літератури

1. Бистрий О. М., Новицький А. В. Системи управління якістю продукції машинобудування. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 14-16 квітня 2021 р. Кропивницький : ЦНТУ. 2021. С. 166–168.

2. Бистрий О. М. Формування якості в технологічних процесах по ремонту дизельних двигунів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків. 2014. Вип. 2. С. 48–52.

3. ДСТУ 2925 - 94. Якість продукції. Оцінювання якості.

4. Новицький А. В., Бистрий О. М., Засунько А. А. Формування показників оцінки технічного стану сільськогосподарської техніки в процесі експлуатації. Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Шляхи вирішення сучасних проблем та покращення технологій аграрного сектору України», 12 травня 2021 р. С. 178–180.

5. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МЕТОД СТРУКТУРНИХ СХЕМ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ГІДРОСИСТЕМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Д. В. Задорожнюк
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

При розрахунку надійності приводу доцільно представляти його як систему елементів, для яких відомі або можна визначити показники надійності [1, 2]. Розподіл приводу на елементи і вплив відмов елементів на надійність приводу відображаються структурними схемами надійності. Метод структурних схем застосовують для розрахунку надійності як ймовірності раптових відмов за умови, що всі елементи приводу є одновідмовні (тобто в елементах неможливі різні відмови одночасно) і відмови елементів незалежні.

Основою структурної схеми є умовне зображення послідовних і паралельних з'єднань елементів, що виражають події безвідмовності їх дії. Послідовним вважається з'єднання елементів, при якому відмова хоча б одного з них призводить до відмови приводу. Паралельним називається з'єднання елементів в приводі, при якому відмова приводу настає тільки тоді, коли відмовлять всі елементи.

Тип з'єднання елементів в структурній схемі залежить від впливу окремих елементів на працездатність приводу і не завжди збігається з монтажним з'єднанням.

У разі послідовного монтажного з'єднання фільтрів структурна схема в залежності від типу відмови може бути як паралельною, так і послідовною.

При послідовному монтажі фільтрів працездатність гідропроводу порушується при розриві сітки в обох фільтрах або засміченні сітки в одному фільтрі. При розриві сітки в одному якомусь фільтрі рідина очищається, тому структурна схема представляється паралельним з'єднанням.

При засміченні одного з фільтрів послідовного монтажу гідросистема стає непрацездатною, а структурна схема представляється послідовним з'єднанням.

При паралельному монтажному з'єднанні структурні схеми з'єднання елементів (фільтрів) протилежні розглянутим.

Система послідовного з'єднання безвідмовна тільки в тому випадку, коли безвідмовні всі елементи, починаючи з i-го до n-го. Ймовірність безвідмовної роботи послідовного з'єднання елементів, відповідно до теореми множення випадкових подій, дорівнює добутку ймовірностей появи всіх подій:

$$P = \prod_{i=1}^{n} P_i , \qquad (1)$$

де P_i – ВБР i-го елементу.

Система паралельного з'єднання безвідмовна, якщо безвідмовні обидва елементи або хоча б один з них. Згідно з теоремою додавання ймовірностей, ВБР системи $P = P_1 + P_2 - P_1 P_2$.

Якщо ймовірність безвідмовної роботи елементів однакові $P_1 = P_2 = P_i$, то $P = 2P_i - P_i^2$.

Якщо структурна схема складається з k паралельних ланцюгів, в кожній з яких n елементів, то ймовірність безвідмовної роботи системи:

$$P = 1 - \prod_{j=1}^{k} (1 - \prod_{j=1}^{n} P_i). \qquad (2)$$

Правильність структурної схеми перевіряється згідно з принципом проходження сигналів – сигнали проходять тільки по справним елементах (елемент, який відмовив – сигнал не пропускає). При послідовному з'єднанні елементів сигнал з входу до виходу при відмові хоча б одного елемента не проходить. При паралельному з'єднанні для проходження сигналу досить мати хоча б одну справну гілка.

В процесі експлуатації інтенсивність відмов не залежить від часу, справедливий експонентний закон надійності $P(t) = \exp(-\lambda t)$.

ВБР послідовного з'єднання n елементів з урахуванням експоненціального закону визначається за виразом:

$$P(t) = \exp[-\sum_{i=1}^{n} \lambda_i t_i] \qquad (3)$$

де λ_i та t_i – інтенсивність відмов і час справної роботи i-го елемента.

Тут можна бачити, що надійність системи з послідовним з'єднанням елементів нижче надійності найменш надійного елемента. Чим складніше система, тим нижче її надійність при інших рівних умовах.

Ймовірність безвідмовної роботи паралельного з'єднання n елементів з урахуванням експоненціального закону визначається за виразом:

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n} [1 - \exp(-\lambda t)]. \tag{4}$$

Надійність паралельного з'єднання елементів при однаковій їх безвідмовності вище, ніж надійність послідовного з'єднання.

Для високонадійних елементів, коли допустимо $\lambda_i t_i < 1$ та $\exp\,(-\lambda t) = 1 - \lambda t$, ймовірність безвідмовної роботи можна визначати як $P(t) = 1 - \sum_{i=1}^{n} \lambda_i t_i$.

Для розрахунку надійності як завгодно складної системи досить знати склад елементів, їх число, монтажне з'єднання та статистичні характеристики показників надійності.

Дані про склад елементів визначають за монтажною схемою, статистичні показники надійності елементів – на підставі даних експлуатації подібних приводів. Розрахунок показників надійності по структурним схемам доцільно проводити по блокам і вузлів приводу. Це дозволяє порівнювати вузли по надійності, виявляти слабкі і намічати шляхи підвищення надійності на різних етапах життєвого циклу приводу.

Рекомендується наступний порядок розрахунку.

1. Формулюють поняття відмови приводу.

2. Будують структурну схему надійності (рис. 1), на якій вказують тимчасові інтервали роботи кожного елемента.

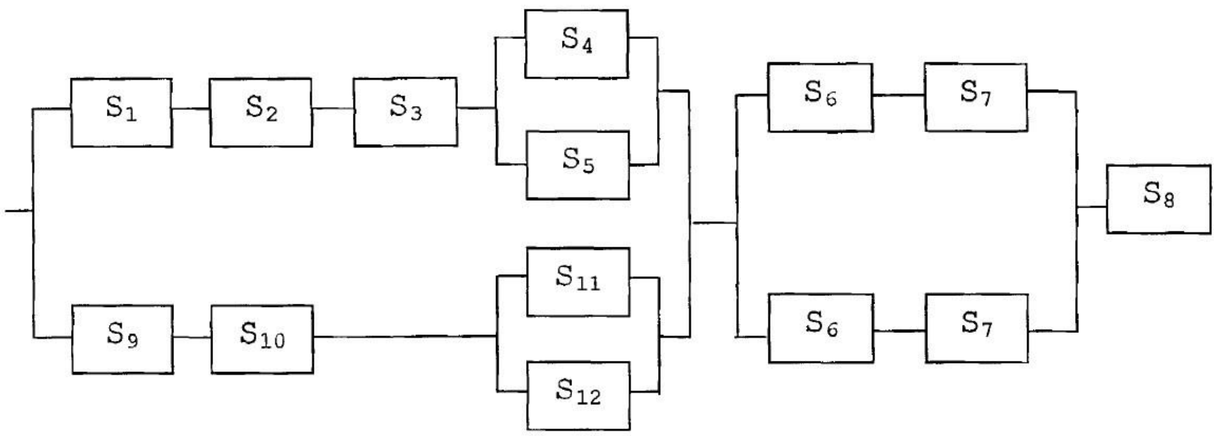


Рис. 1. Структурна схема надійності гідроприводу зернозбирального комбайна.

3. Обчислюють кількісні характеристики надійності кожного елемента, проводять порівняння і аналіз.

4. Обчислюють кількісні характеристики надійності всього приводу - визначають сумарну інтенсивність відмов.

$$\wedge = \sum_{i=1}^{k_1} n_i\lambda_i + \sum_{j=1}^{k_2} n_j\lambda_j + \cdots + \sum_{l=1}^{K_s} n_i\lambda_l \,,$$

час безвідмовної роботи $T_{cp} = 1/\wedge$ та ймовірність безвідмовної роботи в момент часу t.

Список літератури

1. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determiantion of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4(7(112). P. 41–49. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292.

2. Hrynkiv A., Rogovskii I., Aulin V., Lysenko S., Titova L., Zagurskiy O., Kolosok I. Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 3 (5 (105)). P. 19−29. doi: 10.15587/1729-4061.2020.206073.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

СХЕМА СПІЛКУВАННЯ В СИСТЕМІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН – КОМБАЙНЕР – МАЙСТЕР ДІАГНОСТ

Д. М. Можарівський
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Ефективність сільськогосподарського виробництва багато в чому визначається ступенем механізації технологічних операцій і технічним рівнем машин. Засобом механізації збирання зернових, соняшнику, кукурудзи та інших культур є зернозбиральний комбайн, одна з найбільш складних машин в сучасному сільськогосподарському виробництві. Більшу частину, а саме 83%, зернозбиральної техніки в Україні складають комбайни John Deere, Class, New Holland, Славутич.

Управління технічним станом машин, зокрема, зернозбиральних комбайнів, можна розглядати в трьох аспектах: інформаційному, інтелектуальному і фізичному (рис. 1). В інформаційному аспекті це збір і обробка даних про технічний стан машини. Інформація про технічний стан може бути отримана органолептичним методом, або за допомогою технічних засобів діагностування – вбудованих контрольно-вимірювальних приладів або штатне діагностування, спеціальних вимірювальних приладів, інформаційно-вимірювальних діагностичних комплексів. Інтелектуальний аспект – формування алгоритму діагностування, аналіз інформації про технічний стан і прийняття керуючого рішення. У фізичному аспекті розглядається реалізація керуючого впливу технічного сервісу, регулювання, включення резервних елементів.

Рис. 1. Оператор в координатах: О – оператор; ТЗД – технічні засоби діагностування традиційні; ІВС – інформаційно-вимірювальна система; ЕС – експертна система.

Забезпеченість і професійний рівень механізаторів, керівників водіїв та фахівців інженерно-технічної служби сільськогосподарських підприємств – найважливіші фактори ефективного використання техніки і, на жаль, актуальні проблеми галузі. Найбільш кваліфіковані і активні фахівці покинули село ще в дев'яності роки минулого століття. В даний час ситуація не поліпшується. Чисельність механізаторів щорічно скорочується на 3–5%. Знижується частка механізаторів першого і другого класів в загальній їх чисельності і менше 60%. Надходять в аграрних сектор економіки молоді люди не тільки не є професійними механізаторами, а й в переважній більшості слабо підготовлені і не можуть вести технологічні процеси в адекватних навколишньому середовищу режимах. Із загальної кількості працівників інженерної служби сільськогосподарських підприємств професійну освіту мають 70–75%, вищу – тільки 30–35%.

В умовах відсутності централізованої системи навчання та підвищення ефективності кваліфікації основним засобом підтримки компетентності фахівців, що займаються технічним обслуговуванням, є наявність і постійне оновлення технічної документації на рівні окремих аграрних господарств. Технічна документація в основному надходить з новою машиною, або з новим обладнанням. З огляду на специфіку проведених робіт, методичні посібники, маршрутні карти, керівництва користувача, виконані у вигляді друкованих видань швидко приходять в непридатність. Цим пояснюється недостатня кількість необхідної технічної документації. З іншого боку друковані видання (книги, плакати і т. п.) не забезпечують простоту редагування та доповнення знань. При цьому необхідно врахувати, що у вільному продажу технічна документація, необхідна для організації технічного обслуговування, практично відсутня.

У зв’язку з цим необхідно забезпечити підтримку оператора в інформаційному та інтелектуальному аспектах, або взагалі виключити його з цих сфер управління технічним станом. Тобто необхідно автоматизувати процес формування інформації про технічний стан і забезпечити підтримку прийняття управлінських рішень.

У фізичному аспекті управління технічним станом може здійснюватися персоналом невисокої кваліфікації. Але і в цьому аспекті управління технічним станом може здійснювати автоматично, наприклад, за допомогою включення резервних елементів. Однак такий підхід навряд чи отримає широке застосування в сільськогосподарській техніці.

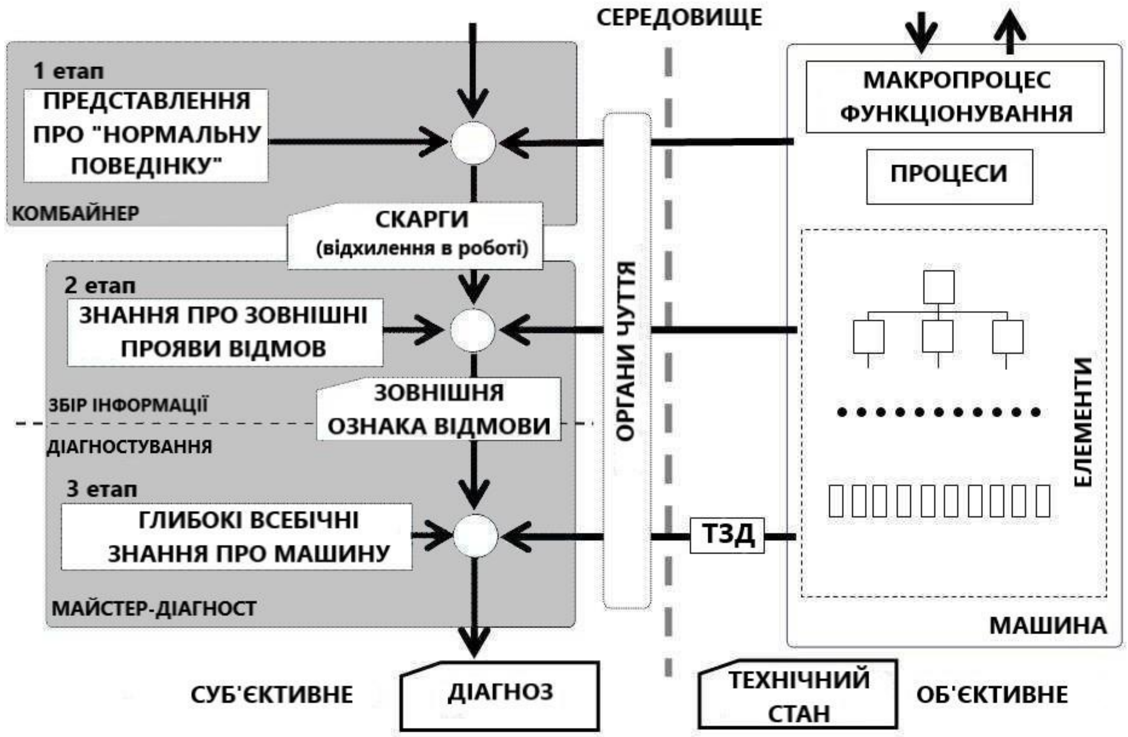


Рис. 2. Схема спілкування в системі «зернозбиральний комбайн – комбайнер – майстер діагност».

Таким чином, необхідно «змістити» оператора до початку координат по «осям» інтелектуального та інформаційного аспектів, переклавши його функції на інтелектуальні та інформаційно-вимірювальні системи (рис. 1).

Діагностування технічного стану зернозбирального комбайну і його складових частин як об'єкти технічної діагностики в процесі експлуатації знаходяться в різних технічних станах. Зміна технічного стану характеризується зовнішньою ознакою.

Розглянемо докладніше процес формування інформації про технічний стан комбайна в системі «зернозбиральний комбайн – комбайнер – майстер діагност». Процес формування інформації можна розбити на дві частини – збір апріорної інформації (етапи 1 і 2 на рис. 2) і власне діагностування (етап 3 на рис. 2).

На першому етапі оператор повідомляє майстра-діагноста свої скарги на машину. Скарга – опис сприйманого оператором відхилення в поведінці машини, або явної ознаки відмови. Приклади скарг: жатка не піднімається, не закривається клапан копичника, замість повороту вивантажувального шнека опускається жатка, витікання оливи по штоку гідроциліндра. Це явна ознака відмови.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ВИХІДНІ ПОЛОЖЕННЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТИПОРОЗМІРНОГО РЯДУ ТА ТИПАЖУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

І. Л. Роговський, д.т.н., с.н.с.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

На даний момент є багато варіантів методів обґрунтування типорозмірного ряду зернозбиральної техніки – від найпростіших (елементарних) до складних, наукомістких. На жаль, іноді знаходять застосування прості методи обґрунтування типорозмірного ряду зернозбиральної техніки. Їх результати найчастіше відбиваються у різноманітних нормативних документах, стратегіях, прогнозах та галузевих програмах розвитку. У разі обґрунтування типорозмірного ряду зернозбиральної техніки зводяться до визначення загального необхідного числа зернозбиральних комбайнів, з розмірів збиральної площі зернових і середньосезонної продуктивності самого комбайна. Останню часто приймають суб'єктивно з орієнтацією на деякі досягнення деяких агропідприємств чи навіть окремих фермерів. Потім це число майже суб'єктивно розподіляють на частки за окремими моделями. При чому ці частки часто призначаються інтуїтивно або експертно, виходячи з бажаного результату або наявних виробничих можливостей того чи іншого агропідприємства.

Однак, обґрунтування оптимального типорозмірного ряду зернозбиральної техніки є рішенням складного, багаторівневого, системно-аналітичного завдання з наступними концептуальними вихідними положеннями, які ми прийняли за основу в наших дослідженнях та доповненнями.

Перше концептуальне вихідне положення. Обґрунтування оптимального типорозмірного ряду та типажу комбайнів загалом для кожної країни – проблема суто національна, оскільки має враховувати безліч локальних, ландшафтних, ґрунтово-кліматичних, агротехнічних, виробничих та ресурсних факторів. Відповідно до цього положення не можна довільно переносити модельний ряд, характерний для інших країн, на вітчизняні умови. Однак дуже часто це важливе положення ігнорується. Наприклад, у ряді країн широко застосовуються комбайни класу 10-12 кг/с і вище. Це видається за новий напрямок технічного прогресу, світову тенденцію розвитку комбайнобудування. Той факт, що в цих країнах такі комбайни призначені для збирання збіжжя урожайністю 5,0 т/га та вище, не сприймається як обов'язкова умова їхньої ефективності. За середньої врожайності зернових сільськогосподарських культур, що коливається за роками не більше 3,4-5,8 т/г, коли високопродутивні зернозбиральні комбайни по загальному намолоту зерна окупити себе не можуть. Отже, нам потрібний технологічно обґрунтований типорозмірний ряд зернозбиральної техніки.

Друге концептуальне вихідне положення. Загальну потрібну кількість комбайнів слід знаходити за піковим періодом збирання, коли за допустимий агрострок необхідно прибрати певну площу під одночасно дозрілими культурами.

Виконання цієї вимоги призводить до необхідності регулярно проводити зональний моніторинг оброблюваних культур та зональних (регіональних) сівозмін, постійно актуалізуючи отримані дані. Аналіз матеріалів зональних дослідних станцій за особливостями дозрівання районованих сортів зернових культур дозволяє виявити оптимальні терміни дозрівання кожної культури, що вирощується у цьому регіоні. Знаючи площі під кожною культурою та задавшись допустимими агротехнічними термінами збирання у кожному регіоні (господарстві, області, районі), знаходять загальну площу під різними культурами, яку треба забрати в заданий календарний агрострок.

У рис. 1 представлені дані площ зернових в 2021 році. Крім того, згідно даних Державного комітету статистики, посівні площі озимих зернових культур під урожай 2021 року в порівнянні з попереднім роком збільшилися на 4,9% до 7972,8 тис. га. Вони показують, що загальна збиральна площа завжди набагато більша, ніж площа під культурами, що одночасно дозрівають.

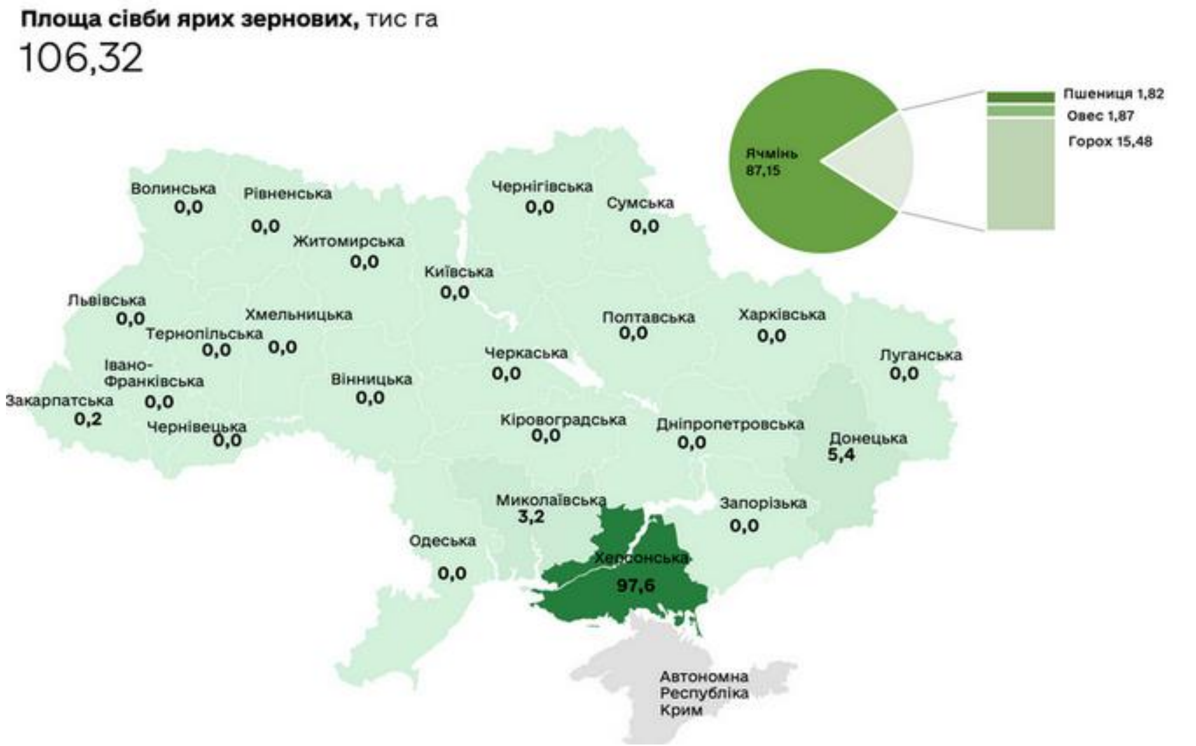


Рис. 1. Площа сівби ярих зернових в 2021 році.

Третє концептуальне вихідне положення. У кожного виробника зерна є свої специфічні агроландшафтні та агрокліматичні умови збирання, які обмежують продуктивність зернозбирального комбайна. Моніторинг цих умов є найважливішим елементом системно-аналітичного методу розрахунку оптимального комбайнового парку для будь-якого зернового виробничого цикла. При цьому визначають:

- граничні обмеження на ширину захвату та швидкість агрегатів, виходячи з локальних характеристик агроландшафту, проїжджих доріг та розмірів полів;
- розподіл полів за врожайністю зерна та соломи, ухилами полів, вологістю врожаю та ґрунту, засміченістю посівів;
- середньорічні опади у період збирання;
- співвідношення робочих та неробочих днів у період збирання.

Багаторічний моніторинг цих характеристик будь-якого виробника зерна прибирання є статистично надійною базою даних для розрахунку реальних продуктивностей зернозбаирльних комбайнів та обґрунтування достовірних норм і нормативів.

Четверте концептуальне вихідне положення. Для кожного збирального масиву обгрунтовується гранично можливу продуктивність комбайна W_0 (га/год), як добуток гранично допустимої ширини захвату жниварки зернозбарильного комбайна B_a (м) і його швидкості v_a (м/с), а з врахуванням врожайності зерна B_z і соломи B_s – гранично допустиму пропускну здатність зернозбирального комбайна q_c:

$$W_0 = 0{,}36 \cdot B_a \cdot v_a, \quad (1)$$
$$q_c = 0{,}1 \cdot B_a \cdot v_a \cdot B_z \cdot (1 + B_s/B_z) \cdot K_z, \quad (2)$$

де B_s/B_z – соломистість; K_z – коефіцієнт зональності, який характеризує вплив на паспортну пропускну здатність зернозбирального комбайна реальних виробничих умов його машиновикористання з врахуванням виду і сорту зернової сільськогосподарської культури, її стану і у відповідності з моніторингом умов збирання збіжжя.

Залежно від регіону збирання K_z = 0,4...1,0. Його наявність свідчить, що не можна в розрахунках парку враховувати лише паспортну пропускну спроможність комбайна. В реальних умовах експлуатації вона набагато менша. Розрахункові значення K_{uz} щодо різних умов виробничого циклу зернових наведено у таблиці 1 (видовий коефіцієнт впливу вологості соломи K_{vs}; видовий коефіцієнт впливу засміченості стебел K_{sp}; видовий коефіцієнт впливу полеглості стебел K_{pp}; видовий коефіцієнт впливу нерівномірності врожаю за довжиною гону K_{zn}; узагальнений коефіцієнт K_{uz}).

Таблиця 1

Значення K_{uz} щодо різних умов виробничого циклу зернових

Видові коефіцієнти впливу				K_{uz}
K_{vs}	K_{sp}	K_{pp}	K_{zn}	
0,96	0,954	0,93	0,96	0,82
0,95	0,95	0,92	0,96	0,80
0,98	0,96	0,95	0,95	0,85
0,92	0,93	0,9	0,92	0,71
0,92	0,93	0,9	0,92	0,71
0,98	0,98	0,98	0,98	0,92
0,98	0,98	0,98	0,98	0,92
1,00	0,95	0,98	0,96	0,89
0,95	0,95	0,93	0,97	0,82
0,95	0,95	0,93	0,97	0,81
0,97	0,97	0,95	0,95	0,85
0,93	0,93	0,93	0,94	0,76
0,93	0,93	0,92	0,95	0,76
0,93	0,93	0,92	0,95	0,76
0,92	0,93	0,95	0,96	0,78
0,92	0,93	0,95	0,96	0,78
0,95	0,93	0,93	0,96	0,79
0,92	0,90	0,90	0,90	0,67
0,92	0,90	0,90	0,90	0,67
0,92	0,90	0,90	0,90	0,67

П’яте концептуальне вихідне положення. Комбайни за їх пропускною спроможністю в модельному ряді для конкретного виробничому циклі розподіляють, виходячи з діапазону гранично допустимих пропускних здібностей за положенням четвертого концептуального вихідного положення.

Звідси випливає, що якщо збиральний зерновий фон агропідприємства рівний, рівномірний за врожайністю зерна та соломи, можна обійтися одним-двома класами комбайнів. Якщо ж розподіл полів у виробничому циклі агропідприємства за врожайністю нерівномірний із великою різницею між крайніми значеннями, то необхідно навіть у окремому агропідприємства мати комбайни не менше двох-трьох класів.

Шосте концептуальне вихідне положення. При обгрунтуванні парку слід обов’язково враховувати не тільки пропускну здатність або клас зернозбирального комбайна, але і всі технологічні операції, пов’язані з його роботою: спосіб збирання зерна (прямий або роздільний) та соломи (валковий, потоковий, копичевий, мульчуючий), вплив комплектації зернозбирального комбайна на його продуктивність.

Технологія збирання істотно впливає на продуктивність комбайна, яка на підборі валків на 12-15% і до 20% вища, ніж на прямому комбайнаванні.

Якщо продуктивність комбайна при валковій технології збирання соломи прийняти за 1, то за копінної – 0,9, мульчуючою – 0,85, потокової – 0,75.

Продуктивність комбайна значно залежить від способу транспортування зерна (і особливо від організації транспортних робіт), а також коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни $T_{екс}$.

Сьоме концептуальне вихідне положення. При обгрунтуванні оптимального комбайнового парку слід користуватися статично достовірними результатами багаторічних випробувань комбайнів-аналогів з оцінки їх експлуатаційної продуктивності, витрат палива, якості зерна, впливу втрат, реальних відрахувань на реновацію, ремонт, технічне обслуговування у різних виробничих умовах збирання зернового збіжжя, а також нормативних документів технічними умовами, що виключає випадки суб’єктивного підбору вихідної бази даних.

Восьме концептуальне вихідне положення. Оптимальний варіант комбайнового парку може бути отриманий після порівняння кількох альтернативних варіантів для конкретних умов прибирання за натуральними та економічними критеріями ефективності. Натуральними критеріями можуть бути: сезонна продуктивність, витрата паливо-мастильних матеріалів, матеріаломісткість машин на гектар або тону зерна, що збирається, термін збирання певного масиву посівів, загальна потреба в робочій силі, енерговитрати і сезонний намолот зерна. Економічні критерії – експлуатаційні витрати, собівартість тони зібраного зерна, термін окупності збиральної техніки, прибуток, дохід, дисконтований дохід.

Дев’яте концептуальне вихідне положення. Варіабельність умов збирання зернового збіжжя за умов виробничого цикл, і навіть по полях окремого агропідприємства, необхідність обліку різнопланової бази даних за нормативними та паспортними показниками збиральних машин та багатьма іншими агротехнічними та технологічними факторами, багатокритеріальність оцінки технологій та машин не дозволяють вирішити поставлене завдання простими розрахунковими операціями. Потрібні спеціальні комп'ютерні програми з можливістю реалізації режиму адаптивність з особою, яка приймає рішення.

Десяте концептуальне вихідне положення. Національну потреба в зернозбиральних комбайнах і розподіл їх за класами знаходять як суму цих даних щодо окремих виробничих умов збирання. Клас зернозбирального комбайна та його теоретичну пропускну спроможність визначили за запропоновами положеннями.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Р. Р. Шатров
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Методичні підходи оцінки ефективності використання зернозбиральних комбайнів передбачають найрізноманітніші питомі та абсолютні критерії оцінки. У більшості з них в якості складової цієї оцінки пропонуються прямі експлуатаційні витрати збирання зернових культур.

При розрахунку цих витрат амортизація нараховується за правилами бухгалтерського обліку: балансова вартість комбайна поділена на нормативний термін його служби. Такий підхід не відображає реальний стан зносу комбайна в конкретному підприємстві. Слідуючи з нього, для забезпечення ефективності комбайн повинен експлуатуватися з максимальним сезонним навантаженням.

Розрахунок по подібним методикам дає уявну ефективність комбайнів з 2...3-х нормативним річним напрацюванням, абсолютно не зважаючи на те, що фактичний термін його служби буде набагато менше нормативного. Наслідки такого обґрунтування видно на прикладі машинно-технологічних станцій. Так створена в період 2020...2021 років, забезпечувала для комбайнів Славутич щорічно 600...900 га оброблюючої площі зернових, круп'яних культур і соняшнику. В результаті вже в 2021 році більшість комбайнів внаслідок вичерпання ресурсу не могла ефективно використовуватися.

Стосовно до комбайнового збирання втрати технологічного ефекту викликані наступними видами втрат:

- втрати зерна за комбайном в ході технологічного процесу збирання (втрати за жаткою і молотаркою комбайна);
- втрати від дроблення і засмічення бункерного зерна;
- втрати, пов'язані з перевищенням агро терміну збиральних робіт.

Існуючі методичні підходи не дозволяють досить повно оцінювати втрати технологічного ефекту комбайнового збирання зернових культур стосовно до конкретних мінливих умов аграрного товаровиробника. Багато з них взагалі нехтують урахуванням цього вагомого чинника, що природно відбивається на достовірності отриманих результатів.

Сучасні техніко-економічні моделі оцінки ефективності використання зернозбиральних комбайнів будуються на гіпотезі, що основні експлуатаційні показники залишаються незмінними протягом всього терміну служби.

Займаючись дослідженнями в цьому напрямку необхідно проводити постійний моніторинг роботи зернозбиральних комбайнів. Обсяг наявної інформації дозволяє оцінити зміну показників надійності комбайнів «Дон-1500» в процесі його використання у споживача.

Як показують дослідження, висока надійність спостерігається у комбайнів Славутич при напрацюванні до 300 годин. У цьому інтервалі коефіцієнт готовності комбайнів становить 0,9...0,95, а напрацювання на відмову зменшується з 29 годин до 18 годин. Для даного інтервалу характерні відмови, в основному, першої та другої групи складності.

В інтервалі напрацювання 300...825 годин відбувається зниження коефіцієнта готовності комбайнів до 0,7. Тут спостерігаються відмови першої, другої і третьої групи складності наступних агрегатів: гідростатичної трансмісії, основної і рульової гідросистеми, елементів жатки і підбирача, копичника, кінематичних передач, сепаруючих органів, електричної системи та кондиціонера. У цьому інтервалі відбувається значне збільшення інтенсивності відмов і, як наслідок, зменшується напрацювання на відмову до 4,9 години.

При подальшій експлуатації комбайнів, напрацювання 825... +1275 годин, їх надійність продовжує знижуватися. Це в основному виражається в зниженні коефіцієнта готовності до 0,57. Напрацювання на відмову при цьому стабілізується і становить 4,5...4,9 години. Для цього періоду характерна поява відмов базових вузлів і агрегатів.

Виконаний моніторинг надійності також показує значну зміну витрат на технічне обслуговування і ремонт в залежності від виробленого ресурсу зернозбирального комбайна. Ці витрати для комбайнів відпрацьованих понад 1300...1500 годин на порядок вище, ніж у нових комбайнів, напрацювання до 300 годин.

Аналогічна зміна характерна і для показників якості технологічного процесу. Втрати зерна за комбайнами старше 10 років в 2,5…3 рази перевищують втрати за новими комбайнами.

Таким чином, дослідження доводять значну зміну показників надійності і якості роботи зернозбиральних комбайнів «Дон-1500» в процесі повного циклу їх використання у аграрного товаровиробника. З великим ступенем ймовірності можна стверджувати, що подібна зміна характерна і для інших марок вітчизняних та зарубіжних комбайнів. Ігнорування цього об'єктивного явища в моделях оцінки ефективності використання зернозбиральних комбайнів призводить до істотного зниження їх точності та достовірності.

Сучасний ринок зернозбиральних комбайнів насичений різноманітними моделями різних вітчизняних і зарубіжних виробників. Рекламуючи свою продукцію, фірми надають досить великий перелік показників випущених комбайнів. Аналогічні дані надають практично всі виробники зернозбиральних комбайнів. Як видно, в цьому переліку відсутні показники надійності і якості виконання технологічного процесу. А як раз ці показники поряд з продуктивністю і вартістю комбайна визначають його ефективність у споживача.

Зазначені дані можна отримати з протоколів випробувань зернозбиральних комбайнів на машино-випробувальних станціях (МВС), але вони є не по всім моделям комбайнів і відносяться до нових машин з обмеженим напрацюванням. Ситуація, що склалася також негативно відбивається на об'єктивності оцінки ефективності зернозбиральних комбайнів.

Таким чином, проведений вище короткий аналіз показує, що аграрний товаровиробник потребує в оперативних і достовірних методах та моделях оцінки комбайнового забезпечення збирання зернових культур. З іншого боку, існує ряд об'єктивних чинників, які не дозволяють з достатньою достовірністю використовувати для цих цілей існуючі методичні підходи.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ГРАНИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗБЕРЕЖУВАНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ НА ОСНОВІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВІДМОВ

І. М. Кузьмич
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Повна надійність сільськогосподарської техніки може бути визначена:

$$P_{\text{повн}} = P_n \cdot P_m \cdot P_e \tag{1}$$

де P_n – проектна (схемно-конструктивна) надійність;

P_m – технологічна надійність;

P_e – експлуатаційна надійність.

Розглянемо докладніше кожну зі складових формули (2.1).

1. P_n – проектна (схемно-конструктивна) надійність закладається розробниками при проектуванні і характеризує властивість сільськогосподарської техніки зберігати вихідні характеристики в заданих по ТУ межах, при змінах параметрів елементів, напруг і т.д. Вона визначається обраними матеріалами, їх властивостями та "сполучуваністю", прийнятої конструкції, компонуванням, ступенем взаємозв'язку і взаємовпливу компонентів.

З математичної точки зору проектування зводиться до максимізації функціоналу:

$$P = \int Z \prod_{i=1}^{n} f_i \left(x_i, M_i, Д_i, K_{ij}\right) dx, \tag{2}$$

де P – визначає ймовірність знаходження даної властивості в межах допуску (його стійкість);

$f_i \left(x_i, M_i, Д_i, K_{ij}\right)$ – закон розподілу j-го вхідного параметра;

V – область варіації вхідних параметрів;

x_i – поточне значення j-го вхідного параметра;

$M_i, Д_i, K_{ij}$ – характеристики положення, розсіювання і кореляції закону розподілу j-го вхідного параметра;

Z=1, якщо вихідні параметри відповідають поставленим вимогам;

Z=0, якщо хоча б один вихідний параметр не відповідає поставленим вимогам.

P_n оцінюється:

А) аналітично, шляхом складання та рішення рівнянь, описують роботу сільськогосподарської техніки з урахуванням впливу дрейфу параметрів компонентів, під впливом різного роду навантажень і старіння на вхідні параметри конструкції;

Б) експериментально, перевірка її роботи у відповідних навантажувальних умовах.

2. P_m – *технологічна надійність*, визначається оптимальністю обраної технології та ступенем її дотримання (якість контролю процесу) з урахуванням факторів, що впливають на параметри елементів (її надійність) в процесі виробництва.

Технологічна надійність оцінюється ймовірністю "внесення" (виникнення) дефекту в даний елемент (деталь) в ході виробничого процесу при певній технологічній операції і ймовірністю "невиявлення" даного виду (типу) дефекту при даній організації контролю.

$$P_m(d) = P_n(d)\, P_k(d) = \left\{exp\left[-\sum(d_i^{\phi}\, S_m^{\phi} P_i^{\phi}\right]\right\} P_i^n(d), \tag{3}$$

де $P_m(d)$ – ймовірність внесення дефекту в даний елемент і його невиявлення після всіх *j-х* операцій технологічного процесу $P_n(d)$ та *n-х* операцій контролю $P_k(d)$;

d_i^{ϕ} – середня щільність дефектів, внесених в даний елемент i - м технологічним механізмом при j -й операції;

S_m^{ϕ} – площа ділянки елемента, критичного до потрапляння дефекту;

P_i^{ϕ} – ймовірність внесення дефекту в елемент i - м механізмом при j-й операції;

P_m – залежить в основному від якості використовуваного обладнання, ступеня відпрацьованості технологічного процесу і його стабільності, якості використовуваних матеріалів, частоти їх обробки, точності підтримки параметрів техпроцесу, використовуваних методів контролю та його роздільної здатності (якості).

З огляду на випадковий характер більшості факторів і комплексів впливів, для дослідження, аналізу та розрахунку вихідних похибок елементів застосовуються статистичні методи, багатофакторний аналіз, рангова кореляція і т.д.

3. Складова P_e – *експлуатаційна надійність* визначає ймовірність безвідмовної роботи при експлуатації, в даних робочих режимах та умовах.

Безпосередній облік впливу режимів роботи і зовнішніх навантажень проводиться двома шляхами:

1) за допомогою введення при розрахунках на надійність різних навантажувальних коефіцієнтів як по режимах роботи ($K_{н.ел.}$ = 0,1 + 1), так із зовнішніх навантаженнях ($K_{н.вн.}$ = 1 + 10) для різних умов експлуатації (об'єктів);

2) найбільш повний облік впливу умов експлуатації на надійність для різних режимів експлуатації (зберігання, транспортування, технічне обслуговування, ремонт) проводиться за допомогою складання типового графіка життя виробу з урахуванням тимчасового інтервалу роботи виробу (Δt_i), у відповідній фазі життя, а також значень зовнішніх факторів (θ, a, F, ...) і режимів роботи (V, J, P) для кожної фази життя. На основі структурно-функціональної схеми і сформульованого поняття відмови (катастрофічного і параметричного) визначають відповідні значення інтенсивностей відмов та ймовірностей безвідмовної роботи для кінця кожного етапу (фази) життя виробу і повну (сумарну) ймовірність відмови (безвідмовної роботи) виробу.

У загальному випадку можна вважати, що при відповідному рівні проектування, виробництва та експлуатації P_n, P_m, P_e будуть високими або принаймні можна визначити на основі попередніх розрахунків, та оцінка надійності зернозбиральних комбайнів зводиться до оцінки її здібностей ($P_{\text{повн}}$) надійності.

Повна надійність буде складатися з надійності її (пасивних і активних) елементів, металізованих і зварних (паяних) з'єднань, корпусу та конструктивних елементів зернозбиральних комбайнів. У свою чергу, надійність кожного з відповідних елементів зернозбиральних комбайнів буде визначатися їх надійністю щодо відсутності параметричних (P'_n) і катастрофічних (P''_k) відмов.

А). *Параметричні відмови* викликаються зміною параметра елемента під впливом фізичних навантажень і внаслідок фізико-хімічних змін в матеріалі (явище старіння і зносу) елемента зернозбиральних комбайнів.

Ймовірність того, що значення вихідної величини y лежатиме в заданих межах:

$$y_{max} = \bar{y} + \Delta_y$$

$$y_{min} = \bar{y} - \Delta_y$$

$$P_0 = \frac{\bar{1}}{\delta_y \sqrt{2\pi}} \int_{\bar{y}-\Delta_y}^{\bar{\bar{y}}+\Delta_y} exp - \frac{[y - (\bar{y} + \Delta\bar{y})]^2}{2\delta^2 y} \, dy \, , \tag{4}$$

де $\bar{y}$ – середнє значення вихідної величини;

δ_y – середньоквадратичне значення вихідної величини;

$\Delta\bar{y}$ – приріст середнього значення вихідної величини внаслідок дії зовнішніх чинників і процесів старіння та зносів.

Значення збільшення середнього значення вихідної величини зазвичай можна представити у вигляді:

$$\Delta\bar{y} = \Delta\bar{y}' + \Delta\bar{y}'', \tag{5}$$

де $\Delta\bar{y}'$ – оборотні зміни, зникаючі при припиненні дії зовнішніх чинників;

$\Delta\bar{y}''$ – незворотні зміни, викликані процесами старіння.

Під впливом зміни зовнішніх впливів: температури ($\Delta\theta$), відносної вологості (ΔZ), прискорень (Δa) і т.д. відбувається зміна $\Delta\bar{y}'$та $\Delta\bar{y}''$.

$$\Delta\bar{y}' = \frac{\partial(\Delta\bar{y}')}{\partial\theta}\Delta\theta + \frac{\partial(\Delta\bar{y}')}{\partial Z}\Delta Z + \frac{\partial(\Delta\bar{y}')}{\partial a}\Delta a + \cdots = S'_\theta\Delta\theta + S'_Z\Delta Z + S'_a\Delta a + \cdots,$$

$$\Delta\bar{y}'' = \frac{\partial(\Delta\bar{y}'')}{\partial t}t + \frac{\partial(\Delta\bar{y}'')}{\partial N}N, \tag{6}$$

де t – час роботи техніки;

N – число циклів роботи техніки.

Таким чином, знаючи для даної сільськогосподарської техніки значення $\frac{\partial(\Delta\bar{y}')}{\partial\theta}; \frac{\partial(\Delta\bar{y}')}{\partial Z}; \frac{\partial(\Delta\bar{y}')}{\partial a}; \ldots t, N$ і величини зміни зовнішніх впливів $\Delta\theta = \theta_p - \theta_0$; $\Delta z = z_p - z_n$, можна знайти значення $\Delta\bar{y}'$ та $\Delta\bar{y}''$, зумовлені зміною умов роботи.

Б). Причина виникнення *катастрофічних* (раптових, повних) відмов криється в перевищенні діючими навантаженнями критичних значень механічної, електричної або теплової міцності, гранично допустимих для даного матеріалу або елемента.

Розподіл критичного параметра для матеріалу, що визначає його механічну (напруга розриву, відшаровування, ... x-P_m), електричну (напруженість електричного поля при тепловому пробої $x = E_{кр}$) або теплову (температура плавлення $x = \theta_n$ або випаровування $x = \theta_n$) міцність, підпорядковується зазвичай нормальному закону:

$$\frac{dq}{dx} = \frac{\bar{1}}{\delta\sqrt{2\pi}} \exp - \frac{\left(x - \bar{x}_{\text{кр}}\right)^2}{2\delta^2}. \quad (7)$$

При цьому робочі значення параметра x_p беруться значно менші середнього значення критичного параметра $\bar{x}_{\text{кр}}$, так щоб забезпечувалася надмірність по даному параметру (P_m ,θ_n ,$E_{кр}$), визначається або як запас міцності:

$$\Delta x = \bar{x}_{\text{кр}} - x_{\text{р}} \ ,$$

або як коефіцієнт запасу міцності:

$$\text{К}_{\text{з}} = \frac{\bar{x}_{\text{кр}}}{x_{\text{р}}}.$$

Внаслідок впливу фізико-хімічних процесів і внутрішніх змін в обсязі і на поверхні матеріалу (процесів дифузії, випаровування, корозії, впливу внутрішніх напружень) та під впливом зовнішніх навантажень (температури, вологості, прискорень ...) відбувається зміна запасу міцності Δx. Ймовірність відмови елемента сільськогосподарської техніки визначається співвідношенням між його конструктивно- технологічною (вихідною) міцністю і навантаженнями, які даний матеріал витримує при експлуатації.

Припустимо, що досліджувана частина деталі знаходиться під дією постійного механічного навантаження, що викликає напруження $P_в$. У загальному випадку значення $P_в < P_a$, *де* P_a – значення вихідної міцності матеріалу (елемента). Однак внаслідок того, що значення вихідної міцності для даного матеріалу або елемента не є строго постійною величиною, а має діапазон близько деякого середнього значення P_a, залежить від якості вихідного матеріалу, конструкції і технології виготовлення та підкоряється зазвичай нормальному або логарифмічно-нормальному розподілу, існують такі значення P_a , які будуть менші діючого навантаження $P_в$. У цьому випадку ймовірність відмови при даному діючому навантаженні $P_в$ визначається:

$$q = \int_{-\infty}^{-P_{\text{в}}} \left(\frac{dq}{d\bar{p}}\right) dp = \frac{\bar{1}}{\delta\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{P_a = P_{\text{в}}} l^{\frac{(P_{\text{в}} - \bar{P}_a)}{2\delta^2 p}} dp, \quad (8)$$

а інтенсивність відмов:

$$\lambda_t = \frac{dq}{d(\Delta p)} \cdot \frac{d(\Delta p)}{dt},$$

де $\Delta p = P_a - P_{\text{в}}$ – запас по міцності, різниця між середнім значенням вихідної міцності та діючим навантаженням.

Величина діючого навантаження $P_{\text{в}}$ часто також не залишається постійною, а змінюється близько деякого середнього значення $\bar{P}_{\text{в}}$. Зазвичай можна вважати, що відхилення відповідають нормальному закону.

Тоді ймовірність того, що $P_a > P_{\text{в}}$, тобто $\Delta P = P_a - P_{\text{в}} > 0$, визначається:

$$P(P_a > P_в) = \frac{1}{\delta_\Sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{P_a=P_в} l^{\frac{[\Delta P-(\bar{P}_a-\bar{P}_в)]^2}{2\delta_\Sigma^2}}$$

$$d(\Delta P) = \phi\left(\frac{\bar{P}_a-\bar{P}_в}{\delta_\Sigma}\right)0{,}5 \qquad (9)$$

де $(\bar{P}_a - \bar{P}_в) = \Delta\bar{p}$ і $\delta_\Sigma = \sqrt{\delta_а^2 + \delta_в^2}$

На практиці при експлуатації завжди прагнуть зменшити величину ймовірності відмови q.

Щоб домогтися цього, найменша величина міцності елемента (матеріалу) $P_{a_{мін}}$ повинна бути більше найбільшої очікуваної величини навантаження $P_{в_{макс}}$.

Якщо припустити, що розподіл міцності P_a і навантаження ($P_в$) підкоряються нормальному закону, то необхідно вимагати, щоб

$$\left[E(\bar{P}_a) - 3\delta_{р_а}\right] > \left[E(\bar{P}_в) - 3\delta_{р_в}\right] \qquad (10)$$

або $\frac{P_{a_{мін}}}{P_{в_{макс}}} = К_з$ з урахуванням вимоги габаритів, ваги, вартості тощо.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ДІАГНОСТИЧНИМИ ОЗНАКАМИ ТА ПАРАМЕТРАМИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ САМОХІДНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ

І. С. Любченко
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

Визначення функціональних зв'язків між діагностичними ознаками та параметрами технічного стану самохідних обприскувачів можна провести двома методами експериментальним та теоретичним.

Проведення експериментальних досліджень характеризується великою кількістю випробувань самохідних обприскувачів. Необхідно послідовно варіювати значення параметрів технічного стану самохідних обприскувачів з мінімальним кроком, при цьому вимірювати діагностичні ознаки самохідних обприскувачів. Для більшої об'єктивності необхідно виконувати з максимально малим кроком. Враховуючи великий обсяг як параметрів технічного стану (далі – ПТС), так і діагностичних ознак (далі – ДО) їх характеризуючих випробування самохідних обприскувачів будуть тривалими в часі та трудомісткими (рис. 1). Теоретичний метод має на увазі використання розрахункових методів, що значно полегшує роботу дослідника. У зв'язку з вищевикладеним найбільшу перевагу надається теоретичному методу.

Теоретичний метод у тому, що у першому етапі визначаються параметри технічного стану самохідних обприскувачів, значення яких варіюються у діапазоні від мінімальних до максимальних значень. При цьому для кожного і – значення параметра технічного стану самохідних обприскувачів розраховуються характеристики. Це виконується за допомогою розробленої математичної моделі процесу функціонування самохідних обприскувачів.

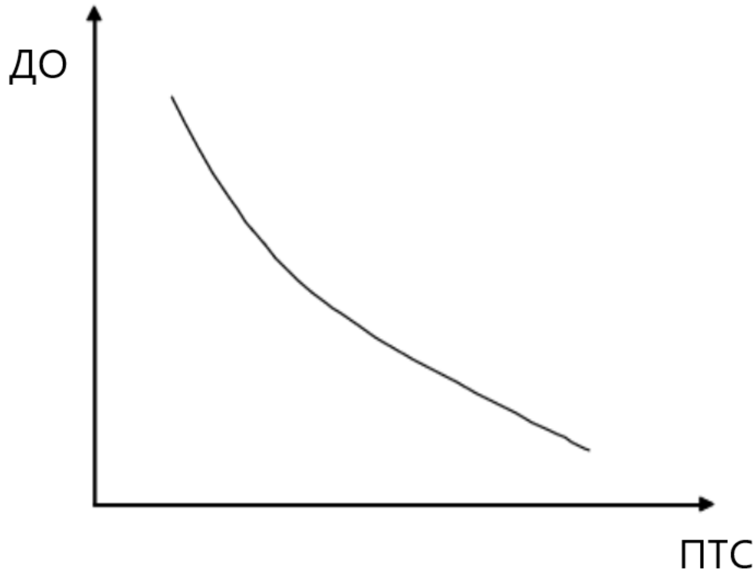


Рис. 1. Функціональний зв'язок між ДО та ПТС самохідних обприскувачів.

Потім проводилася апроксимація отриманих залежностей.

Апроксимація проводилася за методом найменших квадратів згідно з виразом:

$$Y = b + C_1 \cdot Q + C_2 \cdot Q^2 + C_3 \cdot Q^3 + ... + C_6 \cdot Q^6, \tag{1}$$

де: b і C1...C6 – константи, Q – параметри технічного стану.

Достовірність апроксимації оцінювалася коефіцієнтом достовірності апроксимації R^2, величина якого визначалася за виразом (1):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Y_i - Y_i^2)^2}{\left(\sum Y_i^2\right) - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{n}}, \tag{2}$$

де: Y_i^2 – емпіричні значення діагностичних ознак;

Y_i – теоретичні значення діагностичних ознак;

n – число пар теоретичних та емпіричних значень.

Для використання у дослідженнях математичної моделі процесу функціонування самохідних обприскувачів необхідно перевірити її адекватність. За допомогою програми розробленої в середовищі MatLab для кожної точки експериментальних характеристик була знайдена дисперсія відтворюваності:

$$S^2_{відт} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{y})^2 \, , \qquad (3)$$

де: n – число виконаних дослідів визначення дисперсії відтворюваності,

y_i – значення досліджуваного вихідного параметра, отримане при і-експерименті;

y – середнє значення параметра вихідний характеристики.

Після чого була визначена дисперсія адекватності, що показує ступінь розсіяння результатів розрахунку моделі від даних конкретного експерименту:

$$S^2_{ад} = \frac{1}{n-K}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{y_i})^2 \qquad (4)$$

де: n – число досліджуваних точок однієї з реалізації експериментальних характеристик;

K – число коефіцієнтів, знайдених при апроксимації розрахункової характеристики;

y_i – значення j-точки експерименту;

y – розрахункове значення j-точки.

Відношення знайдених дисперсій є розрахунковим значенням критерію перевірки адекватності математичної моделі (критерій Фішера):

$$F = \frac{S^2_{ad}}{S^2_{відт}} \qquad (5)$$

Задавшись 5% рівнем значимості визначимо кожної точки характеристики табличне значення критерію Фішера, і порівняємо його з результатом розрахунку. При цьому кількість ступенів свободи критерію дорівнюватиме: v1=n-1 і v2=n-K.

У випадку якщо розрахункове значення критерію буде більшим за табличне:

$$F > F^{T}_{(v1,v2,5\%)} \, . \qquad (6)$$

Вважаємо, що модель значимо визначає результати експерименту, тобто є адекватною. Якщо вищенаведена умова не виконується, модель визнається неадекватною і вимагає подальшого доопрацювання.

Для того, щоб судити про технічний стан системи самохідних обприскувачів, необхідно здійснити нормування діагностичних ознак.

На характеристиках перемикання передач виділяють області локальних діагнозів, на яких у свою чергу відзначають всі діагностичні ознаки. Вибрані діагностичні ознаки необхідно нормувати так, як вони мають функціональні зв'язки. Діапазони варіювання параметрів технічного стану визначалися відповідно до технічної документації заводу – виробника, а також результати та рекомендації попередніх робіт.

Нормування проводиться за такою методикою:

1. За допомогою математичної моделі визначаються залежності між параметрами технічного стану та діагностичними ознаками самохідних обприскувачів, що перетворюються на графічні.
2. За допомогою апроксимації отриманих графічних залежностей визначаються рівняння зв'язків діагностичних ознак із параметрами технічного стану системи самохідних обприскувачів.
3. Рівняння зв'язків вирішуються для конкретних нормативних значень параметрів технічного стану самохідних обприскувачів і, таким чином, визначають нормативні значення діагностичних ознак самохідних обприскувачів.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МЕТОД ЛІНІЙНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ДІАГНОСТУВАННЯМ ВІДЕОЕНДОСКОПІЄЮ

О. В. Швидун
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Метод лінійного прогнозування найпростіший і полягає в тому, що умови експлуатації зернозбиральних комбайнів приймають незмінними, а залежність зміни параметра від часу роботи – лінійною. Завдяки цим допущенням для одержання прогнозу досить знати лише такі величини: наробіток з початку експлуатації (Тн), номінальне (Пн), граничне (Пг) та фактичне (Пі) значення параметрів.

Формула для лінійного прогнозування має вигляд:

$$T_{зал} = T_{н} \frac{R_{зал}}{R_{вик}}$$

де $R_{зал}$ та $R_{вик}$ – коефіцієнти залишкового та використаного ресурсу,

Приклад. Наробіток циліндро-поршневої групи двигуна Д-240 становить 1000 мотогодин, а витрата газів через ущільнення дорівнює 60 л/хв. Для двигуна номінальне значення становить 28 л/хв. а граничне – 90 л/хв. Визначити прогноз безвідказної роботи, Коефіцієнт залишкового ресурсу становить:

$$R_{зал} = \frac{90 - 60}{90 - 28} = 0{,}483$$

Відповідно $R_{вик}$ = 1 - 0,483 = 0,517.

Тоді прогноз:

$$T_{зал} = 1000\frac{0{,}483}{0{,}517} = 934$$

Таким чином, ущільнення циліндро-поршневої групи двигуна треба ремонтувати через 934 мотогодини.

Лінійний метод прогнозування можна застосовувати під час виконання прогнозування параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів діагностуванням відеоендоскопією для визначення приблизного строку роботи окремих агрегатів до ремонту. Завдяки цим даним поліпшуються умови планування технічного обслуговування та ремонтів зернозбиральних комбайнів.

УДК 631:86:631.17
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

USE MODED BAR OF VARIABLE CROSS SECTION IN VIBRATION ANALYSIS OF TELESCOPIC BOOM SYSTEM OF MASHINES

I. M. Sivak, PhD
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

To analyze the kinds of oscillations (longitudinal, twisting and bending) telescopic boom mashines systems should take into account the fact that the weight is distributed along the arrows (core) and core section is variable along its length.

In this case, instead of, for example, the classical equation of longitudinal vibrations (when constant-section rod) must come from one of the following equations:

$$c^2 \cdot \frac{\partial}{\partial x}\left(S \cdot \frac{\partial u}{\partial x}\right) = S \cdot \left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\right), \tag{1}$$

where: c – velocity of longitudinal vibrations propagating in the core, S - area of its cross section $S = S(x)$ $u = u(x, t)$ – Longitudinal movement of arbitrary cross-section of the rod, x – longitudinal coordinate (along the core axis), t - time.

Equation core twisting oscillations should be considered as:

$$c_1^2 \cdot \frac{\partial}{\partial x}\left(I \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x}\right) = I \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2}, \tag{2}$$

where: c_1 – speed twisting waves propagating in the core, I – polar moment of inertia of the rod, $I = I(x)$, $\varphi = \varphi(x, t)$ – angle cross-section of the rod relative to its axis (x in any section of the rod).

Equation transverse (bending) oscillations of the rod should be seen in the following form:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(EI\cdot\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}\right)=-m\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}, \tag{3}$$

where: EI – bending stiffness of the rod, EI = EI (x), m - weight rod, y (x, t) – arbitrary displacement rod section (x) in the direction perpendicular to its axis.

It should be noted that the equations (1)-(3) using similar substitutions could lead to ordinary differential equations for the function X (x):

$$(S\cdot X')'+\frac{p^2}{c^2}\cdot S\cdot X=0;\ (I\cdot X')'+\frac{p^2}{c_1^2}\cdot I\cdot X=0; \tag{4}$$

$$(E\cdot I\cdot X'')''-mp^2\cdot X=0,$$

bar near where function means differentiation with respect to spatial coordinates x, and the other equation for the function T (t).

Issued above equation (1)-(4) are variable factors dependent on x. Solution in closed form is available only in certain cases where the variable S (x), I (x), J (x) by special dependency and, in general, is the transition to approximate methods (where J (x) – point inertia in the core section x, and E – in the above (3) is elastic modulus (Young's) core material). Some of these approximate methods are set forth below in connection with the need to analyze and improve methods for calculating the different types of vibrations that occur in the core variable section within review telescopic jib cranes as such systems with discrete – continuum properties.

Basic models of telescopic boom cranes investigated in [1]. However, the authors of these works use models with lumped parameters (ie discrete model) and do not include distributed properties of the systems. The authors of this study, it is advisable to use approaches developed in [2] for a comprehensive analysis is continual (distributed) properties telescopic jib cranes systems.

Below are justified and some methods of approximate solutions of bending vibration rods constant and variable section that allow variables to investigate fluctuations telescopic jib cranes systems.

1. Vereshchagin method (for permanent core section).

Composition and solve the differential equation of free oscillations console (model telescopic boom cranes system that is in operation (the unfolded throughout dovzhnynu state). We use the approach of [3]. We believe that the ends (free) console is a load, which has finite moment of inertia (Fig. 1 a), in addition, neglect beam weight compared to the weight of cargo. Fig. 1 introduced the following notation: l – the length of the console, EI – its bending stiffness, m – weight cargo, ϱ – its radius of inertia.

The proposed system has two degrees of freedom of movement, and generalized coordinates for convenient and appropriate to choose a console deflection and rotation angle φ end console (Figure 1b).

For the purposes of differential equations of motion and use the reverse method, consider bending lagless skeleton, which is shown in Fig. 1.

External forces are inertia load -m · ϱ2·. then:$\ddot{\varphi}$

$$y = \cdot\ \delta 11\text{-}m\varrho 2\ \cdot,\ \varphi = -\ m\ \cdot\cdot\ \delta 12\text{-}\ m\varrho 2\ \cdot\cdot. -\ddot{m}\cdot y\ddot{\varphi}\cdot\delta_{12}\ddot{y}\ddot{\varphi}\delta_{22} \tag{5}$$

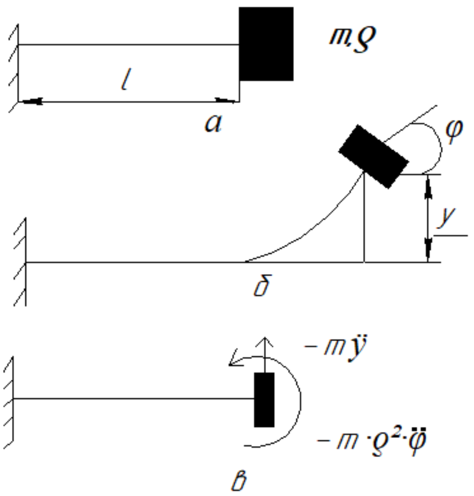


Fig. 1. Diagram console by Vereshchagin.

This point was over a function of mean differentiation over time t.

Factors influence δ11, δ12, δ21, δ22 available methods of strength of materials, for example, using the formula Vereshchagin. In this case, they are expressed as follows:

$$\delta_{11} = \frac{l^3}{3EI}, \delta_{12} = \frac{l^2}{2EI}, \delta_{22} = \frac{l}{EI}. \quad (6)$$

Thus the differential equations of motion take the form:

$$\begin{cases} m \cdot \ddot{y} \cdot \frac{l^3}{3EI} + m\varrho^2 \cdot \ddot{\varphi} \cdot \frac{l^2}{2EI} + y = 0; \\ m \cdot \ddot{y} \cdot \frac{l^2}{2EI} + m\varrho^2 \cdot \ddot{\varphi} \cdot \frac{l}{EI} + \varphi = 0; \end{cases} \quad (7)$$

Partial solution (7) provided (stability criterion) Sylvester equilibrium for the considered system (consider this criterion is met) can be written as:

$$q_j = \cdot \sin(kt + \alpha), j = (1, 2).A_j \quad (8)$$

These expressions described monoharmonic oscillatory mode with frequency k, the total for all coordinates (ie y and φ). (Note that when the Sylvester criterion system which is derived from the equilibrium, provides free oscillations) q_j.

Substituting (8) in the differential equation (7), we obtain a homogeneous system:

$$\begin{cases} \left(\frac{ml^3}{3EI} \cdot k^2 - 1\right) \cdot m\varrho^2 \cdot \frac{l^2}{2EI} \cdot k^2 \cdot A_2 = 0; \\ \frac{ml^2}{2EI} \cdot k^2 \cdot A_1 + \left(\frac{m\varrho^2 \cdot l}{EI} \cdot k^2 - 1\right) \cdot A_2 = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Equating to zero the determinant of the system (9), we obtain the following frequency equation:

$$\frac{m^2\varrho^2 l^4}{12 \cdot (EI)^2} \cdot k^4 - \left(\frac{m\varrho^2 l}{EI} + \frac{ml^3}{3EI}\right) \cdot k^2 + 1 = 0. \quad (10)$$

Its roots have the following form:

$$k_{1,2}^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(\frac{mϱ^2\, l}{EI} + \frac{ml^3}{3EI}\right)}{\left[\frac{m^2ϱ^2 l^4}{12\cdot(EI)^2}\right]} \pm \left\{\frac{1}{4} \cdot \frac{\left(\frac{mϱ^2 l}{EI} + \frac{ml^3}{3EI}\right)^2}{\left[\frac{m^2ϱ^2 l^4}{12\cdot(EI)^2}\right]^2} - \left[\frac{m^2ϱ^2 l^4}{12\cdot(EI)^2}\right]^{-1}\right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (11)$$

ϱ << 1 have from (11):

$$k_1^2 \approx \frac{3EI}{ml^3}\left(1 - \frac{qϱ^2}{4l^2}\right);\; k_2^2 \approx \frac{qEI}{ml^3} \cdot \left(1 + \frac{ul^2}{qϱ^2}\right). \quad (12)$$

To find their own forms of oscillations of the system will create relationship (A1 / A2) from the first equation of (9):

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{(1 - \frac{ml^3}{3EI} \cdot k^2)}{(mϱ^2 \cdot \frac{l^2}{2EI} \cdot k^2)}. \quad (13)$$

Substituting here each of the found values and higher (by formulas (11) or (12) $k_1^2 k_2^2$ have:

$$x_{21} = \approx; \approx - \frac{A_{21}}{A_{11}} \frac{3}{2l} x_{22} = \frac{A_{22}}{A12} \frac{2l}{3ϱ^2}. \quad (14)$$

These value (14) characterizing their two farms (Fig. 2, b).

As shown in Figure 2, the first own farm has a relatively low load angle and the second form - relatively small deflection end of the console.

Find the data traffic law system if its equilibrium is disturbed is applied to the center of gravity of the cargo instant momentum $\tilde{s}$.

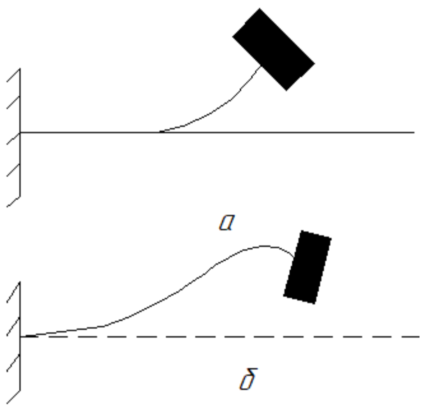


Fig. 2. Proper form fluctuations Console.

In this case, the initial conditions must be formulated as follows:

$$y\ (0) = 0,\ (0) =,\ \varphi\ (0) = 0 = 0.\dot{y}\frac{\tilde{S}}{m}\dot{\varphi}. \quad (15)$$

General solution now looks like:

$$\begin{cases} y = A_{11} \cdot sin(k_1 \cdot t + \alpha_1) + A_{12} \cdot sin(k_2 t + \alpha_2) \\ \varphi = A_{21} \cdot sin(k_1\, t + \alpha_1) + A_{22} \cdot sin(k_2 t + \alpha_2) \end{cases} \quad (16)$$

Substituting here from (16) found the ratio of amplitudes (14), we find:

$$\left\{\begin{array}{c} y = A_{11} \cdot sin(k_1 t + \alpha_1) + \\ +A_{12} \cdot sin(k_2\, t + \alpha_2), \\ \varphi = \frac{3}{2l} \cdot A_{11} \cdot sin(k_1 t + \alpha_1) - \\ -\frac{2l}{3\varrho^2} \cdot A_{12} \cdot sin(k_2\, t + \alpha_2)\,. \end{array}\right\} \quad (17)$$

To determine the four unknowns use the above initial conditions (15) $A_{11}, A_{12}, \alpha_1, \alpha_2$:

$$\left\{\begin{array}{c} A_{11} \cdot sin\alpha_1 + A_{12} \cdot \\ \sin \quad \alpha_2 = 0;\ \frac{3}{2l} \cdot A_{11} \cdot sin\alpha_1 - \\ -\frac{2l}{3\varrho^2} \cdot A_{12} \cdot \sin\alpha_2 = 0; \\ A_{11} \cdot k_1 \cdot cos\alpha_1 + A_{12} \cdot k_2 \cdot cos\alpha_2 = \\ = \frac{\tilde{s}}{m};\ \frac{3}{2l} \cdot A_{11} \cdot k_1 \cdot cos\alpha_1 - \\ -\frac{2l}{3\varrho^2} \cdot A_{12} \cdot k_2 \cdot cos\alpha_2 = 0. \end{array}\right\} \quad (18)$$

Hence we find:

$$A_{11} = \frac{\tilde{s}\cdot l^2}{\sqrt{3mlEI}}, A_{12} = \frac{q\tilde{s}\cdot \varrho^2}{8l\cdot\sqrt{mlEI}}, \alpha_1 = 0;\ \alpha_2 = 0. \quad (19)$$

Accordingly, the motion is described by the equations:

$$\left\{\begin{array}{l} y(t) = \frac{\tilde{s}\cdot l^2}{\sqrt{mlEI}} \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot sink_1 t + \frac{9}{8} \cdot \frac{\varrho^3}{l^3} \cdot sink_2 t\right]; \\ \varphi\,(t) = \frac{\tilde{S}\cdot l}{\sqrt{mlEI}} \cdot \left[\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot sin\, k_1 t - \frac{3}{4} \cdot \frac{\varrho}{l} \cdot sin\, k_2\, t\right]. \end{array}\right\} \quad (20)$$

2. Ritz method.

Wonder several functions, (x), ..., (x), each of which meets the geometric boundary conditions of the problem and form function f (x)$f_1(x) f_2 f_n$ as the sum of:

$$f\,(x) = ... + \cdot.\overline{c_1} \cdot f_1 + \overline{c_2} \cdot f_2 + \bar{c}_n f_n \quad (21)$$

Substituting the function (21) in Rayleigh formula:

$$p^2 = \frac{\int_0^l EI\cdot(f")^2 dx}{\left[\int_0^l mf^2 dx\right]}, \quad (22)$$

then the result will depend on the particular choice of ratios $\overline{c_1}, \overline{c_2}, ..., \overline{c_n}$.

Ritz method allows the use of a simple idea: coefficients $\overline{c_1}, \overline{c_2}, ..., \overline{c_n}$.

Must be chosen so that the calculation formula (22) would give the least importance to. Theorem Rayleigh follows that such a choice would be the best (if this system function) $p^2\ f_i$.

Minimum conditions have the form p^2:

$$\frac{\partial}{c_i}\left[\frac{\int_0^l EI\cdot(f")^2 dx}{\int_0^l mf^2 dx}\right] = 0\ (i = 1, 2, ..., n), \quad (23)$$

ie:

$$\left[\frac{\partial}{\partial\overline{c_1}} \int_0^l EI\,(f")^2\,dx\right] \cdot \left[\int_0^l mf^2\,dx\right] - \left[\frac{\partial}{\partial\overline{c_l}} \int_0^l mf^2 dx\right] \cdot \left[\int_0^l EI \cdot (f")^2 dx\right]. \quad (24)$$

Divide equation (24) integral to and including the formula (22)$\int_0^l mf^2\,dx$ have:

$$\frac{\partial}{\partial \bar{c}_i}\int_0^l [EI\cdot(f")^2 - p^2\cdot mf^2]\,dx = 0, i = 1, 2, \ldots, n. \qquad (25)$$

Equation (25) is relatively homogeneous and linear, ..., and their number is equal to the number of members of the expression (21). Equating to zero the determinant composed of coefficients at, ..., will have a frequency equation. This equation not only gives a good approximation for naymenschoyi frequency, but also identifies (but less accurate) value higher frequencies. It can be found as much frequency as components made in expression (21) $\bar{c}_1\bar{c}_2\bar{c}_1\bar{c}_2$.

Ritz method as Rayleigh method allows to solve the problem in the case of discontinuous functions and EI m, when these functions are different analytical expressions for different parts of the beam length / console.

Define by Ritz lowest natural frequency of transverse vibrations console variable section, which has a thickness equal to the conventional one.

Height varies linearly (Fig. 3):

$$h_x = x\cdot;\ \mathrm{I} = \frac{\mathrm{h}}{\mathrm{l}} h^3\cdot\frac{x^3}{(12l^3)}; m = \varrho h\cdot\frac{x}{l}. \qquad (26)$$

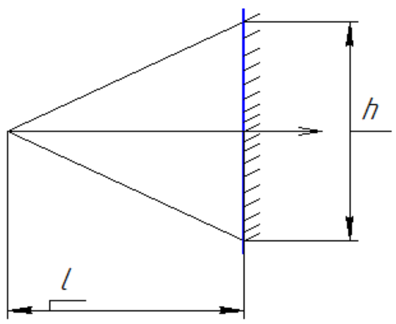


Fig. 3. Diagram console (26).

For the approach of looking for solution of using:

$$f\,(x) = \bar{c}_1\cdot\left(1-\frac{x}{l}\right)^2 + \bar{c}_2\cdot x\cdot\frac{\left(1-\frac{x}{l}\right)^2}{l}. \qquad (27)$$

Each member of this example satisfies the boundary conditions of the problem:

$$f_1 = 0, f_2 = 0, f_1' = 0, f_2' = 0,\ x = 0. \qquad (28)$$

If limited to one member, then get Rayleigh method (error of about 3%):

$$p = 1,582h\cdot\frac{\sqrt{\frac{E}{\varrho}}}{l^2}. \qquad (29)$$

To get a better approximation, we take two terms of the expansion. Substituting them into expression (25), then we will have integral values:

$$h^3\cdot\frac{\left[(\bar{c}_1-2\bar{c}_2)^2+24\cdot\bar{c}_2\cdot\frac{(\bar{c}_1-2\bar{c}_2)}{5}+6\cdot\bar{c}_2^2\right]}{(12l^3)} - p^2\cdot\varrho hl\cdot\neq+0.\ \frac{\left(\frac{\bar{c}_1^2}{30}+\frac{2\bar{c}_1\bar{c}_2}{105}+\frac{\bar{c}_2^2}{280}\right)}{E} \qquad (30)$$

Differentiating the expression (30) on the first then on, we will have: $\bar{c}_1, \bar{c}_2$

$$\left.\begin{cases}\left[\frac{Eh^2}{(12\varrho l^4)}-\frac{p^2}{30}\right]\cdot\bar{c_1}+\left[\frac{Eh^2}{(20\varrho l^4)}-\frac{p^2}{105}\right]\cdot\ \bar{c_2}=0,\\ \left[\frac{Eh^2}{(12\varrho l^4)}-\frac{p^2}{105}\right]\cdot\bar{c_1}+\left[\frac{Eh^2}{(20\varrho l^4)}-\frac{p^2}{280}\right]\cdot\ \bar{c_2}=0.\end{cases}\right\}(31)$$

Equating to zero the determinant composed of coefficients of these equations (31), we obtain the equation frequency. Its roots:

$$p_1=1{,}536h\cdot;\frac{\sqrt{\frac{E}{\varrho}}}{l^2}p_2=4{,}994h\cdot\frac{\sqrt{\frac{E}{\varrho}}}{l^2}. \qquad (32)$$

Find the exact value differs by only 0,1% p_1.

3. Bubnov-Galerkin.

In the simplest version of the method according to equation (3) should be in place X (x) approximately expose selected expression f (x), which has one uncertain parameter and then form the equation:

$$\int_0^l[(E\cdot I\ \cdot f)\ -mp^2\cdot f]\,f dx=0. \qquad (33)$$

This equation expresses the vanishing of a possible work being done by force of elasticity and inertia of moving f (x).

If we take f (x) as (21) and examine each of the components (x), as a possible move then instead of (33) will have a ratio that expresses the vanishing of the possible:

$$\int_0^l[(EI\cdot f")"\ -\ mp^2\cdot f\ ]\cdot\ f_i\ \cdot dx=0, i=1,2\,\ldots.. \qquad (34)$$

Such equations can be written as many constituents have adopted the expression (21). Each of equations (34) and has a uniform uncertain size, ... in the first degree $\bar{c_1}\bar{c_2}$.

Equating to zero the determinant of the system (34), will have a frequency equation.

Bubnov-Galerkin has one feature, which refers to the boundary conditions. If the function (x) satisfy only geometric boundary conditions (as stated above, the following functions can be used in solving the problem Ritz method), then it can lead to significant errors in applying the Bubnov - Galerkin. If the selection of features not consider power boundary conditions (for example, to ignore the conditions and at the free end beams / console or on the rocker bearing condition), then it will implicitly acknowledged the existence of the ends of the beam boundary conditions, which in reality is not. This occurs $f_i f_i\ (x) f_i''=0 f_i'''=0\ f_i''=0$.

Error because the expression (34) will come nonexistent work effort. To compensate for the errors should subtract the left side of the expression (34) "extra" work of boundary conditions (collectively Bubnov - Galerkin). Usually do another take over functions previously not only geometric, but also force boundary conditions. With this feature by selecting Ritz and Galerkin give the same results.

Define Bubnov-Galerkin lowest incidence of transverse vibrations console discussed above in the preceding paragraph.

Accepted forms as fluctuations Console expression:

$$f(x) = \bar{c}_1 \cdot \left(1 - \frac{x}{l}\right)^2 + \bar{c}_2 \cdot x \cdot \frac{\left(1 - \frac{x}{l}\right)}{l}, \tag{35}$$

Satisfies a geometric conditions at the right end, and so force conditions on the left.

Differentiating f (x) twice, multiply by EI = E · differentiating twice and again, we will have $h^3 \frac{x^3}{(12l^3)}$:

$$(EI \cdot f'')'' = E \cdot . h^3 \frac{\left[(\bar{c}_1 - 2\bar{c}_2) \cdot x + 6\bar{c}_2 \cdot \frac{x^2}{l}\right]}{l^5} \tag{36}$$

Substituting this formula in (34), we find:

$$\int_0^l \left\{ \frac{Eh^3}{l^5} \cdot \left[(\bar{c}_1 - 2\bar{c}_2) \cdot x + \frac{6\,\bar{c}_2 \cdot x^2}{l} \right] - \frac{\varrho h p^2}{l} \cdot \left[\bar{c}_1 \cdot x \cdot \left(1 - \left(\frac{x}{l}\right)^2\right) + \bar{c}_2 \cdot \frac{x}{l} \cdot (1 - \frac{x}{l})^2 \right] \right\} \cdot \left(1 - \frac{x}{l}\right)^2 dx == 0, \tag{37}$$

$$\int_0^l \left\{ \frac{Eh^3}{l^5} \left[(\bar{c}_1 - 2\bar{c}_2) \cdot x + \frac{6\bar{c}_2\, x^2}{l} \right] - \frac{\varrho h p^2}{l} \cdot \left[\bar{c}_1 \cdot x \cdot \left(1 - \frac{x}{l}\right)^2 + \bar{c}_2 \cdot \frac{x}{l} \cdot (1 - \frac{x}{l})^2 \right] \right\} \cdot \cdot \frac{x}{l} (1 - \frac{x}{l})^2 dx = 0. \tag{38}$$

Hence, too, will have the same equations as in the previous example using Ritz method.

Similarly consist equation method Bubnov - Galerkin in problems of torque fluctuations or longitudinal telescopic jib cranes systems.

Conclusions

1. A model of the core variable section to analyze different types:

- fluctuations (longitudinal bending, twisting) telescopic jib cranes of analytical methods (Rayleigh Vereshchagin, Ritz, Bubnov - Galerkin) that can determine the natural frequencies of said oscillation,

- and their spatial form (vibrations) that implement such own free fluctuation system.

2. Obtained in the results can be used to further refine and improve existing engineering calculation methods:

- different types of vibrations telescopic jib cranes analytical methods both at the stage of their design / construction,

- and in the mode of real operation using discrete - continuum model core variable section.

References

1. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determiantion of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4(7(112). P. 41–49. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292.

2. I. Nazarenko, O. Dedov, I. Bernyk, I. Rogovskii, A. Bondarenko, A. Zapryvoda, L. Titova Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. Eastern-European Journal of Enterprise

Technologies. 2020. Vol. 6 (7-108). P. 71−79. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747.

УДК 62-242.3
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТО ТА РЕМОНТУ ФОРСУНОК ПАЛИВНИХ СИСТЕМ COMMON RAIL АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

П. С. Попик, к.т.н.
Н. В. Непростий
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

З кінця 90-х років у дизельних двигунах автотракторної та сільськогосподарської техніки найбільшого застосування отримують акумуляторні паливоподаючі системи (ПС) типу Common Rail (CR), де одним із найважливіших елементів є електрогідравлічна форсунка (ЕГФ). Конструкції форсунок динамічно вдосконалюються, зокрема, еволюція конструкцій ЕГФ ПС типу CR фірми Bosch за останні десять років вже нараховує чотири покоління.

У процесі експлуатації параметри паливоподачі ЕГФ змінюються, що в свою чергу впливає на якість роботи двигуна. В даний час заявлений ресурс роботи ЕГФ дизельного двигуна становить близько 100000 км пробігу або 2500 мото-годин [3]. Малий досвід експлуатації ПС типу CR, постійне вдосконалення їх конструкцій пояснює наявність порівняно невеликої інформації про їхню працездатність в експлуатації і досить ускладнює достовірну оцінку їх експлуатаційних показників. У зв'язку з невеликим терміном виробництва таких систем фірмами-виробниками не повністю відпрацьовані раціональні технології та засоби для ремонту подібних систем в умовах спеціалізованих ремонтних підприємств і відносно дорогих запасних частин. Слід зазначити, що великі територіальні простори України зумовлюють складність контролю за дотриманням нормативних вимог до якості палива на різних заправних станціях різних компаній у сільській місцевості. Дослідженнями встановлено, що навіть в єдиних випадках використання неякісного палива ймовірність відмов паливних систем CR у порівнянні з традиційними системами значно вища.

Згідно заводської технології ремонту, встановлення вузлів ЕГФ, що відмовили, не передбачено, і вузли підлягають заміні. У багато в чому, на наш погляд, це пояснюється невиправдано високою собівартістю ремонту ЕГФ. Технології технічного обслуговування ЕГФ передбачають оцінку та налаштування єдиних для всіх ЕГФ контрольних параметрів. Практично не використовуються можливості електронного керування паливоподачею при регулюванні. Не відпрацьовані питання електричного коригування базових характеристик управління паливоподачею відремонтованої ЕГФ з виділенням індивідуальних особливостей кожної форсунки.

У зв'язку з цим наукове дослідження, направлене на вдосконалення технічного обслуговування та ремонту електрогідравлічних форсунок, в тому числі на основі зміни базових характеристик управління паливоподачею дизельних двигунів представляється актуальним і практично значущим.

Необхідно зазначити, що реалізація заходів забезпечення надійності паливних систем COMMON RAIL автотракторних двигунів є актуальною для більшості мобільних енергетичних засобів агропромислового комплексу.

УДК 631.3:005.584.1
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ЕТАПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ

А. В. Новицький, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Під забезпеченням надійності слід розуміти комплекс взаємопов’язаних організаційно-технічних вимог та заходів, що підлягають реалізації на певних стадіях життєвого циклу об’єктів дослідження та спрямованих на обґрунтування номенклатури та завдання необхідних рівнів кількісних та якісних вимог до показників надійності, забезпечення їх досягнення при розробці та виробництві виробів, а також підтримка та підвищення, а при необхідності, відновлення досягнутого рівня в процесі експлуатації [1, 2].

Програма забезпечення надійності (ПЗН) є важливим документом в машинобудуванні та інженерії, що входить до державних стандартів України. ПЗН встановлює комплекс взаємообумовлених організаційно-технічних вимог та заходів, які необхідно проводити на певних етапах життєвого циклу об’єкта дослідження і спрямовані на забезпечення заданих вимог щодо надійності та підвищення надійності [1-3].

Метою представленої роботи є формування ПЗН сільськогосподарської техніки за рахунок заходів керування надійністю [1]. Керування надійністю, згідно зазначеного ДСТУ, передбачає собою цілеспрямовану діяльність щодо обгрунтування, планування, забезпечення, підвищення та підтримки характеристик безвідмовності, довговічності, ремонтопридатності та збережуваності об'єктів, що розглядаються [1-3].

Як показує аналіз Програми забезпечення надійності [3], ПЗН сільськогосподарської техніки також повинна передбачати забезпечення надійності на етапах проектування, виробництва та експлуатації. Разом з тим є цілий ряд положень та науково-практичних підходів, які ще не реалізовані в повній мірі або ж недостатньо розглядались ПЗН сільськогосподарської техніки.

Необхідно зазначити, що реалізація заходів забезпечення надійності у форматі ПЗН є актуальною для більшості видів машин агропромислового комплексу, включаючи машин та обладнання для тваринництва виробництва та сектор засобів для приготування і роздавання кормів (ЗПРК). Нами проведено аналіз наукових робіт та окремих досліджень, що направлені на забезпечення надійності зазначених машин і можуть входити до формування ПЗН ЗПРК [4-13].

Важливе значення для реалізації ПЗН ЗПРК є забезпечення ефективності експлуатації та надійності техніки на основі математичного моделювання, включаючи розробку логіко-імовірнісних та логіко-імітаційних моделей надійності систем [4, 6, 7, 11].

Обов'язковою складовою ПЗН ЗПРК є методологічні основи формування і дослідження біотехнічних системи у тваринництві як складних технічних систем (СТС) «Людина-Машина» («ЛМ»), «Людина-машина-Середовище» («ЛМС») та «Людина-Машина-Тварина» («ЛМТ») [8, 4, 6]. Особливе значення в ДСТУ та ПЗН ЗПРК, що потребує поглибленого теоретичного обгрунтування та практичної реалізації, займає оцінка впливу людини-оператора на надійність СТС «ЛМ» та «ЛМС» [4, 6, 11].

Державними стандартами [1, 2, 3] передбачається використання методів моніторингу для оцінки і забезпечення надійності техніки. Нами проведено моніторинг показників надійності сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній [13], моніторинг впливу експлуатаційних факторів на технічний стан ЗПРК [9] та оцінки споживчих якостей сільськогосподарської техніки [10].

В попередніх наукових роботах відповідно до формування ПЗН ЗПРК проведено аналіз та синтез керівних матеріалів на використання машин, включаючи конструкторську, експлуатаційну та ремонтну документацію з точки зору забезпечення надійності [5, 10, 12].

Список літератури

1. ДСТУ 2861-94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення. Видання офіційне. Держстандарт України. Київ. 16 с.

2. ДСТУ 2863-94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги. Держстандарт України. Київ. 16 с.

3. ДСТУ 3278-95. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення. Держстандарт України. Київ. 59 с.

4. Boyko A., Novitskiy A. Mathematical model of reliability of human-machine system under reduced efficiency of its generalized work. Machinery & Energetics . Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. No. 3. 271. P. 165–174.

5. Novitskiy Andriy. Forming reliability of means for preparation and disposal of forage. MOTROL. Lublin. 2017. Vol. 19. No 3. P. 123–128.

6. Бойко А. І., Новицький А. В., Банний О. О. Оцінка надійності системи «людина-машина» в умовах зниження рівня її працездатності й удосконаленні складової «людина-оператор». Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. Вип. 43. Ч. ІІ. 2013. С. 32–38.

7. Новицкий А. В., Мельник В. И., Билоус М. С. Формирование профессионально важных качеств инженерно-технического персонала при обслуживании сельскохозяйственной техники. Сборник научных трудов SWorld, 18 – 30 Марта. Технические науки. Иваново. 2014. Том 3. С. 63–67.

8. Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування складних технічних систем у тваринництві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 254. Ч. 3. С. 221–335.

9. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.

10. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264 (2017). С. 293–303.

11. Новицький А. В., Ружило З. В. Визначення функції готовності систем «людина – машина» при зростанні інтенсивностей відмов. Machinery & energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10. No. 2. P. 89–96.

12. Новицький А. В., Харьковський І. С., Новицький Ю. А. Моніторинг технічного стану сільськогосподарської техніки за керівними матеріалами на її експлуатацію. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12, No 4. P. 85–93.

13. Новицький А.В., Банний О.О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11, No 2. P. 115–124.

УДК 664.7:658
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТО І РЕМОНТУ КОРМОРОЗДАВАЧІВ: ЗАБЕЗПЕЧУЄМО ДОВГОВІЧНІСТЬ ТА РЕМОНТОПРИДАТНІСТЬ

А. В. Новицький, к.т.н., доц.
З. В. Ружило, к.т.н., доц.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
Ю. А. Новицький
ТОВ «ВіДі-Скай», м. Київ, Україна

Вивчення фактичних значень показників надійності кормороздавачів у зв’язку з ускладненням їх конструкції, а також результати аналізу зарубіжних досліджень [1, 2] у вказаній галузі дозволили зробити висновок про необхідність подальшої розробки нових ресурсозберігаючих технологій відновлення [1], методик удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту (СТОР) [4], більш ширшого використання керівних матеріалів на експлуатацію і ремонт [3].

Проведений аналіз літературних джерел останнього десятиліття показує, що існуючі способи та методи забезпечення надійності функціонування кормороздавачів в умовах тваринницьких фермах потребують удосконалення. Практика показує, що для ефективного використання кормороздавачів відсутня цілісна система їх технічного обслуговування і ремонту.

Дослідженнями та опитуванням спеціалістів встановлено, що реалізація СТОР кормороздавачів та ефективне її використання визначається дослідженнями надійності механізмів і машини в цілому, залежать від багатьох факторів.

Виходячи із зазначеного, була поставлена мета: провести дослідження основних чинники, які впливають на формування методичних підходів до організації технічного обслуговування і ремонту кормороздавачів.

У відповідності зі стандартами та керівними матеріалами на експлуатацію машин, було проведено формування основних методичних підходів до СТОР кормороздавачів закордонного виробництва з вертикальними механізмами подрібнення-змішування кормів [2, 6-9].

Згідно інструкції на експлуатацію Siloking TrailedLine [6] для механізмів кормозмішувача передбачено комплекс робіт з ТО: щоденне (ЩТО), щотижневе (ЩТТО), через 100 год. та через 500 год. роботи.

Інструкція на використання кормороздавача Pronar VMP-5S [9] передбачає ЩТО, ТО-1 через 60 год. роботи та сезонне технічне обслуговування (СТО) перед початком сезону роботи. Разом з тим не зазначена періодичність проведення планових ремонтів машин.

Для ИСРВ-12, згідно інструкції на експлуатацію [8] передбачено ЩТО, ТО-1 через 120 год. роботи та СТО перед початком сезону роботи засобу. В технічній характеристиці до ИСРВ-12 також наведена регламентована періодичність ремонтів.

Для KONGSKILDE передбачено комплекс робіт із мащення основних вузлів кормороздавача через певний інтервал роботи [7]: 10 год., 40 год., через 10 тис. км (не менше ніж 4 рази на рік) та через 2 тис. год. (не менше ніж 1 раз на рік). При цьому недостатньо обґрунтована СТОР.

Використання результатів представлених досліджень експлуатаційниками та заводами сільськогосподарського машинобудування дозволять підвищити споживчі якості кормороздавачів та надійність в експлуатації, зможуть покращити показники довговічності та ремонтопридатності.

Список літератури

1. Novitskiy Andriy. Forming reliability of means for preparation and disposal of forage. MOTROL. Lublin. 2017. Vol. 19. No 3. P. 123–128.
2. Новицький А.В., Банний О.О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11, No 2. P. 115–124.
3. Новицький А. В., Харьковський І. С., Новицький Ю. А. Моніторинг технічного стану сільськогосподарської техніки за керівними матеріалами на її експлуатацію. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12, No 4. P. 85–93.
4. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.
5. Ружило З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків. 2016, Вип. 2. С. 223–231.
6. Инструкция по эксплуатации SILOKING TrailedLine. 80 с.
7. Руководство по эксплуатации KONGSKILDE. 2017. 113 с.
8. Руководство по эксплуатации ИСРВ-12.00.00.000 РЭ. 2011. 60 с.
9. Руководство по эксплуатации кормораздатчик PRONAR VMP-5S.

УДК 631.354.022
JEL Classification Q 01; D 24; P 42

АНАЛІЗ ВІДМОВ ЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

О. О. Банний, к.т.н.
В. М. Солдатов
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Зернозбиральний комбайн є складною технічною системою, що складається з великої кількості деталей, вузлів і механізмів. Кожен вузол та агрегат виконує певні функції залежно від свого призначення. При цьому одним із основних показників роботи зернозбирального комбайна є його надійність.

Під надійністю технічного засобу розуміється здатність його та його складових частин виконувати задані функції, зберігати у часі значення, параметрів відповідних режимам та умовам їх використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання та транспортування [1].

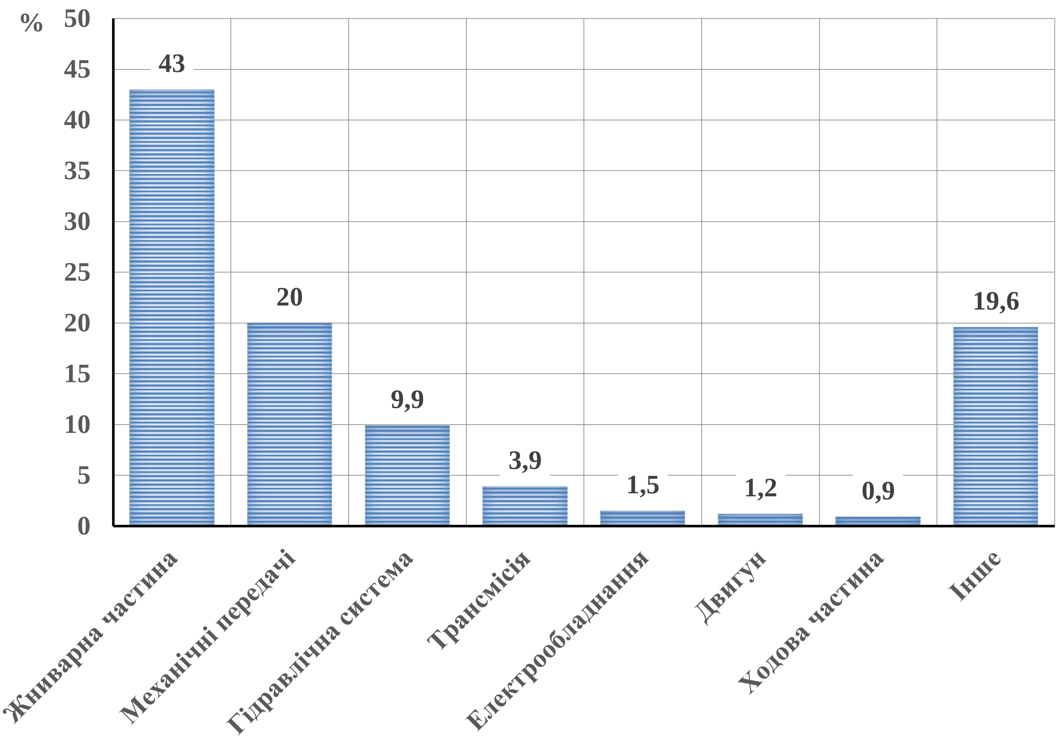


Рис. 1. Розподіл відмов зернозбирального комбайна.

Дослідження надійності зернозбиральних комбайнів [2] показали, що із загальних простоїв техніки, що становлять 32...35% від робочого часу, через технічну несправність припадає 17,4...19,8%. За результатами державних випробувань на машиновипробувальних станціях фактичне напрацювання на відмову у вітчизняних комбайнів перебуває в межах 3...70 год, а коефіцієнт готовності 0,85...0,97 відповідно. Найбільше відмов припадає на жниварну частину, механічні передачі, гідросистеми, робочі органи молотарки, електричні та електронні засоби контролю (рис. 1).

У свою чергу кількісний аналіз відмов жнивної частини показав, що найбільше несправностей припадає на деталі ріжучого апарату, а саме сегментів, протиріжучих пластин і пальців (рисунок 2). Слід зазначити, що відмови протирізальних пластин і пальців в основному відбуваються внаслідок наскакування на них сегментів, що деформувалися від попадання в зону різання сторонніх предметів.

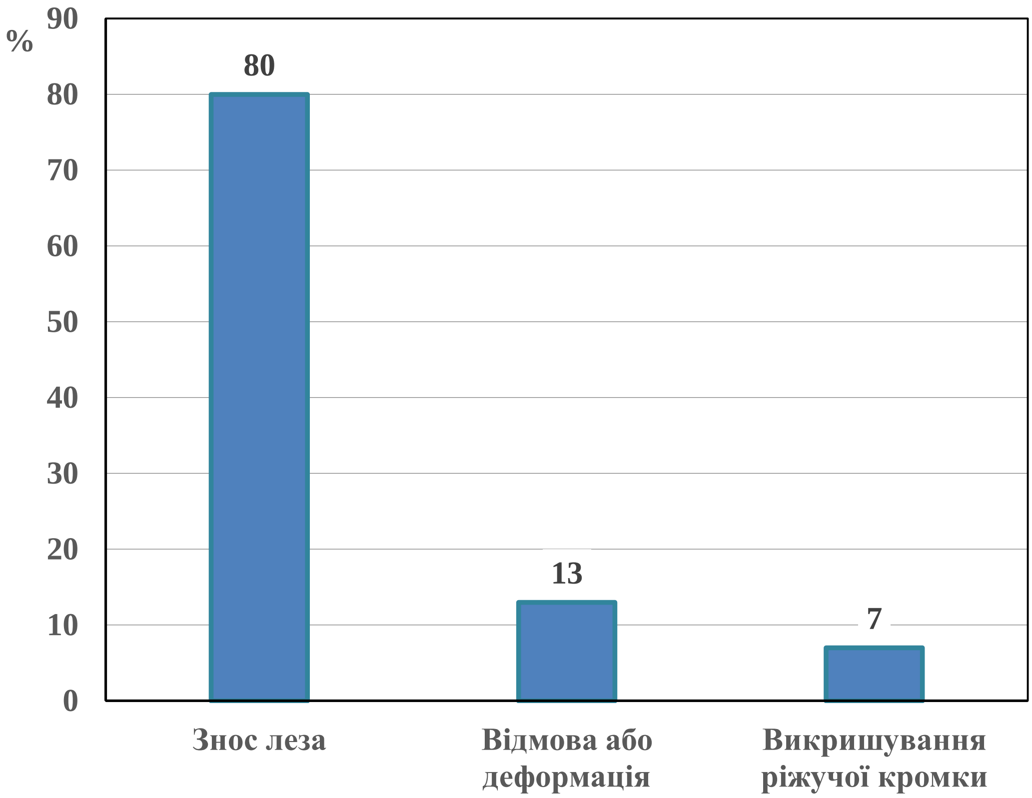
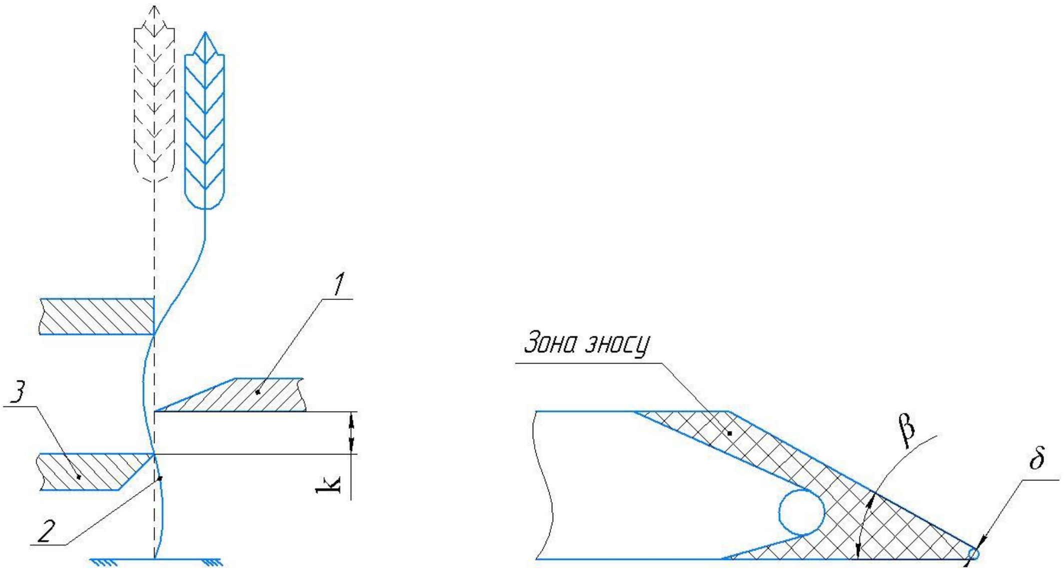


Рис. 2. Основні види несправності.

Серед основних несправностей сегментів ріжучого апарату, що викликають відмову збиральної техніки, можна виділити зношування ріжучої кромки леза, їх деформацію або поломку внаслідок раптових відмов, а також ослаблення його кріплення до ножової смуги через неякісну фіксацію.

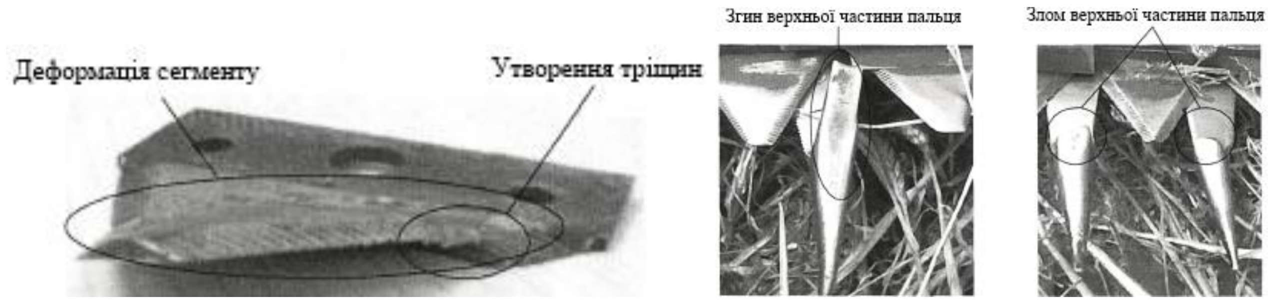
Зношування леза сегмента відбувається в основному за рахунок тертя про зрізані стебла рослин (рисунок 3). Нижня ріжуча кромка сегмента 1, при прямому та зворотному ході ножа, взаємодіє зі стернею, а так само з кромкою протиріжучої пластини 2. У зв’язку з цим інтенсивність стирання нижній частині сегмента значно вищий, ніж верхній. Внаслідок зносу змінюються значення гостроти кромки леза δ і кута заточування леза β, що призводить до зниження працездатності різального апарата.

При експлуатації збиральної техніки на полеглих хлібах, низькому зрізі та нерівних польових ділянках існує ймовірність попадання в зону різання сторонніх предметів (каменів, деталей сільськогосподарських машин, фрагментів металевих виробів тощо). Повернутий і відігнутий у вертикальній площині сегмент, при зворотно-поступальному русі, зустрічає елементи пальця, які руйнують його, руйнуючись і самі.



а) б)

Рис. 3. Схема роботи сегмента ріжучого апарату: а) схема взаємодії леза сегмента зі стеблом рослини: б) схема зносу леза сегмента. 1 – сегмент; 2 – стебло рослини; 3 – протиріжуча пластина; *k* – зазор в ріжучій парі.



а) б)

Рис. 4. Наслідки раптової відмови: а) ушкодження сегмента; б) пошкодження елементів пальцевого бруса

Сегменти ламаються і зриваються зі спинок по заклепках, суперечливі частини пальця швидко затупляються і іноді фарбуються по краю (рисунок 4). Усі ці явища призводять до збільшення часу простою комбайну на усунення наслідків відмови. При цьому за минулі роки як вітчизняні так і закордонні виробники збиральної техніки не змогли кардинально вирішити проблему запобігання попаданню в робочі органи сторонніх предметів, а отже, і їх захист від аварійних поломок.

Таким чином, аналіз отриманої інформації дозволив визначити, що найслабшою ланкою в збиральних машинах є сегмент ріжучого апарату.

Список літератури

1. Банний О. О. Оцінка ризиків виникнення відмов складної техніки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2011. Вип. 122: ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. С. 241–249.

2. Лебедєв, А. Т. Розподіл відмов та часу на їх усунення між системами зернозбиральних комбайнів. Збірник наукових праць МНАУ. Миколаїв, 2011. Т. 48, ч. 1. С. 156–163.

ЗМІСТ

ISBN 978-617-8106-06-7

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XVIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНІЦІ»
з нагоди 91-ї річниці від дня народження
МОМОТЕНКА
Миколи Петровича
(1931-1981)
TechEnergy 2022

(17-19 травня 2022 року)

Відповідальний за випуск:
І. Л. Роговський – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України.

Редактор – *І. Л. Роговський.*

Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України.

Адреса колегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12^{б}, НУБіП України, навч. корп. 11, кімн. 208.

Видання даного збірника тез доповідей здійснено за фінансової підтримки Академії інженерних наук України

Підписано до друку 19.05.2022. Формат 60×84 1/16.
Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman та Arial.
Друк. арк. 14,6. Ум.-друк. арк. 14,9. Наклад 100 прим.
Зам. № 1178 від 16.05.2022.
Відруковано ТОВ «Аквамарин Ексклюзив»
03142, м. Київ, вул. Крижанівського, 3, корп. 20. т. 0445287155.